

Revista de la Sociedad Mexicana de
Biotechnología
y Bioingeniería A.C.

Año 2023 Volumen 27, Número 4
ISSN 0188-4786



Sociedad Mexicana de
Biotechnología y Bioingeniería



Sociedad Mexicana de
Biotecnología y Bioingeniería

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023



NÚMERO ESPECIAL

Memorias



Sociedad Mexicana de
Biotecnología y Bioingeniería



CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

10 - 15 DE
SEPTIEMBRE 2023

ISSN 0188-4786, revista cuatrimestral publicada por la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A.C. incluida en PERIÓDICA, índice de Revista Latinoamericanas en Ciencias (CICH-UNAM), en LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), los artículos se encuentran en Google Académico. Certificado de Licitud de Título en trámite y Certificado de Licitud de Contenido en trámite. Reserva de derechos de Título 04-1999-082516265000-101. Los conceptos que en ella aparecen son responsabilidad exclusiva de los autores. Se prohíbe la reproducción total o parcial de su contenido sin previa autorización por escrito del Comité editorial. Toda correspondencia deberá enviarse a Km. 23.5 Carretera Federal México-Cuernavaca, Av. Cipreses s/n, Col. San Andrés Totoltepec, C.P. 14400, Alcaldía Tlalpan, Ciudad de México. o a la siguiente dirección electrónica revista_biotecnologia@smbb.mx.



Comité Organizador

MESA DIRECTIVA

2022 – 2024

Dra. Romina Rodríguez Sanoja
Presidenta

Dr. Luis Bernardo Flores Cotera
Vicepresidente
Presidente del Comité Organizador

Dra. Beatriz Ruiz Villafán
Secretaria
Presidenta del Comité Científico

Dra. María Dolores Reyes Duarte
Tesorero

Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez
Subsecretario
Presidente de la Comisión de Premios

M. en C. Karina Adames Beas
Vocal Profesional

Biol. Teresa Elizabeth Martínez Oropeza
Vocal Estudiante

EDITORA

Dra. María Soledad Córdova Aguilar
UNAM

Co-editor

Dr. Jorge Gracida
UAQ

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Áreas	Coordinadores	Institución
I. COVID-19	Dra. Norma Adriana Valdéz Cruz	IIBm-UNAM
II. Biotecnología enzimática y biocatálisis	Dra. Georgina Sandoval Fabián	CIATEJ-Guadalajara
III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina	Dra. Julia Cano Sosa	CIATEJ-Mérida
IV. Biotecnología alimentaria	Dr. Luis Arturo Bello Pérez	CeProBi-IPN
V. Biotecnología ambiental	Dr. Oscar Monroy Hermosillo	UAM-Iztapalapa
VI. Bioenergía y biocombustibles	Dra. Katy Juárez López	IBt-UNAM
VII. Nanobiotecnología y biomateriales	Dra. Luz María López Marín	CFATA-UNAM
VIII. Biotecnología farmacéutica	Dra. Tanya Amanda Camacho Villegas	Investigadora por México-CIATEJ
IX. Biotecnología microbiana	Dr. Octavio Loera Corral	UAM-Iztapalapa
X. Bioingeniería y fermentaciones	Dr. Jorge Noel Gracida Rodríguez	Universidad Autónoma de Querétaro
XI. Ciencias ómicas y edición de genomas	Dr. Lorenzo Segovia Forcella	IBt-UNAM
XII. Bioinformática	Dra. Yendi Ebenezer Navarro Noya	Universidad Autónoma de Tlaxcala
XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos	Dr. Sergio Sánchez Esquivel	IIBm-UNAM
XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos	Dr. Iván Velasco Velázquez	IFC-UNAM
XV. Biotecnología y sociedad	Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez	CONACYT-UASLP

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Contenido

Editorial	8
20 conferencistas inaugurales	11
Informe Científico	12
Informe Financiero	21
Programa Congreso	23
Conferencias Plenarias	24
Simposios simultáneos	
Simposio área I. COVID-19	41
Simposio área II. Biotecnología Enzimática y biocatálisis	45
Simposio área III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina	49
Simposio área IV. Biotecnología alimentaria	53
Simposio área V. Biotecnología ambiental	56
Simposio área VI. Bioenergía y biocombustibles	62
Simposio área VII. Nanobiotecnología y biomateriales	66
Simposio área VIII. Biotecnología farmacéutica	70
Simposio área IX. Biotecnología microbiana	75
Simposio área X. Bioingeniería y fermentaciones	79
Simposio área XI. Ciencias ómicas y edición de genomas	83
Simposio área XII. Bioinformática	86
Simposio área XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos	90
Simposio área XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería tejidos	93
Simposio área XV. Biotecnología y sociedad	97

Charlas Técnicas	101
Trabajos libres orales	
I. COVID-19	112
II. Biotecnología enzimática y biocatálisis	116
III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina	123
IV. Biotecnología alimentaria	136
V. Biotecnología ambiental	149
VI. Bioenergía y biocombustibles	165
VII. Nanobiotecnología y biomateriales	172
VIII. Biotecnología farmacéutica	178
IX. Biotecnología microbiana	186
X. Bioingeniería y fermentaciones	193
XI. Ciencias ómicas y edición de genomas	200
XII. Bioinformática	204
XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos	208
XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos	215
XV. Biotecnología y sociedad	219

Trabajos libres en Cartel

I. COVID-19	223
II. Biotecnología enzimática y biocatálisis	225
III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina	277
IV. Biotecnología alimentaria	364
V. Biotecnología ambiental	434
VI. Bioenergía y biocombustibles	523
VII. Nanobiotecnología y biomateriales	545
VIII. Biotecnología farmacéutica	588
IX. Biotecnología microbiana	613
X. Bioingeniería y fermentaciones	670
XI. Ciencias ómicas y edición de genomas	714
XII. Bioinformática	720
XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos	737
XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos	789
XV. Biotecnología y sociedad	796
Addendum	805

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Editorial

El XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería marcó nuestro regreso a la modalidad presencial, lo que nos permitió discutir ciencia e ideas, pero también abrigó el reencuentro entre colegas, retomando los lazos fundamentales que nos hacen sociedad. Este congreso enmarcó además los 40 años de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, algunos de los miembros fundadores de esta sociedad, fieles al objeto de la SMBB nos acompañaron en este congreso.



En la Mesa Directiva Nacional agradecemos sinceramente a todas las personas que permitieron con su tiempo y recursos la realización de este congreso, ya que, por primera vez, no contamos con apoyos externos como en ediciones anteriores. Al ser un evento realizado completamente con las aportaciones de la membresía, nuestras universidades y patrocinadores, reafirmamos nuestro compromiso como SMBB con la ciencia, la difusión y la innovación. Un reconocimiento especial a las y los conferencistas, así como

a las y los coordinadores y revisores de las 15 áreas, su apoyo fue contundente en el desarrollo y la calidad del congreso y nos permitió dimensionar las áreas de oportunidad del congreso y la Biotecnología en nuestro país. Nuestro agradecimiento también a las y los estudiantes del staff por su labor incansable.

La Biotecnología es una ciencia que transforma. En las últimas dos décadas, la Biotecnología ha progresado más que cualquier otra disciplina científica y tecnológica. Los avances en secuenciación, edición genética y nanotecnología abren posibilidades sin precedentes para desarrollar nuevas soluciones a desafíos en sectores esenciales para nuestro futuro: agricultura y alimentos, medicina personalizada, vacunas, agua, energía, bioplásticos, biorremediación, procesos y adaptación al cambio climático, entre otros.

México posee un inmenso potencial en este campo, debido a su notable diversidad biológica, su sólida tradición científica y la creatividad de su gente. Este congreso fue la oportunidad para reunir a los y las mejores expertos, investigadores, estudiantes y empresas para compartir conocimientos, colaborar y explorar nuevas fronteras. También, en varias conferencias se coincidió en que es crucial asumir la responsabilidad de promover la Biotecnología de una manera ética y sostenible que minimice su impacto en el medio ambiente y priorice la seguridad y la equidad.

Resulta entonces llamativo que, a pesar de las contribuciones significativas de las mujeres en el área, su presencia en puestos de liderazgo y toma de decisiones, todavía no es tan equitativa como sería deseable. Por ejemplo, en la historia de este congreso, la primera conferencia inaugural, en 1983, estuvo a cargo de la Dra. Cristina Cortinas Durán y desde entonces a ninguna otra científica se le invitó a dictarla. Así, 40 años después, en este XX Congreso, la Dra. Laura A. Palomares, actual directora del Instituto de Biotecnología de la UNAM, impartió nuestra conferencia inaugural. En lo que a mi refiere, agradezco la oportunidad de ser una de las 4 mujeres que han presidido esta sociedad.

Por otro lado, los asiduos al congreso han atestiguado que tradicionalmente este es el foro donde muchos estudiantes presentan por vez primera su trabajo a una gran audiencia, por lo que en esta ocasión, tratamos de promover su participación a través de

becas que se otorgaron a los participantes de los concursos de Videos de Divulgación y de estudiantes mujeres en ciencia.

El programa fue pensado para que les resultara de interés a todas las diferentes disciplinas que conforman la Biotecnología y la Bioingeniería, en la mesa directiva pusimos nuestra pasión y empeño, pero en este congreso está reflejado sobre todo el trabajo de todas y todos los participantes. Deseamos que hayamos logrado el ambiente necesario para que todos tuvieran un congreso exitoso y productivo.

En este número especial de la Revista BioTecnología encontrarán las memorias en forma de resúmenes del XX Congreso Nacional de Biotecnología Y Bioingeniería, así como el informe científico y financiero del Congreso. Aprovecho para comunicarles que la MDN 2022-2024 elaboró una minuta detallada que con gusto compartiremos con la membresía que asistió al Congreso.

¡Muchas gracias por su participación!

Romina Rodríguez Sanoja
Presidenta de la MDN (2022-2024)
romina@iibiomedicas.unam.mx



Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería

CONGRESOS NACIONALES

Dra. Cristina Cortinas de Nava

Identificación de agentes genotóxicos.
Ciudad Universitaria, UNAM, Cd. de México, 1983.



Dr. Manuel Ortega

La Biotecnología vista desde el CONACYT.
Monterrey, Nuevo León, 1989.



Dr. Rodolfo Quintero Ramirez

Prioridades de la biotecnología en México.
Puerto Vallarta, Jalisco, 1993.



Dr. Luis Herrera Estrella

Engineering aluminum tolerance in plants.
Mazatlán, Sinaloa, 1997.



Dr. Rodolfo Quintero Ramirez

Biotecnología y generación de riqueza en México.
Veracruz, Veracruz, 2001.



Dr. Francisco Bolívar Zapata

Metabolismo de carbono e ingeniería de vías metabólicas en *E. coli* K12.
Puerto Vallarta, Jalisco, 2003.

I



Dr. Alfredo Sánchez Marroquín

Perspectivas y limitaciones del amaranto en México.
Durango, Durango, 1987.

II



Dr. Francisco Bolívar Zapata

Actualidad y perspectiva de la biotecnología.
Mérida, Yucatán, 1991.

IV



Dr. Octavio Paredes

La biotecnología y la formación de biotecnólogos en México ¿Cuál impacto en la sociedad?
Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, 1995.

VI



Dr. Sergio Revah Moissev

Perspectivas sobre los procesos biotecnológicos para la eliminación de contaminantes de aire y gases.
Huatulco, Oaxaca, 1999.

VIII



Dr. Francisco Bolívar Zapata

Metabolismo de carbono e ingeniería de vías metabólicas en *E. coli* K12.
Puerto Vallarta, Jalisco, 2003.

X

Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich

Los cambios de paradigmas en la ingeniería bioquímica del siglo XXI.
Mérida, Yucatán, 2005.



Dr. Alejandro Madrigal Fernandez

Future perspectives of stem cell transplantation.
Acapulco, Guerrero, 2009.



Dr. Luis Alberto Vargas Guadarrama

The foodways of the ancient maya and their current expression.
Cancún, Quintana Roo, 2013.



Dr. Adam Feist

Adaptive laboratory evolution as a tool for industrial biotechnology.
Puerto Vallarta, Jalisco, 2017.



Dr. Peter Jay Hotez

Preventing the next pandemic: Vaccine Diplomacy in a Time of Anti-Science.
Virtual, 2021.



Dra. Laura Palomares Aguilera

Anticuerpos monoclonales: de balas mágicas a salvadoras de vida.
Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, 2023.

XI



Dr. Agustín López Munguía

Biotatálisis: de la bioingeniería a la biotecnología molecular; de la fructosa a las fructosiltransferasas.
Morelia, Michoacán, 2007.

XII



Dr. Xavier Soberón Mainero

Dinámica de los enfoques genómicos y su impacto en el sector salud.
Querétaro, Querétaro, 2011.

XIII

XIV

XV

XVI

XVII

XVIII

XIX

XX

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Informe Científico

En este regreso al formato presencial, el XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería se realizó del 11 al 15 de septiembre en la ciudad de Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero en el Centro de Convenciones Azul Ixtapa.

En esta edición se conservaron las 15 áreas temáticas que tuvimos en el congreso virtual del 2021 (Tabla 1). En este punto quiero reconocer y agradecer el enorme esfuerzo de las y los investigadores que coordinaron las diferentes áreas, para la organización de los simposios, plenarias y sesiones de trabajos libres.

Tabla 1. Áreas y coordinadores del XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

Áreas temáticas	Coordinadores
I. COVID-19	Dra. Norma Adriana Valdez Cruz
II. Biotecnología enzimática y biocatálisis	Dra. Georgina Coral Sandoval Fabián
III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina	Dra. Julia del Socorro Cano Sosa
IV. Biotecnología alimentaria	Dr. Luis Arturo Bello Pérez
V. Biotecnología ambiental	Dr. Oscar Monroy Hermosillo
VI. Bioenergía y biocombustibles	Dra. Katy Juárez López
VII. Nanobiotecnología y biomateriales	Dra. Luz María López Marín
VIII. Biotecnología farmacéutica	Dra. Tanya Amanda Camacho Villegas
IX. Biotecnología microbiana	Dr. Octavio Loera Corral
X. Bioingeniería y fermentaciones	Dr. Jorge Noel Gracida Rodríguez
XI. Ciencias ómicas y edición de genomas	Dr. Lorenzo Segovia Forcella
XII. Bioinformática	Dra. Yendi Ebenezer Navarro Noya
XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos	Dr. Sergio Sánchez Esquivel
XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos	Dr. Iván Velasco Velázquez
XV. Biotecnología y sociedad	Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez

La asistencia al congreso fue de 743 personas, de las cuales 422 fueron estudiantes. El Programa científico estuvo constituido por 15 conferencias plenarias, una por cada área, con participantes de México, España, Estados Unidos y los Países Bajos. Así mismo se organizaron 15 simposios con un promedio de 3 ponentes por simposio.

Se recibieron 783 resúmenes de los que se seleccionaron las 96 presentaciones orales y los trabajos para los simposios. En la modalidad de cartel se contó con 687 trabajos divididos en las 15 áreas, que fueron presentados en cuatro sesiones durante la semana del congreso (Fig 1). Cabe señalar que en esta ocasión se observó un incremento de trabajos en el área de Biotecnología agrícola, vegetal y marina (III) y en el área de Productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos (XIII). También es importante mencionar, que todos los resúmenes recibidos fueron sometidos a la revisión por parte de 52 científicas y científicos con amplia experiencia en las diferentes áreas temáticas.

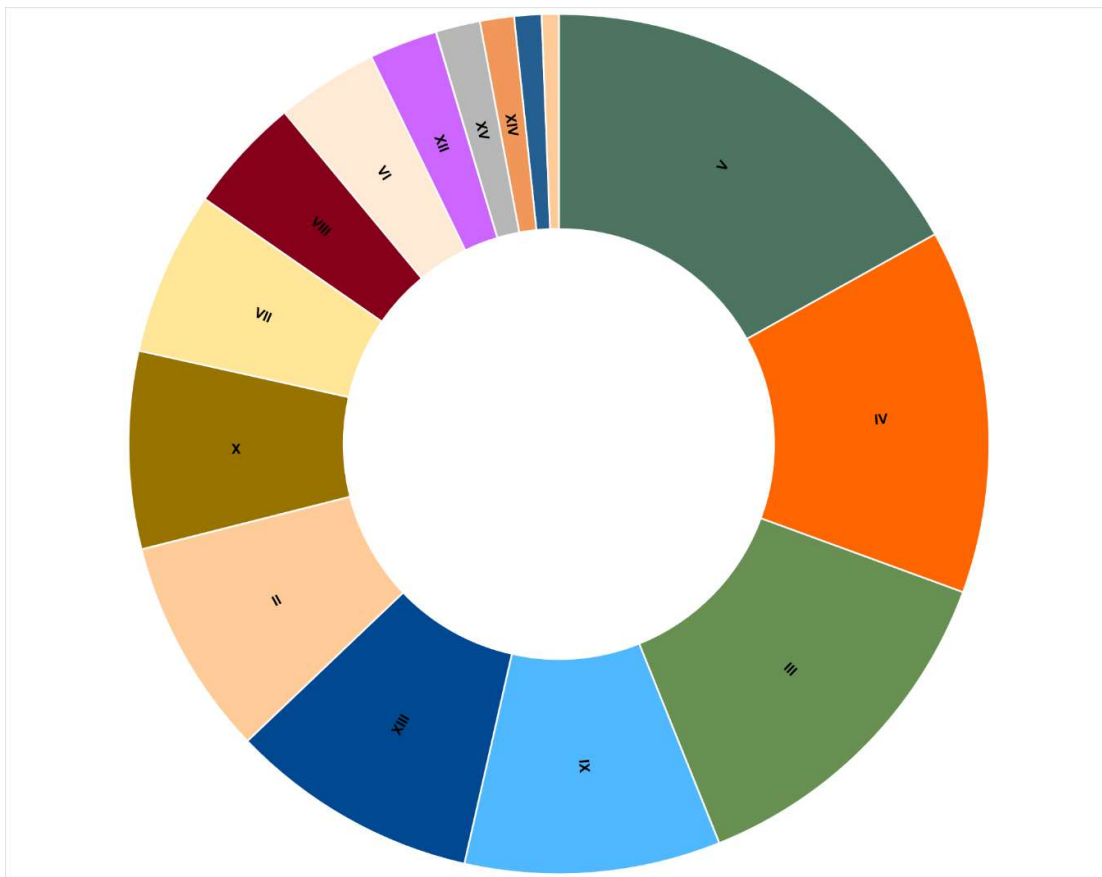


Figura 1. Proporción de carteles enviados a cada área del XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. Los porcentajes de cada área (I a XV) son como sigue: 0.6, 8.2, 13.3, 13.7, 16.9, 3.8, 6.1, 4.3, 9.6, 7.4, 1, 2.6, 9.3, 1.3 y 1.7.

Contamos con la representación de 30 estados de la república mexicana (Fig. 2), con un importante incremento en la participación de los estados de Veracruz y Jalisco. Así mismo, tuvimos trabajos de países como Chile, Ecuador, Colombia, España, Israel y Reino Unido.

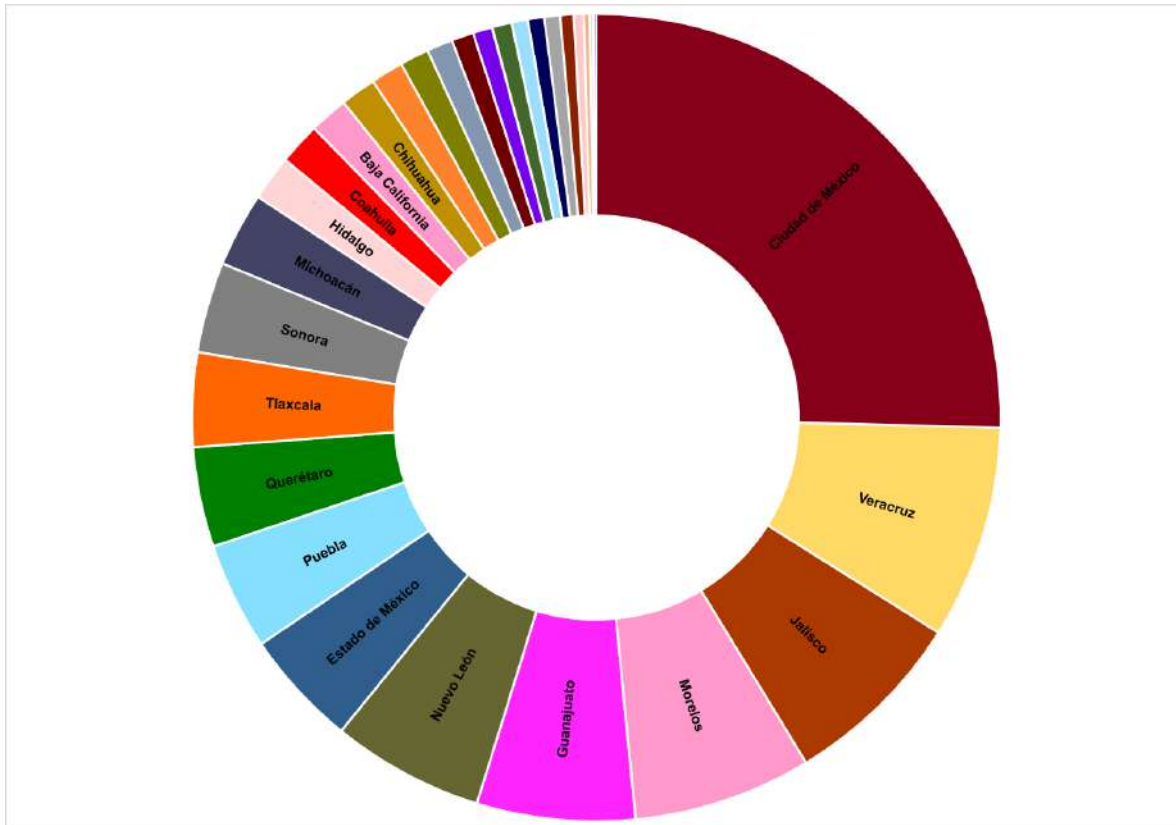


Figura 2. Proporción de trabajos enviados al XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería por cada estado de la República Mexicana. Los porcentajes de los cinco estados con mayor proporción de trabajos enviados fueron 25, 8.4, 7.3, 7 y 6.3% respectivamente.

En la tabla 2, se encuentran las instituciones participantes en el XX Congreso, que como se mencionó anteriormente incluyeron los 30 estados de la República y otros países.

Tabla 2. Instituciones participantes en el XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería.

Nombre de la Institución
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Biotechflow
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas
Centro de Investigación Científica de Yucatán
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.
Colegio de Postgraduados
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
El Colegio de la Frontera Sur
Escuela de Nivel Medio Superior, Irapuato
Innovak Global
Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Instituto Mexicano del Seguro Social
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán"
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Instituto Politécnico Nacional
Instituto Tecnológico de Boca del Río
Instituto Tecnológico de Durango
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
Instituto Tecnológico de Orizaba
Instituto Tecnológico de Roque
Instituto Tecnológico de Sonora
Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván
Instituto Tecnológico de Veracruz
Instituto Tecnológico de Veracruz
Instituto Tecnológico de Veracruz
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca
Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Instituto Tecnológico Superior de Misantla
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Purdue University
Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Tecnológico Nacional de México campus Celaya
Tecnológico Nacional de México campus Tierra Blanca
Tecnológico Nacional de México campus Veracruz
Universidad Anáhuac
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Universidad Autónoma de Baja California
Universidad Autónoma de Chihuahua
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Universidad Autónoma de Coahuila
Universidad Autónoma de Guerrero
Universidad Autónoma de Guerrero
Universidad Autónoma de Nuevo León
Universidad Autónoma de Occidente
Universidad Autónoma de Querétaro
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Universidad Autónoma de Sinaloa
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Universidad Autónoma de Tlaxcala
Universidad Autónoma de Yucatán
Universidad Autónoma de Zacatecas
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Universidad Autónoma del Estado de México
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Universidad Autónoma Metropolitana
Universidad de Antioquia
Universidad de Colima
Universidad de Guadalajara
Universidad de Guanajuato
Universidad de Sonora
Universidad del Magdalena
Universidad del Papaloapan
Universidad Iberoamericana
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Universidad Mexiquense del Bicentenario
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Universidad Nacional Autónoma de México
Universidad Nacional de Colombia
Universidad Politécnica de Guanajuato
Universidad Politécnica de Huatusco
Universidad Politécnica de Pénjamo
Universidad Politécnica de Quintana Roo
Universidad Politécnica del Estado de Morelos
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Universidad Técnica Particular de Loja
Universidad Tecnológica de Camargo
Universidad Tecnológica de la Mixteca
Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca
Universidad Tecnológica de Morelia
Universidad Tecnológica de Salamanca
Universidad Veracruzana
University of Bristol
University of Texas at San Antonio
Weizmann Institute of Science

Por otra parte, el programa científico del Congreso contó con 10 charlas técnicas impartidas por especialistas de las compañías participantes. En este mismo sentido, se organizaron dos actividades previas al congreso. Tuvimos un taller de “Secuenciación de genomas bacterianos e introducción al análisis de datos”, impartido por la compañía “Analitek life” en donde se seleccionaron algunos genomas bacterianos para su secuenciación y después, en una sesión virtual se impartieron los fundamentos básicos de la secuenciación.

Así mismo, se contó con un diplomado en “Bioemprendimiento” organizado por “Biolaunch” que se realizó de forma virtual por 4 sábados, y cuyos conocimientos fueron

aplicados en una sesión final de “Pitch” ante un par de inversionistas representantes de dos fondos de inversión que se realizó de forma híbrida el domingo 10 de septiembre en el Centro de Convenciones Ixtapa, con la asistencia de miembros de nuestra Sociedad.

Finalmente, durante el congreso se entregaron los premios “*Sergio Sánchez Esquivel-Biotekno 2023*” a los mejores protocolos de tesis en Biotecnología y Bioingeniería. Los miembros de la Comisión de Premios 2022-2024 de la SMBB de acuerdo con las bases de la convocatoria y la evaluación correspondiente otorgaron el premio a las siguientes categorías:

Categoría	Autora y autores	Nombre del protocolo de tesis	Asesora y asesores
Doctorado	Carlos Adrián García Ausencio Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM	Expresión y caracterización de un RiPP detectado por minería genómica	Dr. Sergio Sánchez Esquivel
Maestría	Mónica Márquez López Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM	Sistema DFAtag-almidón fusionado a la proteína Spikemut del SARS-CoV-2 como posible candidato vacunal	Dra. Romina Rodríguez Sanoja
Licenciatura	Roberto Carlos García Torres Instituto Tecnológico de Tehuacán	Evaluación <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> de la eficacia de cápsides modificadas de virus adeno-asociado (VAA) de los serotipos 2 y 8 como vectores virales	M. en C. Arturo Liñán Torres

Dada la calidad de los trabajos recibidos, se otorgaron dos menciones honoríficas:

Categoría	Nombre de la autora e institución	Nombre de la tesis	Asesores
Doctorado	Lorena Yamileth Balón Rosas Instituto de Biotecnología, UNAM	Análisis transcripcional de la red regulatoria de Quorum Sensing que determina la esporulación y la heterogeneidad celular en <i>Bacillus</i> , en función del pH del cultivo y la concentración celular	Dr. Enrique Galindo Fentanes
Maestría	Ana Patricia Gayosso Sánchez	Efectos de las condiciones nutricionales para la acumulación de	Dr. Ricardo Hernández Martínez

	Colegio de Postgraduados campus Córdoba	polihidroxicarbohidratos en bacterias aisladas de la industria azucarera	
--	---	--	--

Los premios fueron entregados por el Dr. Sergio Sánchez Esquivel y el Ing. Manuel Melo (Biotekno) en presencia de la Dra. Romina Rodríguez Sanoja (presidenta de la SMBB) y el Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez (subsecretario y presidente de la Comisión de Premios de la SMBB).

Igualmente, se entregó el premio “*Alfredo Sánchez Marroquín-Yakult 2023*” a las mejores tesis desarrolladas en Biotecnología o Bioingeniería en México. La Comisión de premios otorgaron el premio a las siguientes categorías:

Categoría	Nombre de la autora e institución	Nombre de la tesis	Asesoras
Doctorado	Jocelin Marari Rizo Villagrana Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM	Caracterización microbiológica, bioquímica y proteómica del pozol	Dra. Romina Rodríguez Sanoja
Maestría	Dora Elisa Cruz Casas Universidad Autónoma de Coahuila	Potencial biológico de péptidos obtenidos del amaranto mediante fermentación con bacterias ácido-lácticas	Dra. Adriana Carolina Flores Gallegos
Licenciatura	Karen Donaji Olivo Escalante Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM	Evaluación del efecto de dos péptidos cariofílicos en el ensamblaje y funcionalidad de nanopartículas para terapia génica a base de quitosán utilizando el plásmido pEGFP-N1	Dra. María Eugenia Aranda Barradas

La Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería (SMBB) y Yakult, S.A. de C.V, honran la memoria del Dr. Casas Campillo, pionero de la biotecnología mexicana, otorgando el premio que lleva su nombre que tiene como fin reconocer y estimular a jóvenes investigadores en la biotecnología o la bioingeniería por su labor realizada en México.

Los miembros de la Comisión de Premios otorgaron el Premio “Carlos Casas Campillo-Yakult 2023” al Dr. Diego Armando Esquivel Hernández de la Universidad Autónoma Metropolitana. Los premios Alfredo Sánchez Marroquín y Premio Carlos Casas Campillo fueron entregados por la Mtra. Angélica Díaz Aranda, Gerente de Difusión de la empresa Yakult en presencia de la Dra. Romina Rodríguez Sanoja y el Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez.

Durante el Congreso Nacional se entregó también un reconocimiento a los tres mejores carteles expuestos del lunes 11 al jueves 15 de septiembre. La organización de la evaluación de los carteles ganadores estuvo a cargo del Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez, apoyado por 34 evaluadoras y evaluadores. Las personas ganadoras por día fueron:

Lunes 11 de septiembre

Lugar	Cartel
1	IIC48. ESTUDIO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LA CUTINASA RECOMBINANTE AN CUT1 DE <i>Aspergillus nidulans</i> PARA LA DEGRADACIÓN DE PET. Autores: Augusto Castro, Adela Rodríguez, Rogelio Rodríguez-Sotres y Amelia Farrés
2	IIC02. EVALUACIÓN DE LA ADSORCIÓN DE SUSTRATOS Y PRODUCTO DURANTE LA PRODUCCIÓN DE ISOBUTIL PROPIONATO EN UN BIORREACTOR SÓLIDO/GAS CON CALB IMMO PLUS. Autores: Yahir Alejandro Cruz Martínez, Carlos Omar Castillo Araiza, Edmundo Castillo Rosales, Sergio Huerta Ochoa.
3	IIIC25. EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE UN CONSORCIO BACTERIANO CON POTENCIAL BIOFERTILIZANTE EN DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO ALTERNATIVOS. Autores: Adriana Rosabel Marín Cortez, Rosalinda Mendoza Villarreal.

Martes 12 de septiembre

Lugar	Cartel
1	VIIC42. ESTUDIO DE LA SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE FRUCTANAS Y CARACTERIZACIÓN DEL CONJUGADO NPL-ICG. Autores: Maura Jennifer Martínez Morales, Clarita Olvera Carranza, Leonor Pérez Martínez, Guadalupe Trinidad Zavala Padilla, Raymundo David Valdez Echeverría, Francisco M. Goycoolea.
2	VC008. SELECCIÓN DE LAS CONDICIONES DE CULTIVO SÓLIDO PARA LA DEGRADACIÓN DE BFA POR UN CONSORCIO FÚNGICO EMPLEANDO UN SOPORTE INERTE. Autores: José Luis Torres-García, Miriam Ahuactzin-Pérez, Francisco José Fernández-Perrino, Diana V. Cortés-Espinosa.

3	IIIC80. REDUCCIÓN EN EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS USANDO MICROORGANISMOS BENÉFICOS. Autores: Antonino Baez, Yolanda E. Morales-García, Jesús Muñoz-Rojas.
---	---

Miércoles 13 de septiembre

Lugar	Cartel
1	IXC10. USO DE PEPTIDOGLUCAN HIDROLASAS RECOMBINANTES PARA LA ELIMINACIÓN DE BIOPELÍCULAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Autores: Katya Paola Ibarra Domínguez, Amelia Farrés.
2	IXC49. CARACTERIZACIÓN GENÓMICA IN SILICO DE METABOLITOS SECUNDARIOS CON ACTIVIDAD BIOSURFACTANTE Y BIOEMULSIFICANTE DE BACTERIAS HALOTOLERANTES DE CENOTES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. Autores: Andrés Medel Sánchez Lara, Griselda Karina Guillén Navarro, Susana del Carmen de la Rosa García, Guadalupe Eugenia Zarza Franco, Verónica García Fajardo.
3	XC35. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE SOFOROLÍPIDOS EN FERMENTACIÓN EN MEDIO SÓLIDO. Autores: Ángeles Domínguez Rivera, María Alejandra Pichardo Sánchez, José de Jesús Cazares Marinero, Gerardo Saucedo Castañeda.

Jueves 14 de septiembre

Lugar	Cartel
1	XIIIC09. PRODUCCIÓN DE FICOCIANINA DE LA MICROALGA ROJA TERMOACIDÓFILA <i>Cyanidioschyzon</i> sp. Autores: Ingrid Hernández, León Sánchez, Laura González, Marcia Morales.
2	XIIC09. ESTUDIO IN SILICO DE LOS METABOLITOS PRINCIPALES DE BACOPA PROCUMBENS COMO AGENTES POTENCIALES DEL CRECIMIENTO CAPILAR. Autores: Salvador Pérez Mora, María del Consuelo Gómez García, David Guillermo Pérez Ishiwara
3	VC112. VALORIZACIÓN DE LAS VINAZAS TEQUILERAS MEDIANTE TRATAMIENTO CON LEVADURAS Y HONGOS FILAMENTOSO. Autores: María Fernanda Ramos-Reyes, Diego Diaz-Vázquez, Martín Esteban González-López, Diego A. Tuesta-Popolizio, Misael Sebastián Gradilla-Hernández

Después del análisis de su destacada trayectoria, los Miembros del Consejo de Ex-Presidentes de la SMBB, coordinados por la Dra. Romina Rodríguez Sanoja decidieron otorgarle la distinción de “Miembro de Honor 2023”, al Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich del Instituto de Biotecnología de la UNAM.

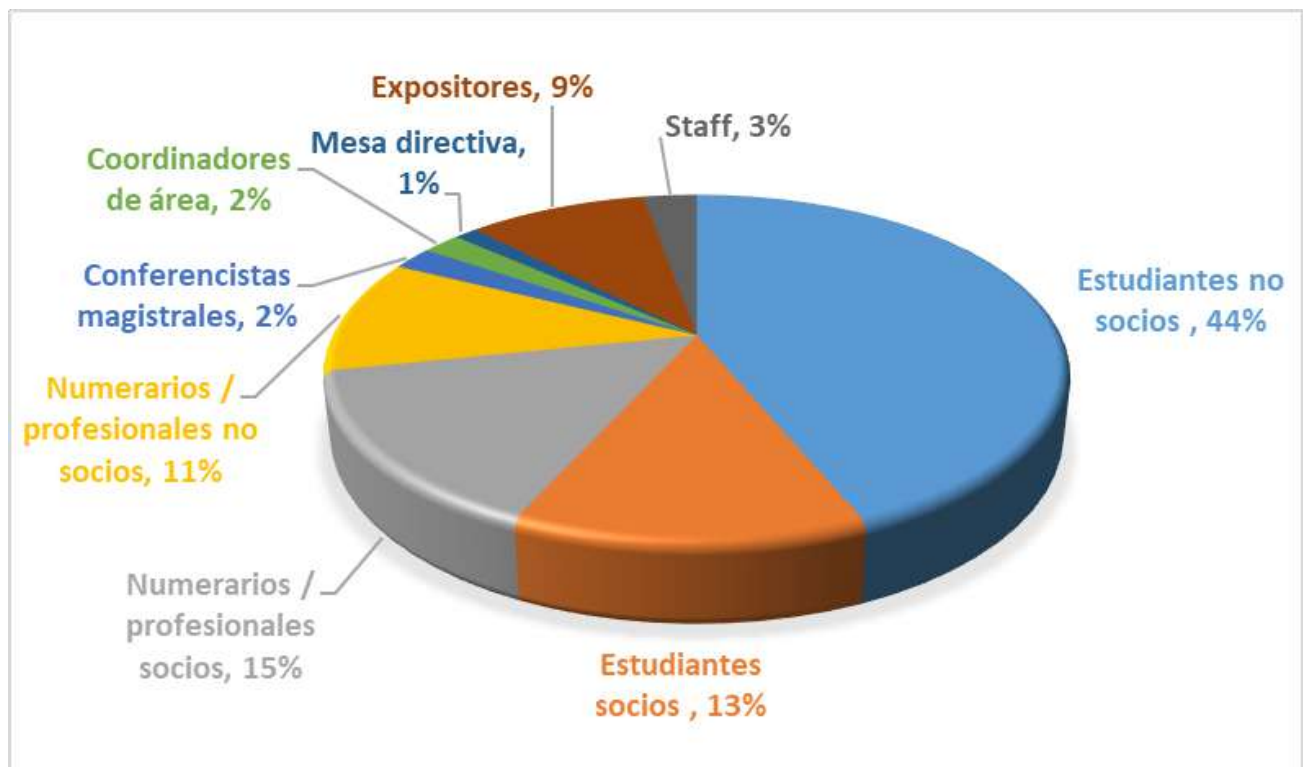
Dra. Beatriz Ruiz Villafán
Secretaria MDN 2022-2024
Presidenta del Comité Científico

Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez
Subsecretario MDN 2022-2024
Presidente de la Comisión de Premios

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Informe Financiero

En esta ocasión contamos con 743 asistentes quienes mayoritariamente fueron estudiantes de licenciatura y posgrado, y profesionales académicos e industriales. En total, 612 asistentes fueron congresistas, 16 conferencistas magistrales, 15 coordinadores de área, 70 expositores en stands comerciales y algunos académicos, y 30 personas del staff y de la mesa directiva nacional (MDN).



Gráfica 1. Distribución de asistentes al XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

La participación de la industria tanto en asistencia como en stands comerciales fue notable. Contamos con 19 stands comerciales y de servicios: 3M, Accesolab, Analitek, Biotekno, Bio Rad, Científica Senna, Cytiva, Eppendorf, ISASA, Jaru, MCD Labs, Merck, M-N Systems, Promarsa, Química Valaner, Sartorius, Secoya Labs, RG Laboratorios, UDIBI. Así como 6 de instituciones académicas: CINVSTAV, IBT-UNAM, UAM, UANL, PCBq-UNAM, Wetsus. Agradecemos a todos su gran participación.

De las empresas e instituciones asistentes contamos también con Probiomed, Yakult, SENASICA y Altus Biotech.

Los ingresos y egresos del Congreso se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Ingresos y egresos de la SMBB en el XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería.

Gastos	Monto	Ingresos	Monto
Centro de convenciones y servicios Hotel Azul Ixtapa	\$2,175,000 (\$1,331,000 aportación congresistas hospedados + \$844,000 SMBB)	Inscripciones	\$2,189,000
Hotel Azul coffee break y bebidas pósters	\$400,000	Expositores y charlas técnicas	\$1,024,000
Servicio organización congreso agencia ECODSA	\$987,000	Taller precongreso Analitek	\$24,000
Transportación MDN y conferencistas	\$78,200	Curso precongreso SIPIFund	\$23,200
Reembolsos inscripciones coordinadores área	\$37,000	Premio Yakult	\$96,000
Kit congresista	\$115,000	Premio Biotekno	\$34,000
Papelería, impresiones y servicio audiovisual extra Multicongress Ixtapa	\$36,800	Hospedajes extras MDN ^{**}	\$88,000
Memorias del congreso	\$9,000	Donativos instituciones académicas	\$153,000
Celebración jueves 14 sept	\$157,000	Donaciones personales de miembros de la SMBB	\$20,500
Premio Yakult	\$96,000	TOTAL	\$3,651,700
Premio Biotekno	\$34,000		
Premio posters SMBB	\$18,000		
Beca "Mujeres en la Ciencia"	\$249,000		
TOTAL	\$2,812,000		

** Hospedajes extras de familiares de la MDN cubiertos personalmente por los miembros de la MDN.

Dra. Dolores Reyes Duarte
Tesorerera MDN 2022-2024
dreyes@cua.uam.mx



CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA
11 - 15 DE SEPTIEMBRE 2023

Septiembre, 2023

Horario		Lunes 11	Martes 12	Miércoles 13	Jueves 14	Viernes 15
	Registro (8:30 – 17:00hrs.)					
8:45 – 9:00	Inauguración Salón Zeus	MDN 2022-2024				
9:00 – 9:50	Conferencias Plenarias 9:00 – 11:30 Salón Zeus	Conferencia Inaugural “Anticuerpos monoclonales: de balas mágicas a salvadores de vida” Dra. Laura Palomares	IV. Biotecnología alimentaria Dr. Carlos Regalado	VII. Nanobiotecnología y biomateriales Dr. Eden Morales	VIII. Biotecnología farmacéutica Dr. Eric Dumonteil	XI. Ciencias ómicas y edición de genomas Dr. Luis David Alcaraz
9:50 – 10:40		II. Biotecnología enzimática y biocatálisis Dr. Francisco Plou	XV. Biotecnología y Sociedad Dr. Enrique Galindo	X. Bioingeniería y fermentaciones Dr. Guillermo Quijano	XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos Dr. Felix Kregel	IX. Biotecnología Microbiana Dra. Cecilia Martínez Gómez
10:40 – 11:30		III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina Dra. Clelia de la Peña	VI. Bioenergía y biocombustibles Dr. Cesar I Torres	I. COVID-19 Dra. Susana López	XII. Bioinformática Dr. Pablo Vinuesa	V. Biotecnología Ambiental Dra. Lucía Hernández
11:30 – 11:45			Premiación carteles	Premiación carteles	Premiación carteles	Premiación carteles
11:30 – 12:00	Receso Café					
12:00 13:30	Simposios Simultáneos 12:00 – 13:30	Simposio III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina Salón Zeus	Simposio IV. Biotecnología alimentaria Salón Zeus	Simposio IX. Biotecnología microbiana Salón Zeus	Simposio V. Biotecnología Ambiental Salón Zeus	Conferencia Clausura Carlos Casas Campillo 12:00 – 12:45 hrs. Salón Zeus
		Simposio II. Biotecnología enzimática y biocatálisis Salón Cronos	Simposio XV. Biotecnología y Sociedad Salón Cronos	Simposio X. Bioingeniería y fermentaciones Salón Cronos	Simposio I. COVID-19 Salón Cronos	Premio Sergio Sánchez Esquivel – Biotekno 12:45 – 13:15 Salón Zeus
		Simposio VI. Bioenergía y biocombustibles Salón Neptuno	Simposio VII. Nanobiotecnología y biomateriales Salón Neptuno	Simposio VIII. Biotecnología farmacéutica Salón Neptuno	Simposio XI. Ciencias ómicas y edición de genomas Salón Neptuno	Premio y conferencia Miembro de Honor 13:15 – 13:45 Salón Zeus
		Simposio XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos Salón Ares	XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos. Dra. Mónica L. Guzmán Salón Ares	Simposio XII. Bioinformática Salón Ares	Simposio XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos Salón Ares	Ceremonia de Clausura 13:45 – 14:00 hrs. Salón Zeus
12:00 - 13:00	Charlas Técnicas Salón Afrodita					
13:30 – 15:30	Comida					
15:30 – 17:00	Presentaciones libres orales simultáneas 15:30 – 17:00	Área III. Biotecnología Agrícola, vegetal y marina Salón Zeus	Área IV. Biotecnología alimentaria Salón Zeus	Área V. Biotecnología Ambiental Salón Zeus	Área V. Biotecnología Ambiental Salón Zeus	
		Área II. Biotecnología enzimática y biocatálisis Salón Cronos	Área III. Biotecnología Agrícola, vegetal y marina Salón Cronos	Área IX. Biotecnología microbiana Salón Cronos	Área XI. Ciencias ómicas y edición de genomas / XII. Bioinformática Salón Cronos	
		Área VI. Bioenergía y biocombustibles Salón Neptuno	Área VII. Nanobiotecnología y biomateriales Salón Neptuno	Área VIII. Biotecnología farmacéutica Salón Neptuno	Área IV Biotecnología alimentaria Salón Neptuno	
		Área XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos / I. COVID-19 Salón Ares	Área V. Biotecnología Ambiental y Área XV Biotecnología y Sociedad Salón Ares	Área X. Bioingeniería y fermentaciones Salón Ares	Área XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos Salón Ares	
15:30 – 17:30 Salón Afrodita	Charlas Técnicas 15:30 – 16:30					
	Charlas Técnicas 16:30 – 17:30					
17:00 – 18:30	Carteles 17:00 – 18:30 Salones Apolo, Poseidón y Tritón	Exposición de carteles Área I. COVID-19 Área II. Biotecnología enzimática y biocatálisis Área III. Biotecnología Agrícola, vegetal y marina Área VI. Bioenergía y biocombustibles Área XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos	Exposición de carteles Área III. Biotecnología Agrícola, vegetal y marina Área IV. Biotecnología alimentaria Área V. Biotecnología ambiental Área VII. Nanobiotecnología y biomateriales Área XV. Biotecnología y Sociedad	Exposición de carteles Área V. Biotecnología ambiental Área VIII. Biotecnología farmacéutica Área IX. Biotecnología microbiana Área X. Bioingeniería y fermentaciones	Exposición de carteles Área IV. Biotecnología alimentaria Área V. Biotecnología ambiental Área XI. Ciencias ómicas y edición de genomas Área XII. Bioinformática Área XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos	
18:30 – 19:00					Premio Alfredo Sánchez Marroquín Yakult Salón Zeus	

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Conferencias Plenarias

Conferencia inaugural

“Anticuerpos monoclonales: de balas mágicas a salvadores de vida”

Dra. Laura Alicia Palomares Aguilera, Instituto de Biotecnología, UNAM

Plenarias

Área I. COVID 19

“¿Qué lecciones nos ha dejado la pandemia de COVID 19?”

Dra. Susana López Charretón, Instituto de Biotecnología, UNAM

Área II. Biotecnología enzimática y biocatálisis

“Situación actual y perspectivas en el empleo de enzimas”

Dr. Francisco Plou, Instituto de Catálisis y petroleoquímica, CSI, España 27

Área III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina

“Explorando la epigenética del albinismo vegetal en *Agave angustifolia* mediante la biotecnología”

Dra. Clelia de la Peña Seaman, Centro de Investigación Científica de Yucatán 28

Área IV. Biotecnología alimentaria

“Nanopartículas como acarreadores de agentes antimicrobianos en empaques activos”

Dr. Carlos Regalado González, Universidad Autónoma de Querétaro 30

<p><i>Área V. Biotecnología ambiental</i> “Saneamiento sustentable, segregación de aguas domésticas: investigación y práctica en los Países Bajos” Dra. Lucía Hernández, Wetsus, WaterCampus Leeuwarden, Países Bajos</p>	31
<p><i>Área VI. Bioenergía y biocombustibles</i> “Microbial electro photosynthesis (MEPS) a platform to deliver electrons for biosynthesis to photosynthetic microorganisms” Dr. Cesar I. Torres, Arizona State University, USA</p>	32
<p><i>Área VII. Nanobiotecnología y biomateriales</i> “Nanomateriales aplicados en (bio)sensores fotónicos” Dr. Eden Morales Narváez, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM</p>	33
<p><i>Área VIII. Biotecnología farmacéutica</i> “Desarrollo de vacuna contra enfermedades desatendidas: retos y logros” Dr. Eric Dumonteil, Tulane University, UNAM</p>	34
<p><i>Área IX. Biotecnología microbiana</i> “Desarrollo de una plataforma bacteriana para obtener metales críticos de basura electrónica para el desarrollo sustentable de nueva tecnología” Dra. Cecilia Martínez, University of California, Berkeley, USA</p>	35
<p><i>Área X. Bioingeniería y fermentaciones</i> “De la purificación de biogás al desarrollo de nuevas tecnologías para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero” Dr. Guillermo Quijano Govantes, Instituto de Ingeniería, UNAM</p>	36
<p><i>Área XI. Ciencias ómicas y edición de genomas</i> “Microbiomas, interacciones con sus hospederos e ingeniería de consorcios bacterianos” Dr. Luis David Alcaraz Peraza, Facultad de Ciencias, UNAM</p>	
<p><i>Área XII. Bioinformática</i> “Bioinformática aplicada análisis de genes, proteínas y pangenomas de bacterias y eucariontes.” Dra. Pablo Vinuesa Fleischmann, Centro de Ciencias Genómicas, UNAM</p>	37

Área XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos

“Hacia la producción sustentable de alcaloides iboganos mediante especies mexicanas de *Tabernaemontana*”

Dr. Felix Krengel, Facultad de Ciencias, UNAM

39

Área XV. Biotecnología y sociedad

“En México, la biotecnología está en movimiento, aunque requiere aceleración para incrementar su impacto”

Dr. Enrique Galindo Fentanes, Instituto de Biotecnología, UNAM

40

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS EN EL EMPLEO DE ENZIMAS

Francisco J. Plou

Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, 28049 Madrid (España), fplou@icp.csic.es

Palabras clave: Biocatálisis, Biotransformaciones, Aprovechamiento de residuos

Gracias a su elevada actividad catalítica y notable especificidad, las enzimas se han convertido en un pilar fundamental para mejorar nuestra vida cotidiana (1). Las aplicaciones de estas proteínas catalíticas han ido creciendo de manera exponencial; así, el mercado de enzimas superó en 2022 los 12.000 millones de dólares, con una previsión de incremento anual hasta 2030 de casi el 7 % (<https://www.precedenceresearch.com/enzymes-market>).

Aunque todavía existen algunas aplicaciones con enzimas de origen animal y vegetal, la forma más eficiente de producirlas a gran escala es por fermentación sumergida de microorganismos. Para ello ha sido determinante el desarrollo de la microbiología industrial. En conjunto, la producción anual de enzimas supera las 10.000 toneladas.

En función de sus niveles de aplicación, podemos establecer dos grandes grupos de enzimas. Por un lado, tenemos las «enzimas industriales», que se producen a gran escala (habitualmente sin purificar o semipurificadas) y se emplean de forma masiva en detergentes, alimentación humana y animal, obtención de biocombustibles y *commodities*, etc. Por otro lado, las «enzimas especializadas» se producen en pequeña escala, con alto grado de pureza, y se utilizan en la industria farmacéutica, biosensores, análisis clínicos o en biomedicina.

Las enzimas disminuyen el impacto medioambiental de los procesos (2), ya que en su presencia estos se pueden llevar a cabo en condiciones suaves (presión atmosférica, temperaturas moderadas, medios acuosos, pHs moderados, etc.). Todo ello permite minimizar la generación de residuos y gases de efecto invernadero (3).

A comienzos del siglo XXI se produjo un cambio de paradigma en biocatálisis. Hasta entonces, la estrategia era adaptar el proceso a las características

de las enzimas disponibles. Sin embargo, desde el descubrimiento de la evolución molecular dirigida (4), lo que se modifica no es el proceso sino la propia enzima. A este desarrollo espectacular de la biocatálisis también han contribuido las técnicas de secuenciación, los avances en bioinformática, la síntesis de genes, las herramientas de *high-throughput screening*, el modelado molecular, las técnicas metagenómicas y, más recientemente, la inteligencia artificial.

En esta conferencia, desgranaré algunos de los retos futuros que se plantean para las enzimas. Entre ellos, cabe destacar su aplicación extensiva en procesos de química verde, el aprovechamiento de residuos (p. ej. plásticos), la implantación masiva en la industria farmacéutica, los nuevos desafíos en biomedicina o la obtención de energía limpia.

Agradecimiento. Agradecemos al Ministerio de Ciencia e Innovación la financiación a través de los proyectos GLYCOENZ-PHARMA (PID2019-105838RB-C31), SUST_CHIT_BIOPR (TED2021-129288B-C21) y ACYLGLUFLAV_APP (PDC2022-133134-C21). También se agradece a la Unión Europea por el proyecto LIFE21-ENV-ES-CYCLOPS (Ref. 101074544).

Bibliografía.

1. Plou F. (2016) *Qué sabemos de las enzimas*. Editorial CSIC-Catarata. España.
2. Wu S, Snajdrova R, Moore JC, Baldenius K, Bornscheuer UT. (2021) Biocatalysis: Enzymatic synthesis for industrial applications. *Angew. Chem. Int. Ed.* 60, 88–119.
3. Sheldon RA, Woodley JM (2018). Role of Biocatalysis in Sustainable Chemistry. *Chem. Rev.* 118, 801–838.
4. Alcalde M. (2012) Fundamentos de evolución molecular dirigida de enzimas. En: *Biocatálisis aplicada a la obtención de fármacos de alto valor añadido*. Sánchez Montero JM y Ortega Ortiz-de-Apodaca F, Eds. Editorial Real Academia Nacional de Farmacia. España, p. 289-316.



EXPLORANDO LA EPIGENÉTICA DEL ALBINISMO VEGETAL EN AGAVE ANGUSTIFOLIA MEDIANTE LA BIOTECNOLOGÍA

Mauricio Andrade-Marcial; [Clelia De-la-Peña](mailto:clelia@cicy.mx)

Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología, Mérida Yucatán 97205.

clelia@cicy.mx

Palabras clave: Albinismo, Biotecnología, Epigenética

Introducción. El albinismo en plantas es un fenómeno poco común en la naturaleza que se caracteriza por la pérdida total o parcial de pigmentos fotosintéticos, abriendo una nueva investigación a través de la biotecnología. Aunque se han logrado avances en la comprensión de la naturaleza de este fenómeno, las bases epigenéticas y biológicas aún permanecen inexploradas. Durante la micropropagación de *Agave angustifolia* Haw., se identificaron tres fenotipos diferentes: verde (G), variegado (V) y albino (A). Sorprendentemente, las plantas albinas no mutantes, como el modelo de *A. angustifolia*, han proporcionado una nueva perspectiva en la exploración de la epigenética. Estas plantas, que carecen de clorofila y la capacidad de fotosintetizar, han demostrado ser una herramienta valiosa para comprender los procesos de biogénesis de los cloroplastos (1-5). La estabilidad de estos modelos albinos no mutantes permite investigaciones más detalladas sobre cómo los mecanismos epigenéticos influyen en la regulación génica y en la adaptación de las plantas al entorno. También, mediante la proteómica cuantitativa, identificamos enzimas clave y acumulación diferencial de aminoácidos, revelando adaptaciones en ausencia de cloroplastos.

Metodología. En este estudio se utilizaron técnicas ómicas para evaluar las diferencias a nivel transcritos y proteínas entre las plantas albinas y las plantas verdes. También, para comprender las diferencias fisiológicas y epigenéticas entre los somaclones de *Agave*, se analizaron parámetros morfofisiológicos y cambios en los patrones de metilación del ADN en los tres fenotipos durante su desarrollo *in vitro*. Se evaluaron las marcas de histonas (H3K4me2, H3K36me2, H3K9ac, H3K9me2 y H3K27me3) para investigar las implicaciones en la compactación de la cromatina relacionadas con el albinismo de *A. angustifolia*.

Resultados. El análisis epigenético reveló que la metilación global del ADN aumentó en el fenotipo verde durante los dos primeros subcultivos, pero

posteriormente disminuyó. Esta hipometilación se correlacionó con la aparición de brotes variegados en las plántulas verdes. Una correlación similar se observó en el fenotipo variegado, donde un aumento del 2 % en los niveles globales de metilación del ADN se correlacionó con la generación de brotes albino en las plántulas variegadas. En las plantas albinas, se observó un aumento significativo en la marca de histona H3K9ac en comparación con las plantas variegadas o verdes, indicando un cambio en la compactación de la cromatina relacionado con el albinismo.

Además, se demostró que los aminoácidos y las vías biosintéticas relacionadas con ellos se ven afectados en plantas con fenotipos albinos y variegados. Se identificaron cambios significativos en la acumulación de aminoácidos y enzimas clave en la biosíntesis de aminoácidos en los somaclones albino y variegado, en comparación con plantas verdes.

Conclusiones. Nuestros hallazgos sugieren la existencia de una "memoria de estrés epigenético" durante las condiciones *in vitro* que induce cambios en la cromatina, favoreciendo la generación de brotes variegados y albino. Además, demostramos la influencia de la biotecnología en el estudio no solo de la epigenética sino las ómicas (transcriptómica, proteómica y metabolómica) en plantas con fenotipos albinos y variegados. Se identificaron cambios significativos en la expresión de genes relacionados a la biogénesis del cloroplasto así como en la acumulación de aminoácidos y enzimas clave en la biosíntesis de aminoácidos en los somaclones albino y variegado, en comparación con plantas verdes.

Agradecimiento. Agradecemos al CONAHCYT por los proyectos financiados y las becas otorgadas.

Bibliografía.

(1) Andrade-Marcial M, Pacheco-Arjona R, Góngora-Castillo E, De-la-Peña C (2022) *BMC Plant Biology* 22: 352

- (2) Andrade-Marcial M, Ruíz-May E, Elizalde-Contreras JM, Pacheco N, Herrera-Pool E, De-la-Peña C (2023) *Plant Physiology and Biochemistry* 201: 107902
- (3) Duarte-Aké F, Castillo-Castro E, Pool FB, Espadas F, Santamaría JM, Robert ML, De-la-Peña C (2016) *Plant Cell Reports* 35: 2489–2502
- (4) Hernández-Castellano S, Garruña-Hernández R, Us-Camas R, Kú-Gonzalez Á, De-la-Peña C (2020) *Molecular Genetics and Genomics* 295: 787-805
- (5) Us-Camas R, Castillo-Castro E, Aguilar-Espinosa M, Limones-Briones V, Rivera-Madrid R, Robert-Díaz ML, De-la-Peña C (2017) *Plant Science* 263: 156-167

NANOPARTÍCULAS COMO ACARREADORES DE AGENTES ANTIMICROBIANOS EN EMPAQUES ACTIVOS

Carlos Regalado González, Alexis Matadamas Ortiz, Elvia Hernández-Hernández, Blanca García Almendárez

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, C.P. 76010
regcarlos@gmail.com

Palabras clave: nanopartículas de sílice mesoporoso, materiales de empaque activos, antimicrobianos

Introducción. El interés en la protección del medio ambiente y de la inocuidad alimentaria ha promovido el desarrollo de materiales de empaque comestibles con sustancias antimicrobianas como los aceites esenciales (AE) para prolongar la vida útil de los alimentos como pan, queso y carne. Las películas y recubrimientos comestibles son hechos a base de biopolímeros adicionados de plastificantes y nanomateriales que permiten una liberación controlada de los AE u otros ingredientes haciendo más eficiente su actividad biológica (1).

El objetivo de este trabajo fue elaborar una película activa comestible incorporando nanopartículas de sílice mesoporosa (NSM) encapsulando aceite esencial de orégano (AEO) para aumentar la vida de anaquel de alimentos, sin el uso de conservadores químicos.

Metodología. El AEO se encapsuló en nanopartículas de sílice mesoporosa (MSNA) (1). Se diseñaron películas activas (PA) mezclando concentrado proteico de amaranto (A) y quitosano (Q), en relación 4:1 (A:Q, p/p), adicionadas con MSNA. Se evaluó el tamaño de partícula por microscopía electrónica, la rugosidad por microscopía de fuerza atómica, y el efecto antimicrobiano de las PA aplicadas en carne de res almacenada bajo refrigeración a 4°C (1,2).

Resultados. El tamaño de las MSN fue de 147 nm (Fig. 1), sugiriendo su uso seguro en matrices alimentarias. La Fig. 2 muestra la rugosidad superficial de las películas incorporadas con MSNA. Las PA comestibles mostraron excelentes propiedades antimicrobianas al aplicarse en carne cruda de res (Fig. 3).

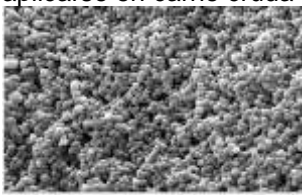


Fig. 1. Micrografía electrónica de barrido de las MSNA

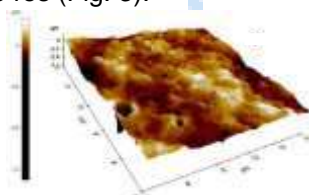


Fig. 2. Rugosidad de películas activas adicionadas con MSNA

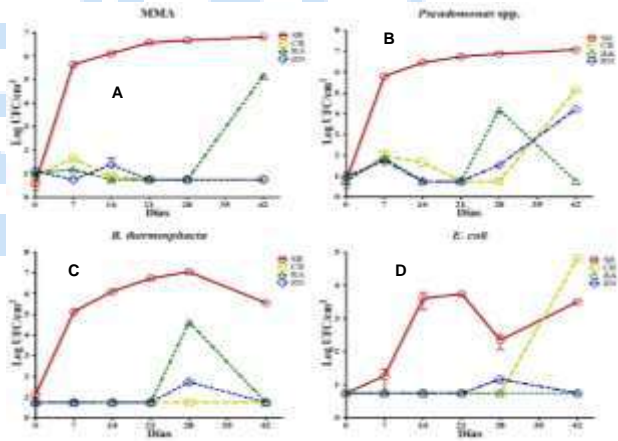


Figura 3. Efecto de las PA en el crecimiento de microorganismos mesófilos aeróbicos (MMA)(A), *B. thermosphacta* (B), *Pseudomonas* (C) y *E. coli* (D) (Log UFC/cm²) en carne fresca de res refrigerada (4°C). SR: control sin recubrimiento; CR: con recubrimiento sin AEO ni NSM; RA: muestra con recubrimiento + AEO; RN: recubrimiento + MSN con AEO encapsulado.

El recubrimiento conteniendo MSNA (RN) evitó la transferencia de oxígeno y por tanto el crecimiento de *Pseudomonas*, mostrando a los 42 días una población menor que usando el recubrimiento sin MSNA, y 3 Log UFC/cm² menos que el control. El control sufrió deterioro microbiano a los 14 días (Fig. 3 A).

Conclusiones. El material de empaque diseñado aumentó la vida de anaquel de carne fresca de res bajo refrigeración, inhibiendo el desarrollo de bacterias patógenas y deterioradoras por 42 días.

Agradecimiento. Al CONAHCYT por beca de posgrado a AMO.

Bibliografía.

1. Matadamas-Ortiz, A., Hernández-Hernández, E., Castaño-Tostado, E., Amaro-Reyes, A., García-Almendárez, B., Velázquez, G., Regalado-González, C. (2023). *Int. J. Mol. Sci.* 24: 92
2. Ríos de Benito, L.F., Escamilla-García, M., García-Almendárez, B., Amaro-Reyes, A., Di Pierro, P., Regalado-González, C. (2021). *Coatings.* 11: 1212

SANEAMIENTO SUSTENTABLE, SEGREGACIÓN DE AGUAS DOMÉSTICAS: INVESTIGACIÓN Y PRÁCTICA EN LOS PAÍSES BAJOS

Lucía Hernández Leal, Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, 8911 MA Leeuwarden, lucia.hernandez@wetsus.nl

Palabras clave: tratamiento anaerobio, recuperación de agua, energía y nutrientes

Introducción. Globalmente se habla de crisis de recursos: agua, energía, nutrientes tales como el fósforo, nitrógeno, potasio. Todos estos son componentes del agua residual doméstica y en general son desaprovechados, al mismo tiempo que causan problemas de contaminación de recursos hídricos. El concepto de saneamiento sustentable supone la segregación de aguas residuales domésticas, en aguas negras (descarga de sanitarios) y aguas grises (lavabos, ducha, bañeras, lavadora) y ofrece nuevas oportunidades para recuperar agua, nutrientes y energía. La mayor parte de la materia orgánica y nutrientes se encuentra en las heces fecales y la orina, contiene el 80% de la materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio (si se combina con la basura orgánica). Por otro lado, las aguas grises representan el volumen más alto de agua utilizada en el hogar, además de ser una corriente de considerable de energía térmica ¹. Al segregar estas corrientes, es posible tratar el agua eficientemente y resulta en productos valiosos como agua, energía, fertilizantes y abono. En Wetsus, las últimas dos décadas hemos estudiado este concepto a diferentes escalas.

Metodología. Las descargas de sanitarios se recolectan con sanitarios de colección a vacío y son tratadas en un reactor anaerobio tipo UASB (Upflow anaerobic sludge blanket) seguido de oxidación anaerobia (anammox) de amonio y precipitación de P en forma de estruvita. Alternativamente el P se puede recuperar como fosfato de calcio en el primer reactor UASB. Para las aguas grises, el tratamiento central es aerobio. La producción de agua reclamada de alta calidad se puede lograr tratando el efluente aerobio con carbón activado, ozono o membranas de nanofiltración. Todos estos procesos se han probado a escala de laboratorio, y algunos en un fraccionamiento de 250 casas.

Resultados. Las aguas negras contienen aprox. 10 g/L de demanda química de oxígeno (DQO), 1 g/L de N_{tot} y 110 mg/L de P. El 80% de la DQO se convierte en biogás en el reactor UASB. El amonio se remueve (>95%) por medio oxidación anaerobia (demostrado a escala real) o se recupera en forma de sales de amonio en un proceso electroquímico (demostrado en laboratorio)². El 60% del fósforo se encuentra en el

efluente y se recupera en forma de estruvita (fosfato de magnesio-amonio). Alternativamente se recupera como CaP, al agregar calcio en el reactor UASB ³. Las aguas grises (DQO de 600 mg/L aprox.) se tratan en un reactor aerobio, seguido de un módulo de nanofiltración (Fig. 1) para producir agua de muy alta calidad (Tabla 1) para todos los usos no-potables.

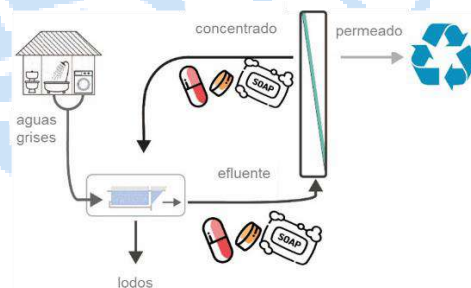


Fig. 1. Concepto para tratamiento y reclamación de aguas grises, el primer paso consiste en el tratamiento aerobio, el efluente se trata por una unidad de nanofiltración y el concentrado se retorna al tratamiento biológico.

Tabla 1. Características de agua reclamada tras tratamiento aerobio y con nanofiltración de aguas grises.

Parámetro	Concentración mg/L	Estándar de descarga
DQO	9	125
N total	3.4	15
NH4-N	1.2	-
NO3	1.9	-
P total	0.2	2
<i>E. Coli</i>	0/100 mL	-

Conclusiones. Nuestros resultados demuestran la factibilidad del saneamiento sustentable a diferentes escalas. Agua, energía y nutrientes pueden ser recuperados en lugar de desaprovechados. Este concepto tiene alto potencial particularmente en nuevos fraccionamientos.

Bibliografía.

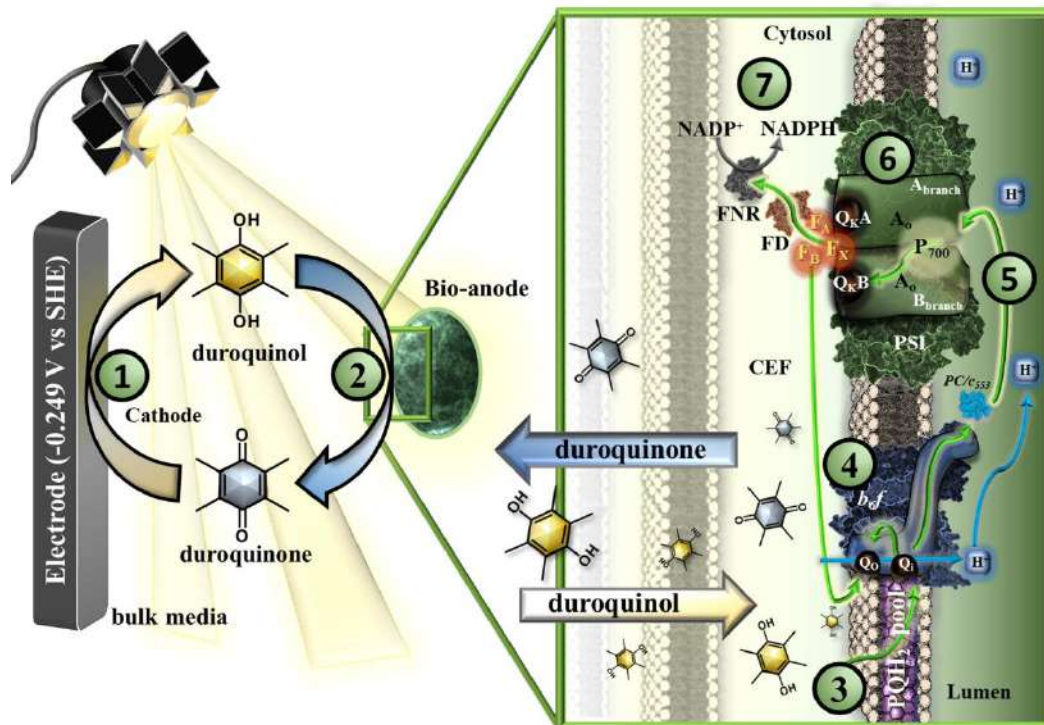
- Hernández Leal, L., Tervahauta, T. & Zeeman, G. *Innov. Wastewater Treat. Resour. Recover. Technol. Impacts Energy, Econ. Environ.* 61 (2017).
- Rodríguez Arredondo, M., Kuntke, P., ter Heijne, A., Hamelers, H. V. M. & Buisman, C. J. N. *Water Res.* 111, 330–337 (2017).
- Cunha, J. R. *et al. Water Res.* 130, 333–342 (2018).

Microbial electro-photosynthesis (MEPS) - a platform to deliver electrons for biosynthesis to photosynthetic microorganisms

Christine Lewis^{†‡}, Omar Khdourt[†], Wim Vermaas, Petra Fromme^{†‡}, **César Torres^{†Δ}**

School of Molecular Sciences[†], Biodesign Institute[‡], School of Life Sciences^Φ, School for Engineering of Matter, Transport and Energy^Δ, Arizona State University, Tempe Arizona 85287, USA.

The cascading reactions within photosynthetic electron transport chains (PETCs) are responsible for charging cells for autotrophic life. In our work with microbial electro photosynthesis (MEPS), we develop a biosynthesis platform in which photosynthetic organisms accept electrons from a cathode for growth and organic synthesis. To achieve this, a $\Delta psbB$ *Synechocystis* PCC6803 cells had PSII genetically removed. Our novel photosynthetic reactor system drives electron flow without PSII downregulation. Our preliminary data shows that MEPS can generate light-dependent current which increases with light intensity up to 2050 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, delivering 113 $\mu\text{mol electrons h}^{-1} \text{mg-chl}^{-1}$, and an average current density of 150 $\text{A m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{mg-chl}^{-1}$. In our current work, we look more closely at our MEPS system and characterize the use of different analogues of redox mediators (beyond our duroquinone control) that can (1) interrogate the chain more efficiently or in different areas of the electron transport chain, (2) be less toxic and/or highly soluble in photosynthetic medium, and (3) be electrochemically active. We also look also look at how to model redox mediator's journey to and from the cathode to cell in both dark and light reactor systems to provide more specific transport rates of the mediator to the cyanobacteria as well as the overall rate determining steps.



NANOBIOMATERIALES APLICADOS EN (BIO)SENSORES FOTÓNICOS

Eden Morales-Narváez¹, ¹ Biophotonic Nanosensors Laboratory, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro 76230. Correo: eden@fata.unam.mx

Palabras clave: nanofotónica, biofotónica, diagnóstico, cuidado de la salud, nanotecnología

Los nanomateriales ópticamente activos proporcionan herramientas y fenómenos extraordinarios para desarrollar ventajosos sistemas de (bio)ensado con el objetivo de detectar un sinfín de analitos relacionados con el cuidado de la salud, monitoreo ambiental y seguridad en alimentos, entre otros. En esta conferencia hablaremos de los fundamentos del uso de nanomateriales ópticamente activos en (bio)ensado y ofreceremos inspiradores ejemplos, resaltando sus ventajas y perspectivas futuras.¹⁻⁵

Agradecimiento. E. M.-N. agradece la amable invitación de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería. E. M.-N. también agradece el apoyo brindado por el equipo editorial de la revista *Biosensors*.

Bibliografía.

1. Ates, H. C., Nguyen, P. Q., Gonzalez-Macia, L., Morales-Narváez, E., Güder, F., Collins, J. J., Dincer, C. End-to-End Design of Wearable Sensors. *Nat Rev Mater* **2022**, 1–21.
2. Ortiz-Riaño, E. J.; Avila-Huerta, M. D.; Mancera-Zapata, D. L.; Morales-Narváez, E. Microwell Plates Coated with Graphene Oxide Enable Advantageous Real-Time Immunosensing Platform. *Biosensors and Bioelectronics* **2020**, 112319.
3. Avila-Huerta, M. D.; Leyva-Hidalgo, K.; Cortés-Sarabia, K.; Estrada-Moreno, A. K.; Vences-Velázquez, A.; Morales-Narváez, E. Disposable Device for Bacterial Vaginosis Detection. *ACS Meas. Sci. Au* **2023**.
4. Barajas-Carmona, J. G.; Francisco-Aldana, L.; Morales-Narváez, E. Wearable Nanoplasmonic Patch Detecting Sun/UV Exposure. *Anal. Chem.* **2017**, *89* (24), 13589–13595.
5. Avila-Huerta, M. D.; Ortiz-Riaño, E. J.; Mancera-Zapata, D. L.; Cortés-Sarabia, K.; Morales-Narváez, E. Facile Determination of COVID-19 Seroconversion via Nonradiative Energy Transfer. *ACS Sens.* **2021**, *6* (6), 2136–2140.



XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

11-15 de septiembre del 2023. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero

DESARROLLO DE VACUNA CONTRA ENFERMEDADES DESATENDIDAS: RETOS Y LOGROS

Eric Dumonteil

Department of Tropical Medicine and Infectious Disease, School of Public Health and Tropical Medicine, and Vector-Borne and Infectious Disease Research center, Tulane University, New Orleans, LA, USA.

Palabras clave: vacunas, enfermedad de Chagas, enfermedades desatendidas

Las vacunas representan una de las mejores herramientas en salud y uno de los más grandes logros de la biotecnología farmacéutica. Sin embargo, todavía carecemos de vacunas contra muchos patógenos de importancia para la salud humana, así como para la salud animal. En particular, la enfermedad de Chagas es una de estas enfermedades parasitarias desatendidas contra la cual una vacuna representaría un avance considerable para su control. Durante los últimos 20 años, se logró generar evidencia sobre la factibilidad de una vacuna contra esta enfermedad y se desarrolló uno de los primeros candidatos de vacuna para su evaluación avanzada. Sin embargo, varios retos científicos y económicos siguen en el camino, los cuales necesitan ser solucionados para completar el desarrollo de esta nueva vacuna. Se espera que en los próximos años se logren más avances para brindar los mayores beneficios de esta vacuna en la salud.

Desarrollo de una plataforma bacteriana para obtener metales críticos de basura electrónica para el desarrollo sustentable de nueva tecnología

Nathan Good, Alexa Zytneck, y N. Cecilia Martinez-Gomez

Departamento de Biología de Plantas y Microbiología, Universidad de California, Berkeley, Berkeley, CA, 94720. cecimartinez@berkeley.edu

Palabras clave: lantánidos, tierras raras, metilofilia

Las tierras raras y específicamente los lantánidos son componentes críticos de los aparatos tecnológicos que usamos diariamente, incluyendo computadoras o teléfonos celulares. La demanda para producir esta tecnología ha incrementado exponencialmente en la última década. Sin embargo, la extracción y purificación de estos metales, actualmente ocurre usando procesos hidrometalúrgicos que utilizan mucha energía y generan un daño irreparable al medio ambiente.

Nuestro proyecto propone revolucionar los actuales procesos para minar metales, que datan de hace más de 2000 años. Proponemos reemplazar los procesos químicos actuales que incluyen el uso de ácidos y altas temperaturas, por procesos biológicos. Nuestro proceso no genera ningún daño al medio ambiente por que ocurre en un pH neutro, y es altamente eficiente y selectivo. Hemos demostrado que el proceso es eficiente usando diversas fuentes que incluyen minerales como alanita, basura electrónica, y basura médica.

La bacteria que usamos es el metilótrofo, *Methylobacterium extorquens* AM1, ya que usa naturalmente lantánidos como cofactores de enzimas importantes para el metabolismo de compuestos de un carbón. Esta bacteria ha evolucionado un sistema específico para detectar, secuestrar, transportar, usar y almacenar lantánidos. Nosotros hemos identificado las proteínas y moléculas que realizan el proceso que

permite la utilización de lantánidos. Entre ellos, la producción de una molécula que secuestra específicamente lantánidos, llamada lantanóforo. Hemos sobre expresado la producción de esta molécula para incentivar la solubilización y el secuestro de lantánidos, específicamente del lantánido neodimio (Nd). También hemos descubierto que la cepa AM1 almacena lantánidos en el citoplasma en forma de polifosfato. Hemos modificado el metabolismo de fosfato en nuestro modelo bacteriano para incrementar la bioacumulación de los lantánidos.

La separación entre lantánidos es posiblemente uno de los procesos más complicados químicamente y la razón por la que estos metales son tan caros. Nosotros hemos podido modificar genéticamente a la cepa AM1 para poder distinguir el lantánido gadolinio (Gd) y hemos podido incrementar la bioacumulación de este lantánido significativamente.

Todas las modificaciones aquí descritas nos han permitido generar una plataforma bacteriana que nos permite recuperar gramos de lantánidos usando basura electrónica, el primer paso para implementar una tecnología que nos remueva de las actuales prácticas de minería para implementar un proceso más seguro, eficiente, y selectivo.

DE LA PURIFICACIÓN DE BIOGÁS AL DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS PARA MITIGAR EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Guillermo Quijano

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería – Unidad Académica Juriquilla, Querétaro 76230, Email: GQuijanoG@iingen.unam.mx.

Palabras clave: Energía renovable; Cambio climático; Bioprocesos disruptivos

En esta ponencia se presentan las biotecnologías de purificación de biogás desarrolladas por el **Gas Phase Engineering Research Group** del Instituto de Ingeniería de la UNAM y cómo los resultados de caracterización microbiana de estos sistemas dieron lugar a tecnologías disruptivas para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero. En primer lugar, se presenta a la digestión anaerobia como una tecnología que permite una adecuada gestión de los residuos orgánicos y al mismo tiempo genera energía renovable en forma de biogás, el cual está constituido principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). Sin embargo, dependiendo de la composición química de los residuos orgánicos utilizados como sustratos en la digestión anaerobia, el biogás resultante tendrá una variedad de contaminantes que deben removerse para poder ser aprovechado energéticamente. El sulfuro de hidrógeno (H_2S) y los metil siloxanos volátiles (MSV) son dos de los contaminantes más importantes del biogás debido a sus efectos corrosivos y abrasivos en sistemas de aprovechamiento energético como motores de combustión interna, turbinas y sistemas de ciclo combinado. En este contexto, nuestro grupo de investigación ha desarrollado biotecnologías anóxicas para la remoción de H_2S y MSV del biogás, las cuales se basan en acoplar la oxidación de estos contaminantes con la reducción de nitrato o nitrito. La caracterización microbiana de estos sistemas anóxicos de purificación de biogás demostró la presencia y prevalencia de bacterias metanotróficas aerobias, lo cual indica que parte del metano alimentado en estos reactores se consume de forma aerobia aun cuando las condiciones de operación son anaerobias. El consumo de metano en sistemas de purificación de biogás, además de ser indeseado ya que el metano es el gas combustible por aprovechar, se consideraba que no podía ocurrir debido a la naturaleza anaerobia de los sistemas anóxicos desnitrificantes de remoción de H_2S y MSV. Una vez confirmada la presencia de metanótrofos aerobios, se hicieron varias hipótesis de cómo podría ocurrir la oxidación de CH_4 bajo estas

condiciones y el gran potencial de este proceso metabólico para mitigar emisiones de metano derivado de la purga de efluentes anaerobios, incluyendo el propio digestato que se genera en la producción de biogás. Es importante mencionar que el metano es un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global 30 veces superior al del CO_2 en un horizonte de tiempo de 100 años. Nuestro grupo de investigación demostró que existe una diversidad de microorganismos de rápido crecimiento que pueden llevar a cabo la dismutación de óxido nítrico (intermediario de la reducción de nitrato y nitrito), generando O_2 y N_2 , y permitiendo el desarrollo de metanótrofos aerobios. La metanogénesis reversa llevada a cabo por arqueas fue el otro mecanismo de oxidación de metano confirmado bajo condiciones anóxicas desnitrificantes. Finalmente, se describen tecnologías disruptivas basadas en la oxidación anaerobia de metano acoplada a la reducción de nitrato/nitrito, proceso conocido como N-AOM, las cuales abaten en un factor de 30 las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en instalaciones industriales que producen biogás, tales como plantas de tratamiento de aguas residuales, rellenos sanitarios y plantas de producción de biogás a partir de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos.

Agradecimiento. Este trabajo recibió el apoyo de CONAHCYT a través del proyecto Ciencia Básica A1-S-10079, así como de DGAPA-UNAM a través del proyecto PAPIIT TA100123.

BIOINFORMÁTICA APLICADA – ANÁLISIS DE GENES, PROTEÍNAS Y PANGENOMAS DE BACTERIAS Y EUKARIOTES

Pablo Vinuesa¹, Javier Rivera¹, Julio C. Valerdi Negreros¹ y Fulvia Stefany Argueta Zepeda¹.

¹Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México (CCG-UNAM), Cuernavaca, Morelos, 62210, México, vinuesa@ccg.unam.mx, @pvinmex.

Palabras clave: Rab GTPasas, homología profunda, interacción *Stenotrophomonas-Acanthamoeba*

Introducción. En años recientes se han publicado una gran cantidad de herramientas bioinformáticas muy sofisticadas, pero de fácil manejo, que son un recurso extraordinario para el análisis de la estructura, función y evolución de genes, proteínas, genomas y pan-genomas. Aquí presentamos unos ejemplos concretos de aplicación de una selección de estas herramientas en un proyecto de investigación biológica enfocado a descubrir y evaluar funcionalmente genes requeridos para la interacción entre *Stenotrophomonas maltophilia* Sm18 y la ameba de vida libre *Acanthamoeba terricola* Neff (antes *A. castellanii*), un fagocito profesional que preda bacterias por fagocitosis. Si bien ambas especies cuentan con genomas completos, su biología está pobremente estudiada, particularmente en lo que respecta a funciones requeridas para la interacción bacteria-hospedero. Los objetivos biológicos del trabajo son: 1) definir el repertorio de las Rab GTPasas (Rabs) y sus efectores, así como complejos de amarre (HOPS) y de fusión (SNAREs) codificados en el genoma de *A. terricola* y potencialmente asociados a la vía fagocítica de la ameba; 2) desarrollar herramientas genéticas para estudiar la interacción y las características fundamentales de la vacuola que aloja a *S. maltophilia* (SmCV) y 3) identificar loci genómicos de la bacteria potencialmente involucrados en la interacción, y analizar funcionalmente una selección de ellos.

Metodología. Para la reconstrucción *in silico* de la vía fagocítica de *A. terricola* se buscaron homólogos de proteínas de humano, levadura y *Dictyostelium discoideum* involucradas en ella, haciendo uso de métodos de inferencia de homología profunda basados en modelos ocultos de Markov (HMMs; HMMER3 y HH-suite3) y de alineamientos de estructura-estructura (FoldSeek¹). Para la reanotación de la estructura de genes de *A. terricola* se usó miniprot, como describimos recientemente². Alineamientos múltiples guiados por estructura

se generaron con mafft-dash³. El modelado estructural de proteínas se realizó con AlphaFold2 vía ColabFold⁴. El despliegue de estructuras y su superposición se hizo con PyMOL. Familias de homólogos, pan-genomas y genes específicos del linaje *S. maltophilia* se identificaron con GET_HOMOLOGUES⁵. Análisis filogenómicos se realizaron con GET_PHYLOMARKERS⁶.

Resultados. Análisis filogenómicos de Rabs identificaron a 11 parálogos de Rab7 en *A. terricola* (Fig 1A), un marcador clave de fagosomas maduros. Análisis estructurales detallados mostraron que 83% de estos genes codifican para Rabs no-canónicas (Fig. 1A). Demostramos mediante análisis estructural que la anotación de varios de estos genes en el genoma RefSeq de *A. terricola* es incorrecta, corrigiéndola para Rab7A² (Fig. 1B-E).

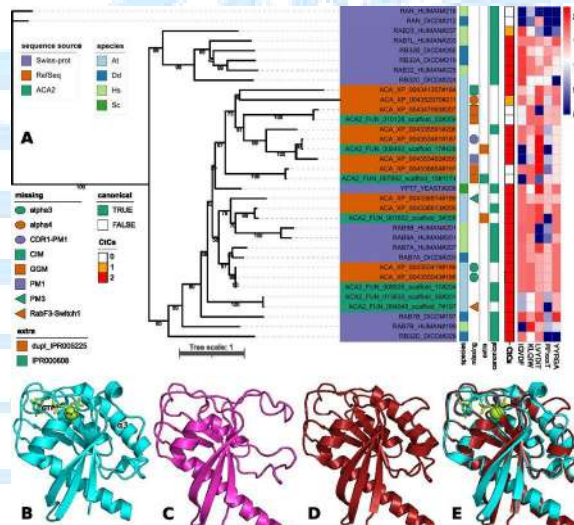


Fig. 1. (A) Análisis filogenómico de parálogos de Rab7 de *A. terricola* y organismos de referencia. (B) Estructura de RAB7A_HUMAN activada con GTP (PDB: 1T91), (C) modelo AF de RAB7A_ACA, (D) modelado con ColabFold de Rab7A con anotación corregida, y su alineamiento sobre 1T91 (E).

Construimos nuevos plásmidos de expresión para *A. terricola*² (Fig. 2A-B) y expresamos una fusión mEGFP-Rab7A en trofozoítos de la ameba (Fig. 2C-G), demostrando que la fusión se localiza en la superficie de vacuolas (Fig 2F-G).

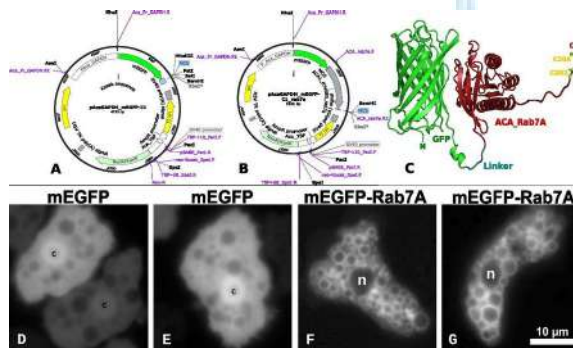


Fig. 2. (A-B) Nuevos plásmidos de expresión para *Acanthamoeba*. (C) Modelado estructural con ColabFold de la proteína de fusión mEGFP-Rab7A_ACA. (D-E) LCI de trofozoítos transfectedos con el plásmido vacío (A), o (F-G) que expresan la proteína de fusión mEGFP-Rab7A (C).

Usando trazadores endocíticos y fagocíticos fluorescentes demostramos que la fusión co-localiza con compartimentos endocíticos (Fig. 3A-D) y que *S. maltophilia* marcada *in vivo* con pHrodo se aloja en fagosomas ácidos, Rab7A-positivos² (Fig. 2E-H).

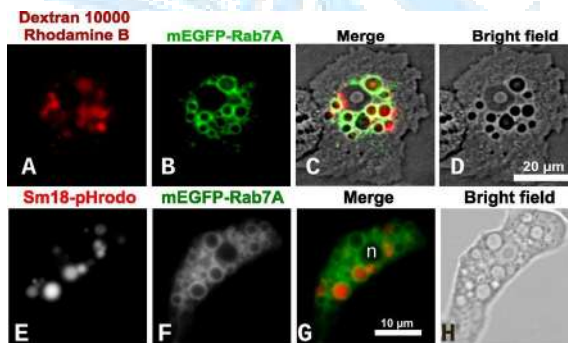


Fig. 3. (A-D) Co-localización del trazador endocítico dextrano, y (E-H) de células vivas de Sm18 teñidas con pHrodo Red, con vacuolas Rab7A-positivas de *A. terricola*.

Desarrollamos nuevos mini-transposones Tn7 para marcar de manera estable a *S. maltophilia* con mScarlet-I². Con la cepa reportera Sm18::mScarlet-I establecimos un bioensayo de co-cultivo con trofozoítos de *A. terricola* en microplacas de 96 pozos², el cual demostró que Sm18 replica en los trofozoítos,

regresando al medio extracelular por una vía exocítica no lítica².

Resultados preliminares indican que para la vida intracelular Sm18 requiere, entre otros, un sistema de secreción de tipo IV (T4SS) y genes involucrados en homeostasis metálica de Cu y Mn, como revelan bioensayos de co-cultivo de trofozoítos de *A. terricola* con mutantes de *S. maltophilia* en estos loci, generadas con nuevos plásmidos que las marcan simultáneamente con proteínas fluorescentes (*en prep.*).

Conclusiones. El uso de diversas herramientas bioinformáticas modernas permitió reconstruir *in silico* la vía fagocítica de *A. terricola* con gran detalle, e identificar y corregir la secuencia del ortólogo de Rab7A. Su clonación y expresión como proteína de fusión mEGFP-Rab7A permitió descubrir que *S. maltophilia* establece un nicho de replicación intracelular en vacuolas acidificadas Rab7A-positivas (SmCV), regresando al medio extracelular por una vía exocítica no lítica. *S. maltophilia* es por tanto una bacteria que interactúa extensamente con la vía fagocítica de *A. terricola*, permitiendo el desarrollo de fagosomas maduros. Para ello requiere, entre otros, de un T4SS y genes involucrados en homeostasis metálica.

Agradecimiento. Agradecemos el financiamiento recibido del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT México, A1-S-11242) y Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), Universidad Nacional Autónoma de México (DGAPA-PAPIIT, UNAM: IN209321).

Bibliografía.

1. van Kempen M, Kim SS, Tumescheit C, et al. 2023. *Nat Biotechnol*. doi:10.1038/s41587-023-01773-0
2. Rivera J, Valerdi-Negreros JC, Vázquez-Enciso DM, Argueta-Zepeda S, Vinuesa P. 2023. *submitted*.
3. Rozewicki J, Li S, Amada KM, Standley DM, Katoh K. 2019. *NAR*. 2019;47(W1):W5-W10. doi:10.1093/NAR/GKZ342
4. Mirdita M, Schütze K, Moriwaki Y, Heo L, Ovchinnikov S, Steinegger M. 2022. *Nat Methods*. 2022;19(6):679-682. doi:10.1038/s41592-022-01488-1
5. Contreras-Moreira B, Vinuesa P. 2013. *AEM*. 2013;79(24). doi:10.1128/AEM.02411-13
6. Vinuesa P, Ochoa-Sánchez LE, Contreras-Moreira B. 2018. *Front. Microbiol* 9(MAY). doi:10.3389/fmicb.2018.00771

HACIA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE ALCALOIDES IBOGANOS MEDIANTE ESPECIES MEXICANAS DE *Tabernaemontana*

Felix Krengel, Laboratorio de Fitoquímica, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad Universitaria, CDMX, CP 04510, 40949009@ciencias.unam.mx

Palabras clave: Alcaloides indólicos monoterpénoides (MIAs) del tipo ibogano, cultivo de tejidos vegetales, *Tabernaemontana*

Introducción. Los alcaloides indólicos monoterpénoides (MIAs) del tipo ibogano son un grupo de compuestos químicos con amplia actividad biológica, particularmente sobre el sistema nervioso central [1]. La ibogaína es el representante más conocido del grupo, debido a sus propiedades oneirogénicas y antiadictivas [2]. Desafortunadamente, la creciente demanda de ibogaína de parte de consumidores no tradicionales en todo el mundo ha resultado en la sobreexplotación de la principal fuente natural de este alcaloide, el arbusto africano *Tabernaemontana iboga* Baill. (Apocynaceae) [3]. Por ende, es necesario encontrar fuentes alternativas y métodos de producción sustentable de ibogaína y otros alcaloides estructuralmente relacionados, cuya síntesis total sigue siendo comercialmente inviable [4]. El género *Tabernaemontana* L. (Apocynaceae) no solamente biosintetiza una amplia gama de MIAs, incluyendo los alcaloides iboganos [1], sino también se encuentra ampliamente distribuido en las zonas tropicales y subtropicales de México [5].

El objetivo del presente trabajo consistió en esbozar las opciones de producción de MIAs iboganos mediante cultivos in vivo e in vitro de especies mexicanas de *Tabernaemontana*, con base en más de una década de investigación en la temática.

Metodología. Se aplicaron métodos y técnicas propias de las áreas de la fitoquímica y la metabolómica (extracción, cromatografía, espectrometría de masas, resonancia magnética nuclear), así como del cultivo de tejidos vegetales (cultivos de callos y células en suspensión, embriogénesis somática, organogénesis, transformación genética) al estudio de las especies *Tabernaemontana alba* Mill., *Tabernaemontana amygdalifolia* Jacq., *Tabernaemontana arborea* Rose ex J.D.Sm. y *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm.

Resultados. Los perfiles alcaloideos de las cuatro especies mexicanas de *Tabernaemontana* se distinguieron por la predominancia de los MIAs

iboganos coronaridina, ibogamina, voacangina e ibogaína, siendo el órgano de mayor rendimiento la corteza de raíz. La biosíntesis de MIAs (Fig. 1) se observó bajo diversas condiciones ambientales tanto en cultivos in vivo como in vitro, con la excepción de cultivos de callos y células en suspensión.

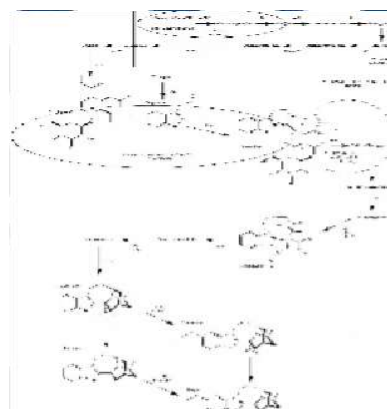


Fig. 1. Potencial ruta biosintética de los MIAs iboganos de especies mexicanas de *Tabernaemontana*, con especial atención en la localización celular y subcelular de enzimas y metabolitos.

Conclusiones. Las cuatro especies mexicanas de *Tabernaemontana* mostraron ser fuentes alternativas de MIAs iboganos antiadictivos. Desde una perspectiva de ciencia aplicada, el mayor potencial de cultivos in vivo se asoció con la cosecha de corteza de raíz. En cultivos in vitro, se identificó el nivel de diferenciación como principal factor limitante de la biosíntesis de MIAs.

Agradecimiento. Al Posgrado en Ciencias Biológicas (UNAM), DGAPA (UNAM) y CONAHCYT por el apoyo recibido.

Bibliografía.

1. Van Beek TA, Verpoorte R, Svendsen AB, Leeuwenberg AJ, Bisset NG. (1984) *J Ethnopharmacol.* 10(1): 1-156.
2. Alper KR. (2001) *Alkaloids Chem Biol.* 56: 1-38.
3. Dickinson JD. (2016) *HerbalGram.* 109: 48-57.
4. Scossa F, Benina M, Alseekh S, Zhang Y, Fernie AR. (2018) *Planta Med.* 84: 855-873.
5. Alvarado-Cárdenas LO, Lozada-Pérez L, Cadena RJ, Islas-Hernández S, Martínez-González CR, Cortez CEB, González-Martínez CA, González-Ramírez IS. (2019) *Phytotaxa.* 388: 1-46.

En México, la biotecnología está en movimiento, aunque requiere aceleración para incrementar su impacto

Enrique Galindo

Instituto de Biotecnología, UNAM, Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, 62271, Morelos
enrique.galindo@ibt.unam.mx

Si comparamos los indicadores de nuestro país en términos de actividad tecnológica y de innovación con otros países, tenemos un rezago monumental en términos de número de patentes solicitadas, transferencias tecnológicas o creación de empresas de base tecnológica. Es por ello imperativo lograr la transición de México hacia una economía basada en el conocimiento. Sin embargo, la realidad es que las industrias innovadoras en México son muy pocas. Sólo creando una nueva industria tecnológica será posible asimilar el avance científico nacional y alcanzar un nivel competitivo a nivel global, así como generar los empleos bien remunerados que no ha generado la economía mexicana, y que tanto demanda nuestro país. Hay que generar acciones que contribuyan a cambiar la realidad industrial de nuestro país, creando un dinámico sector privado, sustentado en la ciencia, tecnología e innovación. Si las empresas “tradicionales” no lo han logrado, hay que fomentar la gestación de una nueva generación de científicos-empresarios que lo hagan. Las empresas de base tecnológica representan una oportunidad única para dar empleo a los egresados de los programas de posgrado nacionales, que actualmente enfrentan graves dificultades para encontrar empleos bien remunerados. La biotecnología en México tiene muy buen nivel, como lo muestra este Congreso y las publicaciones de mexicanos en las mejores revistas internacionales. Sin embargo, los biotecnólogos en México han hecho predominantemente ciencia aplicable, no aplicada. Hay todavía una brecha muy grande entre las contribuciones de los investigadores y los productos o servicios derivados de ellas que ya se encuentran en el mercado. Hay que resaltar que, si bien escasos, en México hay ejemplos de emprendimientos científicos exitosos hechos por investigadores. Estas iniciativas han demostrado que es posible crear empresas de alta tecnología que ya están beneficiando a las instituciones de investigación mediante el pago de regalías. Ejemplificamos con el caso del Campus Morelos de la UNAM, en donde se han gestado 12 empresas *spin-off*, generadas por académicos y ex estudiantes, tanto del Instituto de Biotecnología como del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM. Algunas empresas ya tienen productos o servicios en el mercado, destacando antivenenos para picadura de alacrán, métodos moleculares de diagnóstico, insumos biológicos para la agricultura (como biofungicidas, bioinsecticidas y biorrepelentes) y se están desarrollando bioplásticos y nuevos esquemas de producción de antivenenos.

Por otra parte, en el caso de la biotecnología, la percepción que tiene el público es fundamental para su aceptación, por lo que hay que difundir, entre el público en general y de la forma más amplia posible, sus beneficios y los grandes aportes que ha hecho a la humanidad. Las vacunas contra la COVID son un ejemplo reciente de muy alto impacto. La comunicación de la ciencia, en su acepción de divulgación científica ha experimentado cambios en sus formas de comunicación. Actualmente, los medios digitales se han convertido en una herramienta esencial para el modelo de consumo que los lectores demandan. En 2015, el Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM decidió lanzar un proyecto editorial denominado “Biotecnología en Movimiento” con el objetivo de abordar esta necesidad. El modelo editorial de “Biotecnología en Movimiento” ha publicado a la fecha 33 números trimestrales. Los primeros 28 números se publicaron en versión impresa con 36 páginas y descargables en PDF. A partir del número 29, se incorporó una versión digital, accesible gratuitamente y en versión descargable. El sitio web se encuentra en la dirección: biotecmov.ibt.unam.mx, con un total de 270 artículos, publicados por casi 400 autores de distintas instituciones académicas y gubernamentales.

Entre los temas abordados se incluyen los avances en investigación local y regional, propiedad intelectual, emprendimiento, historias de ciencia, cultura científico-tecnológica en las diversas disciplinas de la biotecnología y los enfoques ómicos. En los últimos dos años, la revista ha registrado cerca de 30 mil visitantes digitales y más de 300 mil clics. Destacando que el 80% de los lectores acceden a la revista desde sus teléfonos móviles o tabletas electrónicas, lo cual está asociado a que el rango de edad más frecuente de los lectores de “Biotecnología en Movimiento” es de entre 18 y 25 años, que se considera el público meta de la revista (estudiantes de bachillerato y licenciatura). Actualmente, la revista cuenta con alrededor de 20 mil suscriptores y está abierta a nuevos suscriptores y autores. La evolución de la revista “Biotecnología en Movimiento” de su versión impresa a digital ha tenido muy buena aceptación por parte de su público objetivo, fortaleciendo su visibilidad como medio de comunicación efectivo de las distintas áreas de la biotecnología, no solo del Instituto de Biotecnología, sino también de otras instituciones.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área I. COVID-19

Moderadora: Dra. Norma Adriana Valdez Cruz

“Comprensión de firmas estructurales entre anticuerpos neutralizantes y la proteína S de SARS-CoV-2: de Wuhan a ómicron”

Dra. Norma Adriana Valdez Cruz, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM 42

“Targeting SARS-CoV-2-RBD to horse DEC-205”

Dr. Gerardo Pavel Espino Solís, Universidad Autónoma de Chihuahua 43

“Aislamiento, optimización y Desarrollo preclínico de un anticuerpo anti-SARS CoV2 de amplio espectro neutralizante”

Dr. Mayra Pérez Tapia, UDIBI, IPN 44

COMPRENSIÓN DE FIRMAS ESTRUCTURALES ENTRE ANTICUERPOS NEUTRALIZANTES Y LA PROTEÍNA S DE SARS-CoV-2: DE WUHAN A OMICRON

Luis F. Cofas-Vargas¹, Mauricio A. Trujillo-Roldán^{2*}, Enrique García-Hernández^{1*}, Norma A. Valdez-Cruz^{2*}

¹Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México 04510, México; ²Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, CD MX, C.P. 04510, México.

adri@iibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: SARS-CoV-2, Anticuerpos neutralizantes, dominios de interacción, RBD

Introducción. El COVID-19 es un síndrome respiratorio agudo severo causado por el coronavirus 2 (SARS-CoV-2) que afectó la salud pública y la economía durante al menos tres años. La Organización Mundial de la Salud (OMS) describió que el virus SARS-CoV-2 ha afectado a más de 671 millones de personas, causando casi siete millones de muertes, para abril de 2023 (1,2). El SARS-CoV-2 es un virus de ARN monocatenario de sentido positivo (1,2), compuesto por proteínas estructurales denominadas Spike (S), Membrana (M), Envoltura (E) y Nucleocapside (N). La glicoproteína S (180-kDa) es un homotrímero que sobresale de la superficie viral y media la entrada del coronavirus en las células huésped a través del dominio de unión al receptor (RBD) que se une al receptor de la enzima convertidora de angiotensina humana 2 (hACE2) (1,2). Nuestro trabajo se ha direccionado en el aislamiento, caracterización y descripción estructural de anticuerpos neutralizantes (nAbs) de alta afinidad contra la proteína S (3) encontrados en pacientes, con la finalidad del desarrollo de vacunas y estrategias terapéuticas de amplio espectro contra la COVID-19.

Metodología. La conservación evolutiva de la posición de los residuos de secuencias RBD se realizó con ConSurf Conserved (4). Los análisis se realizaron con modelos atómicos del PDB con más de 400 nAbs, y dominios S desde Wuhan a Omicron. El análisis filogenético de nAbs se realizó con máxima verosimilitud (5). Los residuos de epítopos se identificaron con PISA36. La frecuencia de reconocimiento de nAbs se calculó como el número de residuos de contacto. PyMOL v.2.3.2 se utilizó para realizar mutagénesis y generar diagramas estructurales (Schr.dinger, LLC, 6). Las distancias antigénicas entre las variantes de SARS-CoV-2 se relacionaron con la potencia de neutralización.

Resultados. Determinamos las firmas de secuencias del RBD reconocidas por nAbs de 4 clases, determinamos la prevalencia de anticuerpos identificados en pacientes convalecientes de COVID-

19. Las firmas detectadas revelan la adaptación estructural y funcional que están sufriendo los nAbs debido a la evolución del virus y la diversidad de respuestas celulares relacionadas con las infecciones o las vacunas. Este estudio señala las firmas características útiles para acelerar el desarrollo de anticuerpos para la atención del SARS-CoV-2.

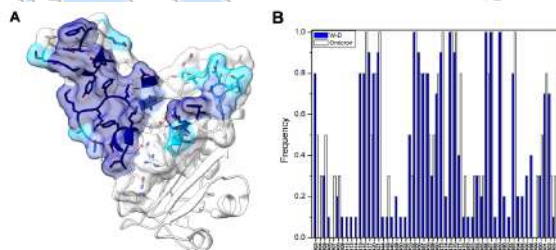


Fig. 1. A) Representación en cintas del RBD (PDB 6XC4). Los aminoácidos con mayor frecuencia se dividieron en cuartiles presentados en azul oscuro el de 75 al 100 % (mayor reconocimiento), azul 50 al 75%, celeste del 25 al 50% y blanco del 0 al 25% (Chimera X versión 1.4) B) Gráficos de la frecuencia de interacción entre los anticuerpos de clase 1 y el RBD de Wuhan a Omicron, en aminoácidos en X vs frecuencia de uso en Y.

Conclusiones. Comparamos la eficiencia de neutralización de 400 nAbs. Una variedad de mAb muestran excelentes propiedades de unión contra todas las variantes, mientras más del 50% perdieron su potencial de neutralización en las variantes que tenían E484. La definición de contactos permite predecir los dominios predilectos de reconocimiento por los nAbs, los dominios que han cambiado en las variantes y predice la interacción de nAbs por futuros RBD.

Agradecimiento. PAPIIT de la UNAM: IN210822; IV201220.

Bibliografía

- Xu C, Wang Y, Liu C, Zhang C, et al. Sci Adv. 2020;7:eabe5575.
- Yang J, Wang W, Chen Z, et al. Nature, 2020;586, 572-577.
- Valdez-Cruz NA, García-Hernández E, Espitia C, et al., Microbial cell factories, 2021; 20(1), 1-32.
- Landau, Mayrose, I., Rosenberg, Y., et al., 2005. Nucleic acids research, 33(suppl_2), W299-W302.
- Whelan & Goldman (2001). Molecular biology and evolution, 18(5), 691-699.
- www.pymol.org

TARGETING SARS-COV-2 RBD TO HORSE DEC-205

Gerardo P. Espino-Solis, Angelica Escarcega-Avila, Sandra Zurawski, Susana Lopez, Cristian Peña-Negrete, Fernando Esquivel-Guadarrama and Gerard Zurawski
Traslational Research Laboratory, Facultad de Medicina, Autonomous University of Chihuahua, Circuito Universitario s/n, Campus II, Chihuahua 31125, Mexico. Email: gepsinos@uach.mx
Palabras clave: COVID-19, DEC-205, DC-Targeting

Introduction. DEC-205 is a C-type lectin endocytic receptor expressed at high levels on DCs present in the T cell areas of lymphoid organs; that provides an efficient receptor-based mechanism to process proteins for MHC class I and II presentation by DCs *in vivo* (Bonifaz, 2004). Monoclonal antibodies against DEC-205 have been developed for species such as mice, pigs, and chickens and used in DC-targeting vaccine prototypes (Badillo-Godinez, 2015; Flores-Mendoza, 2012). The use of DEC-205 monoclonal antibody conjugated with an avian influenza virus protein hemagglutinin has been reported to generate robust immune responses (Jáuregui-Zúñiga, 2017). In this work, we used an anti-chicken DEC-205 monoclonal antibody that displays cross-reactivity with horse, conjugated with the SARS-CoV-2 RBD, to immunize horses to obtain hyperimmune sera with COVID-19 neutralization capabilities.

Methodology. Two horses were immunized subcutaneously with 150 µg of the anti-DEC-205:RBD conjugate in complete Freund's adjuvant and boosted at two weekly intervals four times using Poly I:C (InvivoGen) as adjuvant. Blood was collected from the animals before each immunization.

Results. Figure 1 shows results where a humoral immune response against RBD was detected after the first immunization (15 days) on both horses. The RBD-ACE neutralizing capacity of the hyperimmune sera obtained from horses was assayed with a SARS-CoV-2 sVNT kit. It was found that the sera obtained from one horse displayed neutralizing levels of 80-90%, and the second horse presented neutralization levels of 90 to 40%.

Conclusion. Our study shows that the cross-reactive anti-DEC-205 4D2 antibody could be further developed as a platform for delivering protective antigens at relatively low doses while eliciting potent humoral responses with few vaccinations.

Aknowledgments. We appreciate Dr. Lourival D. Possani for providing mouse anti-chicken DEC-205 monoclonal antibodies. GPES acknowledges funding from CONACYT, Grants (A1-S-53789 and 312147).

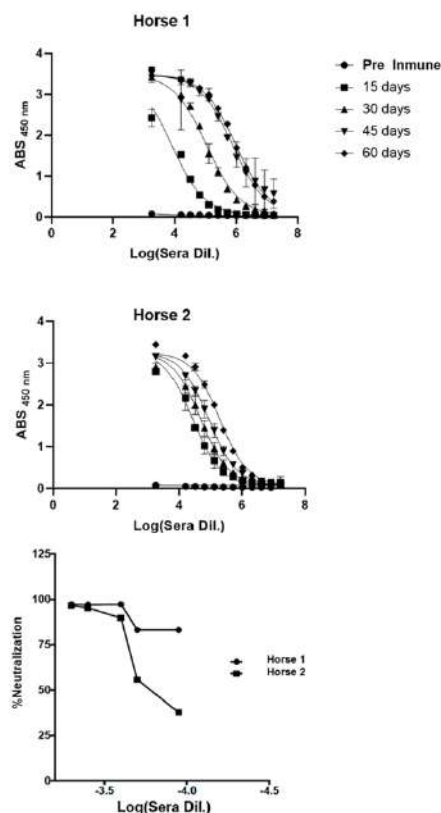


Figure 1. Immunization protocol and neutralizing assay. A. Horse immunization protocol; B-C. ELISA assay from both horses; D. Neutralizing antibody assay with SARS-CoV-2 (sVNT) Kit.

Bibliography.

- Badillo-Godinez, O., Esquivel-Guadarrama, F., 2015. Targeting of rotavirus VP6 to DEC-205 induces protection against the infection in mice. *Vaccine* 33, 4228–4237.
- Bonifaz, L.C., Steinman, R.M., 2004. In Vivo Targeting of Antigens to Maturing Dendritic Cells via the DEC-205 Receptor Improves T Cell Vaccination. *J. Exp. Med.* 199, 815–824.
- Flores-Mendoza, L., Hernández, J., 2012. Development and characterization of a monoclonal antibody against porcine CD205. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 146, 74–80.
- Jáuregui-Zúñiga, D., Possani, L.D., 2017. Targeting antigens to Dec-205 on dendritic cells induces a higher immune response in chickens: Hemagglutinin of avian influenza virus example. *Res. Vet. Sci.* 111, 55–62.

AISLAMIENTO, OPTIMIZACIÓN Y DESARROLLO PRECLÍNICO DE UN ANTICUERPO ANTI-SARS CoV2 DE AMPLIO ESPECTRO NEUTRALIZANTE

Mayra Pérez Tapia

La enfermedad por el coronavirus SARS-Cov-2 ha sido la más devastadora de las pandemias de los últimos siete siglos, solo superada por la epidemia de peste bubónica del siglo XIV. Hasta julio del 2023 se confirmaron 768 millones de casos COVID-19 en el mundo, con cerca de siete millones de fallecimientos. En México, COVID-19 se declaró emergencia sanitaria el 30 de marzo del 2020, reportándose 7.6 millones de casos y más de 334 mil defunciones. Poco después de la declaración de COVID-19 como pandemia, la Organización Mundial de Salud (OMS), el Instituto Nacional de Salud de los EE.UU. (NIH) y el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de EE. UU. (CDC), recomendaron el desarrollo y aplicación tanto de fármacos convencionales como de biológicos (biotecnológicos entre ellos) para el tratamiento y control de la enfermedad COVID-19. Dado el éxito de los anticuerpos terapéuticos para prevenir y tratar diversas enfermedades infecciosas, cientos de laboratorios académicos y compañías farmacéuticas se abocaron al desarrollo terapias basadas en anticuerpos. Como resultado de estos esfuerzos globales, el primer cóctel de dos anticuerpos terapéuticos desarrollado por Regeneron (REGN-COV2) fue autorizado el 21 de noviembre del 2020 por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EUA (FDA) para su uso en emergencia antes de que estuviesen disponibles las primeras vacunas. Le siguieron otros siete anticuerpos terapéuticos anti-SARS-CoV-2 para su uso de emergencia, sin embargo, todos perdieron su potencial neutralizante ante el surgimiento de nuevas variantes de preocupación (VOCs), en particular la variante Ómicron (B.1.1.529) y variantes subsecuentes.

Con la experiencia adquirida en el desarrollo de anticuerpos terapéuticos previo a la pandemia [9], nuestro grupo de trabajo se enfocó desde el reporte de los primeros casos en

el descubrimiento y desarrollo de anticuerpos anti-SARS-CoV-2. Como resultado impactamos a varios niveles: (1) desarrollamos el único estuche 100% mexicano para diagnóstico serológico de anticuerpos anti-SARS-CoV-2 autorizado por la COFEPRIS para su comercialización en México, (2) produjimos y distribuimos a varios laboratorios de investigación proteínas de SARS-CoV-2 para el desarrollo de vacunas y como reactivos de investigación, (3) aislamos anticuerpos anti-SARS-CoV-2 con diversos perfiles de neutralización y (4) obtuvimos un anticuerpo anti-SARS-CoV-2 denominado D1, con potencial bioterapéutico de amplio espectro neutralizante.

Durante esta ponencia relataremos desde el descubrimiento hasta la evaluación preclínica del anticuerpo D1, así como el sometimiento de la información para autorizar su primer uso en humanos. Brevemente el anticuerpo D1 se caracterizó fisicoquímica y biológicamente, así como en su perfil de seguridad, farmacocinética y farmacodinamia siguiendo las guías internacionales para tal fin. Esta información fué sometida para evaluación al Comité de Investigación y al Comité de Ética en Investigación del Centro Potosino de Investigación Médica, los cuales aprobaron el protocolo para el estudio clínico fase I "Estudio Clínico Fase I para describir la seguridad biológica, tolerabilidad y farmacocinética del anticuerpo monoclonal D1", con los folios CEI-000002; CI-000002 respectivamente. Parte fundamental del presente desarrollo fue el acompañamiento temprano por la COFEPRIS para el cumplimiento regulatorio de los requisitos previos a los ensayos en humanos. Compartiremos el aprendizaje logrado durante este desarrollo terapéutico y nuestra visión de cómo impulsar la innovación de bioterapéuticos en el país.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área II. Biotecnología Enzimática y biocatálisis

Moderadora: Dra. Georgina Sandoval Fabián, CIATEJ

MESA REDONDA

“Efecto de la interacción del microorganismo y sustrato en la producción de hidrolasas”

Dra. Lorena Amaya Delgado, CIATEJ

46

“Inhibición, efecto de surfactantes y modelamiento matemático en la hidrólisis enzimática de la enzima celulasa sobre bagazo de agave a alta carga de sustrato”

Dr. Héctor A. Ruiz, Universidad Autónoma de Coahuila

47

“Obtención de una variante de la cutinasa MRCUT1 para la degradación de una variante de poliésteres”

Dra. Carolina Peña Montes, Tecnológico Nacional de México (UNIDA)

48

EFFECTO DE LA INTERACCIÓN DEL MICROORGANISMO Y SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE HIDROLASAS

Lorena Amaya-Delgado, María de los Ángeles Calixto-Romo

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Unidad de Biotecnología Industrial, Zapopan, Jal. C.P. 45019, lamaya@ciatej.mx

Palabras clave: lignocelulasas, celulasas, xilanasas, pectinasas

Introducción. El aprovechamiento sustentable de los residuos lignocelulósicos para la obtención de metabolitos de interés, como las enzimas, biocombustibles, ácidos orgánicos, entre otros, ha generado un enorme interés en los últimos años. Se sabe que, para que un desarrollo biotecnológico se considere sustentable, se deben considerar diversos factores, como la baja o nula generación de contaminantes. Por lo que para hidrolizar los materiales lignocelulósicos y revalorizarlos, se prefiere el uso de enzimas (1). Las lignocelulasas son producidas principalmente por hongos filamentosos a través de fermentación en estado sólido (FES) o sumergida (FS). Existen diversas investigaciones que han demostrado, que la interacción del microorganismo productor y la fuente de carbono e inductor (FCI) utilizados en la fermentación, así como las condiciones de operación de los reactores, regulan el perfil de producción de las enzimas lignocelulósicas producidas (2-4). Por lo que, el objetivo de este trabajo es presentar una perspectiva general sobre la interacción del microorganismo y sustrato durante la producción de lignocelulasas.

Metodología. La investigación consistió en evaluar la interacción entre *Rhizopus oryzae* con la FCI en la producción de lignocelulasas por FES y FS (1-3).

Resultados. En este trabajo se presenta el caso de estudio de *R. oryzae*. En la Fig. 1 se observa el efecto de la FCI sobre la producción de endo- y exo-glucanasas en FS. En el caso de las endo-glucanasas las mejores FCI fueron fructosa y xilosa. Las exo-glucanasas fueron inducidas por un mayor número de FCI. Sin embargo, la producción de lignocelulasas se ve favorecida por FCI complejas como los residuos lignocelulósicos en FES (Tabla 1).

Tabla 1. Producción de lignocelulasas por *R. oryzae* en diferentes FCI en FES. Actividad expresada en UI/kg de residuo.

Bagazo de agave			Bagazo de caña		
Pectinasa	Celulasa	Xilanasas	Pectinasa	Celulasa	Xilanasas
(UI / kg de residuo)					
90,474.7	10,330.0	14,330.0	85,072.7	2,180.0	6,253.3

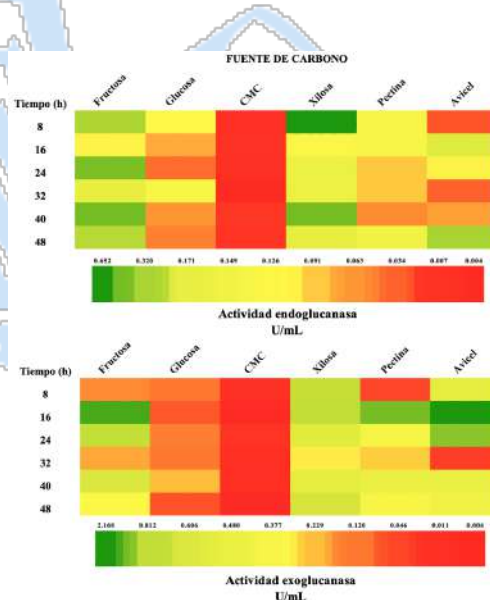


Fig. 1. Cinética de producción de actividad endo- y exo-glucanasas inducida por diferentes fuentes de carbono en *R. oryzae*.

Conclusiones. El estudio de la interacción de microorganismo y sustrato en la producción de enzimas lignocelulósicas es importante para maximizar las condiciones de producción. Sin embargo, se deben realizar experimentos más profundos para una mejor comprensión de la influencia de la FCI en los perfiles de regulación génica y expresión de lignocelulasas fúngicas.

Agradecimiento. A CIATEJ por proporcionar la infraestructura necesaria para la realización de este proyecto.

Bibliografía.

- García Béjar J, Sandoval Fabián G, Amaya Delgado L. En: *Mujeres en la ciencia para el fortalecimiento del desarrollo sustentable*. Calderón García R. Editado por CIATEJ, México, 101-133.
- Valle-Pérez A, Flores-Cosío G, Amaya-Delgado L. (2021). *Waste Biomass Valor* 12, 5885-5897
- Peña-Maravilla M., Calixto-Romo MA, Guillén-Navarro K, Sánchez, JE, Amaya-Delgado L (2017). *RMIQ* 16(3), 757-769.
- Nova Cacho J, Amaya-Delgado L (2020) *XLI Encuentro Nacional de la AMIDIQ*. AMIDIQ. Virtual, 22-24 de octubre 2020, BIO303 – BIO307.

INHIBICIÓN, EFECTO DE SURFACTANTES Y MODELAMIENTO MATEMÁTICO EN LA HIDROLISIS ENZIMÁTICA DE LA ENZIMA CELULASA SOBRE BAGAZO DE AGAVE A ALTA CARGA DE SUBSTRATO

Héctor A. Ruiz, Karla González, Shiva, Rosa M. Rodríguez-Jasso, Marcela Pino, Ana Mendoza
Grupo de Biorrefinería, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila,
Saltillo, Coahuila, 25280, hector.ruiz.leza@uadec.edu.mx

Palabras clave: Biomasa, Proceso Hidrotérmico, Biorrefinería

Introducción. En México, el Consejo Regulador del Tequila (www.crt.org.mx) reportó un consumo de agave para la producción de tequila de 2,610.8 mil toneladas en 202, lo que representa aproximadamente 1,044.32 mil toneladas de bagazo de agave (BA) generado (40% del agave procesado en seco). La hidrólisis enzimática (HE) se lleva a cabo para producir azúcares fermentables para los procesos de plataformas bioquímicas. La EH es una reacción heterogénea en la que se utilizan enzimas de celulasa para despolimerizar la celulosa en azúcares monoméricos. Durante este proceso la celulosa puede inhibirse por producto o por la adsorción en la lignina. Para superar los inconvenientes mencionados, se han estudiado varias alternativas para mejorar la eficiencia de la hidrólisis enzimática de la celulosa en azúcares solubles. Uno de ellos consiste en la aplicación de surfactantes y la comprensión de los efectos adsorción en la lignina mediante el modelamiento matemático. El objetivo del trabajo es evaluar la eficiencia de la enzima celulasa sobre el BA usando diferentes estrategias operativas de sustrato y modelamiento matemático de adsorción [1].

Metodología. El BA utilizado fue proporcionado por la tequilera (Destilería Leyros, Tequila, Jalisco, México). El BA fue pretratado a 194 °C for 30 min mediante el proceso hidrotérmico a altas presiones. Posteriormente fue realizada la HE a 25% de carga de sólidos en un reactor tubular (RT) con una carga enzimática de 15 Unidades de papel filtro por g de biomasa tratada. Posteriormente fueron realizados experimentos con surfactantes (Tween 20, Tween 80, Span 80 y PEG 4000). Los resultados obtenidos de la hidrólisis enzimática se ajustaron al modelo cinético propuesto por Zhang y col. (2010), el modelo cinético asume que la estructura de la superficie del sustrato (celulosa) es homogénea y que las celulasas son un arreglo complejo conformado por tres componentes principales que actúan sinérgicamente para hidrolizar la biomasa [1-2].

Resultados. La composición inicial del bagazo de agave no tratado en términos de celulosa fue de 20.85

± 1.25 g/100 g de materia prima. La composición de la biomasa después del tratamiento hidrotérmico fue (53.65 ± 0.51). Esto indica que la biomasa es promisoría para el proceso de HE.



Fig. 1. HE del BA a 25% de sustrato.

En la fig. 1 se muestra la HE a 25% de sustrato en el RT, obteniéndose 195.60 g/L a 72 h de cinética con una conversión del 97.99 %.

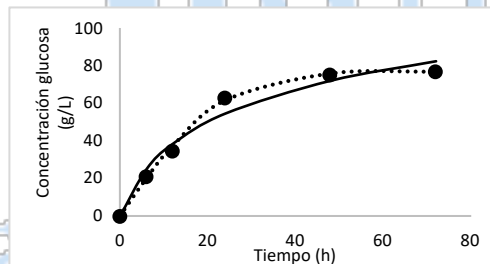


Fig. 2. Modelado cinético para la concentración de glucosa

En la fig. 2 se muestra la cinética de 2do orden, el modelo presentó un buen ajuste de predicción (R^2) de 0.95. Por otro lado, la adición de del surfactante PEG4000 es un buen complemento para mejorar el rendimiento de conversión de celulosa en azúcares fermentables (79.76 g/L) [2].

Conclusiones. El BA es una promisoría materia prima y la producción de altas concentraciones de azúcares fermentables mediante diferentes estrategias operativas es importante en el desarrollo de plataformas bioquímicas de biorrefinerías.

Bibliografía.

1. Shiva, Rodríguez-Jasso, RM, López-Sandín, I, Aguilar MA, Lopéz C. (2023). *J. Environ. Chem. Eng.* 11:109257
2. Ruiz HA, Vicente A, Teixeira JA (2012). *Ind Crops Prod* 36:100-107

OBTENCIÓN DE UNA VARIANTE DE LA CUTINASA MRCUT1 PARA LA DEGRADACIÓN DE POLIÉSTERES

Laura Vázquez Alcántara y Carolina Peña Montes*.
Técnicologo Nacional de México (UNIDA), Veracruz, Ver. C. P 2779.
carolina.pm@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: cutinasas, poliésteres, halotolerancia

Introducción. Las cutinasas son enzimas producidas por hongos fitopatógenos, las cuales son responsables de hidrolizar el poliéster natural llamada cutina, debido a su actividad, han tenido aplicación en industrias como alimentaria, detergentes, síntesis de aromas y en la actualidad se han utilizado para la degradación de poliésteres como PET, PES, PCL, entre otros (1). La mayoría de estas enzimas degradadoras no tienen la capacidad de mantener actividad en temperaturas, pH y concentraciones de sales altas, lo que limita su aplicación por ejemplo en la degradación de contaminantes de aguas residuales de la industria textil. Por esta razón se han realizado mutaciones en sus secuencias logrando modificar su estructura y sus propiedades. La enzima MRCUT1 ha sido previamente expresada y caracterizada, presenta actividad en un rango de temperatura de 30-40 °C, pH de 6-9 y en NaCl por debajo de 0.1% (2). En este trabajo se realizó el mejoramiento de la cutinasa recombinante de *Moniliphthora roreri* MRCUT1.

Metodología. La selección de aminoácidos diana para la modificación del gen de la cutinasa *mrcut1* se realizó utilizando las herramientas bioinformáticas Pymol, Raptor X, Robetta, I-Tasser, Avogadro, Caviar y HDOCK Server. Se realizó la síntesis de la variante del gen y se clonó en el vector pET22. La construcción pET22*vmrcut1* se utilizó para transformar *E. coli* BL21 para la expresión de la variante. Las clonas transformadas se seleccionaron por crecimiento en medio LB con Ampicilina 100 µg/mL(3). Las clonas positivas en una PCR de colonia se cultivaron con inducción para la expresión de la variante con IPTG. La expresión de la VMRCUT1 se determinó mediante análisis del perfil proteico, zimograma, western-blot y cuantificación de actividad de esterasa en el extracto crudo (EC) de la cepa recombinante que contiene el vector pET22*vmrcut1* (2). Se evaluó la actividad enzimática en presencia de diferentes concentraciones de NaCl (0.05 - 0.25 %) y temperaturas (30- 80 °C). Se determinó el número de tioles disponibles con el reactivo de Ellman. Finalmente, se determinó la degradación de microplásticos de diversos poliésteres por pérdida de peso, acidez titulable y SEM (2).

La actividad de esterasa fue determinada por la cuantificación de producción de *p*-nitrofenol (2).

Resultados. Se realizaron las siguientes modificaciones de aminoácidos: Arginina (R-74) por Cisteína (C-74) y Fenilalanina (F-89) por Cisteína (C-89) confirmándose la generación de un puente disulfuro. Se obtuvo el perfil proteico en el extracto crudo de la cepa recombinante de *E. coli* con el gen de la variante *vmrcut1* (Figura 1) donde se observan señaladas las bandas de peso correspondientes con el valor teórico de la variante (19.28 kDa). El análisis de interacción proteína-proteína mostró la formación de dímeros, lo cual se relaciona con la disminución de actividad específica de VMRCUT1 con respecto a MRCUT1 (2).

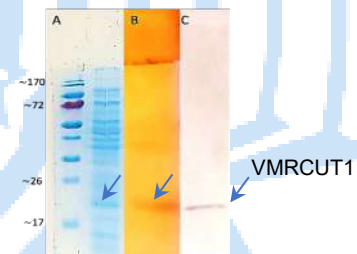


Fig. 1 Expresión de la variante VMRCUT1. Panel **A)** Perfil proteico del EC teñido con Comassie, **B)** Zimograma y **C)** Western blot.

La variante VMRCUT1 presentó actividad en un rango de temperatura (40- 80 °C) y concentración de NaCl (0.05-0.1%), en ambos casos se mejoró el rango de presencia de actividad con respecto a la enzima recombinante MRCUT1 reportada (2). En cuanto a la estabilidad a la temperatura, la variante fue estable en un rango de 30 a 80 °C durante 1 hora y en pH de 8-10 durante 3 h. Los resultados obtenidos de la degradación de poliésteres muestran una mayor degradación (29 %) para succinato de polietileno (PES), seguido de poliláctico (PLA) y policaprolactona (PCL). Además, se observó una mayor degradación de PET con respecto a la MRCUT1.

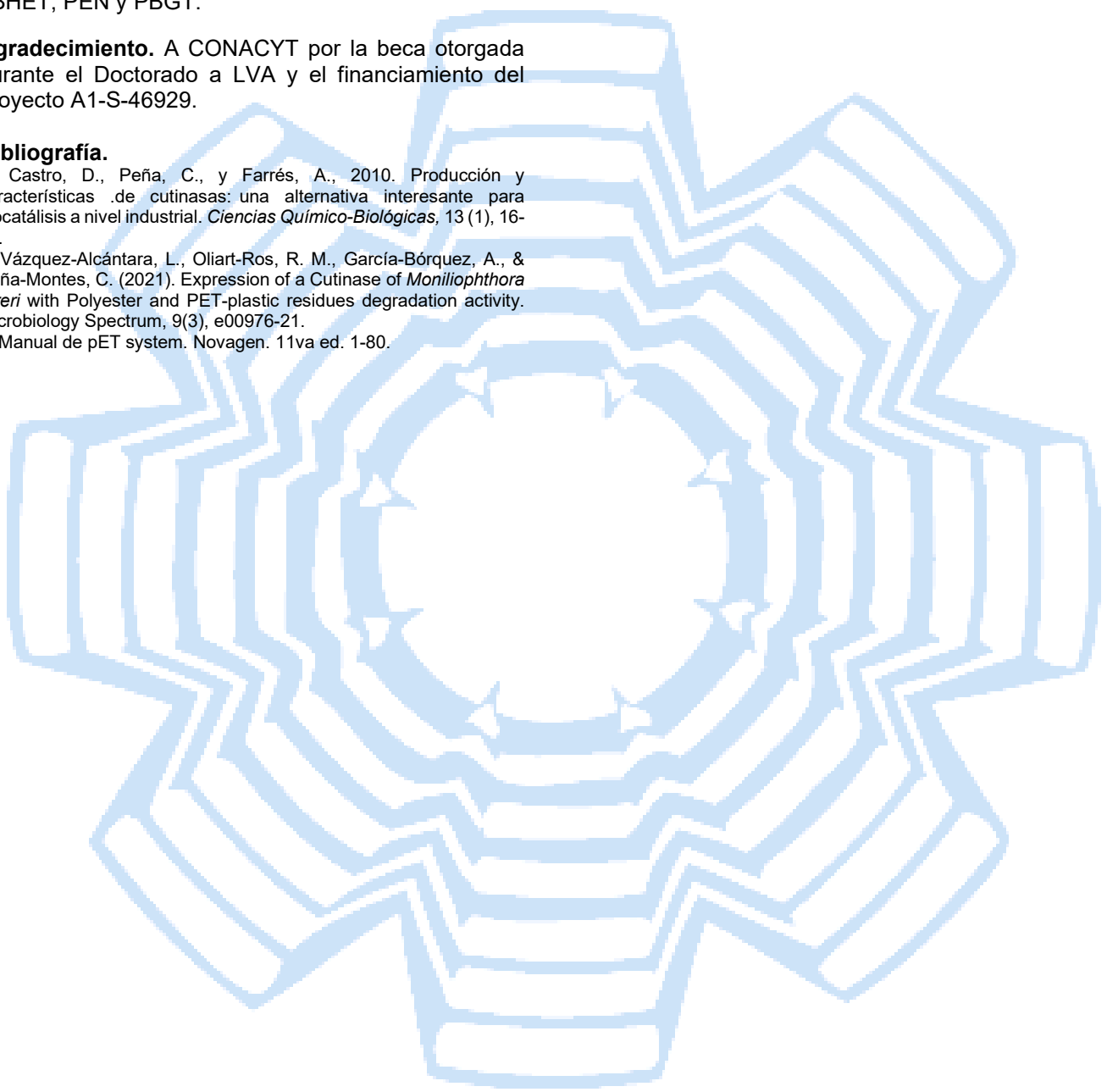
Conclusiones. Se obtuvo la variante VMRCUT1 mediante cambio de dos aminoácidos obteniéndose un puente disulfuro que le dio estabilidad a la enzima

e incrementó las interacciones hidrófobas claves para incrementar su tolerancia a pH alcalinos, así como su termo- y halotolerancia. En cuanto a la degradación de poliésteres por VMRCUT1 con respecto a MRCUT1, con la variante se incrementó para PES, PLA, PCL y PET; disminuyendo para BHET, PEN y PBGT.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca otorgada durante el Doctorado a LVA y el financiamiento del proyecto A1-S-46929.

Bibliografía.

1. Castro, D., Peña, C., y Farrés, A., 2010. Producción y características de cutinasas: una alternativa interesante para biocatálisis a nivel industrial. *Ciencias Químico-Biológicas*, 13 (1), 16-25.
2. Vázquez-Alcántara, L., Oliart-Ros, R. M., García-Bórquez, A., & Peña-Montes, C. (2021). Expression of a Cutinase of *Moniliophthora roreri* with Polyester and PET-plastic residues degradation activity. *Microbiology Spectrum*, 9(3), e00976-21.
3. Manual de pET system. Novagen. 11va ed. 1-80.



XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina

Moderadora: Dra. Julia Cano Sosa, CIATEJ-Mérida

“Plantas medicinales para la obtención de compuestos de interés farmacológico.”

Dra. Alma Angélica Del Villar Martínez/Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-IPN 50

“Potencial de las microalgas polares en biotecnología: una oportunidad para mejorar a las microalgas tropicales.”

Dra. Daniela Morales Sánchez/Instituto de Biotecnología-UNAM 51

“Uso de extractos vegetales contra patógenos de cultivos de interés.”

Dra. Lorena Reyes Vaquero/CONACyT-CIATEJ 52

PLANTAS MEDICINALES PARA LA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS DE INTERÉS FARMACOLÓGICO

Alma Angélica Del Villar Martínez

Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Biotecnología, Yautepec, Morelos, CP 62730, almangel8166@gmail.com

Palabras clave: medicina tradicional, metabolitos secundarios, cáncer

Introducción.

La medicina tradicional es un tema interesante desde diversos puntos de vista; de manera integral podrían considerarse diversos factores para su aplicación. Las plantas sintetizan y acumulan metabolitos secundarios que pueden ser aprovechados de acuerdo con sus propiedades químicas en diversas áreas. El objetivo de este trabajo es el estudio de las plantas medicinales para la obtención de compuestos de interés industrial. Los procesos bioquímicos de las plantas se activan y/o se reprimen y, participan moléculas que actúan como señales en diversos y complejos procesos moleculares (1). Los metabolitos secundarios tienen aplicaciones en diferentes áreas como: medicina, alimentos, cosmetología, etc. por lo que, el cultivo de tejidos vegetales representa una herramienta biotecnológica importante en la obtención de nuevos compuestos de interés industrial de alto valor agregado.

Metodología.

Se han incluido como modelo de estudio: *Kalanchoe daigremontiana*, *Kalanchoe gastonis-bonierii*, *Rosmarinus officinalis*, entre otras. El establecimiento del cultivo *in vitro* es determinante y resulta de especial interés la comparación entre los extractos de plantas y cultivos *in vitro* y la actividad biológica (2). La identificación de los extractos incluye cromatografía en capa fina y cromatografía de líquidos de alta resolución acoplado a espectrometría de masas (3). La información se procesa para llegar a la identificación tentativa de los compuestos y la posible relación estructura-función; mediante ensayos *in vitro* en líneas celulares derivadas de cáncer.

Resultados.

Urquiza-López describe la obtención de líneas celulares de romero (*Rosmarinus officinalis*) a partir de hojas; interesantemente, cada línea celular presenta un perfil químico específico (Fig.1)

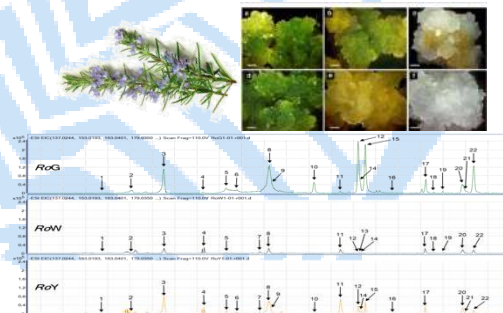


Fig. 1. Caracterización de extractos de *Rosmarinus officinalis* en hojas de la planta y líneas celulares

Kalanchoe daigremontiana y *K. gastonis bonierii*, (Fig. 2) han demostrado actividad biológica importante en diversos cultivos de células derivadas de cáncer. Se han desarrollado cultivos de raíces transformadas, por *Agrobacterium rhizogenes* y los resultados son interesantes, en cuanto al tipo de compuestos con capacidad antioxidante, antiulcerogénica y anticancerígena.



Fig. 2. *Kalanchoe gastonis bonierii* y *Kalanchoe daigremontiana* como modelos de estudio en la generación de raíces transformadas mediante *Agrobacterium rhizogenes*.

Conclusiones.

El cultivo de órganos y tejidos vegetales es una herramienta importante para la obtención de metabolitos de interés industrial.

Agradecimiento. Instituto Politécnico Nacional-SIP (IPN/SIP 20211305 y 20220810).

Bibliografía

1. Naik, P. M., & Al-Khayri, J. M. (2016) *InTech*. doi: 10.5772/61442;
2. Del Villar-Martínez y col., (2023). In "Advances in plant biotechnology: In vitro production of secondary metabolites of industrial interest" CRC Press. pp. 1-258;
3. Urquiza-López, A., Álvarez-Rivera, G., Ballesteros-Vivas, D., Cifuentes, A., Del Villar-Martínez, A.A. (2021). *Plant Foods Hum Nutr* 76, 319-325.

POTENCIAL DE LAS MICROALGAS POLARES EN BIOTECNOLOGÍA: UNA OPORTUNIDAD PARA MEJORAR A LAS MICROALGAS TROPICALES

Raunel Tinoco Valencia¹, Mariana Manzoni Maroneze¹, Leobardo Serrano Carreón¹, Alfredo Martínez Jimenez¹, Christopher J. Hulatt², Daniela Morales-Sánchez¹

¹Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, 62210, México.

²Faculty of Biosciences and Aquaculture, Nord University, Universitetsalléen 11, Bodø, Nordland, 8026, Noruega. Correo electrónico: daniela.morales@ibt.unam.mx.

Palabras clave: microalgas, fotoprotección, ciclo de la violaxantina

Introducción. Las microalgas psicrófilas, que forman la base de la cadena alimenticia en los océanos polares, se han adaptado con éxito a los gradientes ambientales polares extremos y oscilantes. Además de las temperaturas bajo cero, estos ambientes fríos coinciden con una serie de otros desafíos ambientales como 24 horas de oscuridad en invierno y luz solar en verano, además de estrés osmótico, oxidativo y nutricional (1). Esto promueve una evolución rápida a través del intercambio horizontal y la recombinación del material genético (2). Entonces, estos microorganismos representan un recurso para la identificación de nuevos rasgos únicos, nuevos mecanismos fisiológicos de adaptación y nuevos genes.

Antecedentes. Se ha avanzado en el conocimiento de una microalga polar altamente productiva en términos de biomasa y ácidos grasos poliinsaturados, *Chlamydomonas malina* RCC2488. Una de las características más interesantes de esta microalga polar es su adaptación tanto a bajas como a altas intensidades y radiaciones de luz (3, 4). Aunque algunas microalgas tropicales toleran relativamente altas intensidades de luz, aún pueden sufrir de fotoinhibición. Esto conlleva a bajos rendimientos de biomasa y metabolitos de interés. Por lo tanto, es importante disminuir la fotosensibilidad de microalgas tropicales si se desea utilizar microalgas tropicales en cultivos abiertos al ambiente en México, en donde las intensidades y radiación de luz pueden ser muy altas en algunas áreas.

Recientemente, encontramos evidencias de aclimatación a altas intensidades de luz ($6000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en periodos de luz intermitente de 10 milisegundos) en *Nannochloropsis gaditana*. Esta microalga tropical sobrevive a estas condiciones a través de la sobrerregulación de uno de los ciclos de las xantofilas, el ciclo de la violaxantina (Figura 1). Este ciclo está involucrado en un mecanismo de fotoprotección al sintetizar pigmentos como

violaxantina y zeaxantina. Sin embargo, a pesar de que se acumularon fotopigmentos que ayudaron a la microalga a sobrevivir, su velocidad de crecimiento fue muy baja, por lo que se obtuvieron bajos rendimientos de biomasa y metabolitos de interés (5).

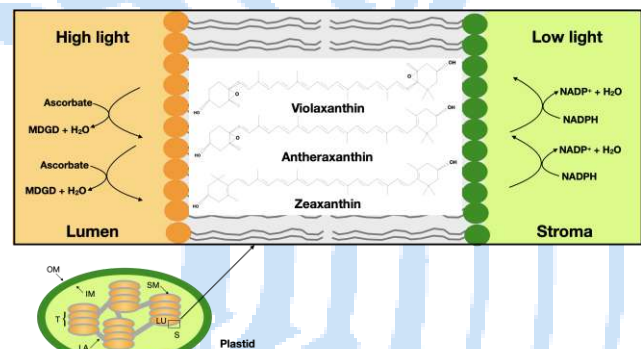


Fig. 1. Ciclo de la violaxantina.

Conclusiones. Con la finalidad de mejorar microalgas tropicales a través de microalgas polares en términos de adaptación a altas intensidades de luz, nuestros proyectos enfocados en biotecnología microalgal estudiarán más a detalle los efectos de las altas intensidades de luz en el ciclo de la violaxantina, la síntesis de fotopigmentos y la velocidad de crecimiento en *C. malina* y en la microalga tropical *C. reinhardtii* como modelos de estudio.

Agradecimiento. BIONÆR Programme, Consejo de Investigación de Noruega (A2F, 267872). IBT-UNAM.

Bibliografía.

- Morgan-Kiss R., Prisco J., Pocock T., Gudynaite-Savitch L., Huner N. (2006). *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 70: 222-252.
- Lyon B., Mock T. (2014). *Biology (Basel)*. 3: 56-80.
- Morales-Sánchez D., Schulze P., Kiron V., Wijffels R. (2020). *Algal Res.* 50: 102016.
- Morales-Sánchez D., Schulze P., Kiron V., Wijffels R. (2020). *Front. Plant Sci.* 11: 2080.
- Lima S., Lokesh J., Schulze P., Wijffels R., Kiron V., Scargiali F., Petters S., Bernstein H., Morales-Sánchez D. (2022). *J. Biotechnol.* 360: 171-181.

USO DE EXTRACTOS VEGETALES CONTRA PATÓGENOS DE CULTIVOS DE INTERES

Lorena Reyes-Vaquero

CONAHCyT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.

Subsede Sureste. Mérida, Yucatán, México, CP 97302. lrvsaid@yahoo.com

Palabras clave: extractos vegetales, metabolitos secundarios, fitopatógenos

Introducción. La agricultura es de suma importancia para el ser humano, es una fuente importante de alimento, da trabajo a miles de personas alrededor del mundo, aportar el 4% del producto interno bruto a nivel mundial y el 25% en países en desarrollo⁽¹⁾. Uno de los graves problemas que presenta es la pérdida de cultivos y granos almacenados a causa de las plagas y enfermedades⁽²⁾. El manejo de este problema se realiza mediante el uso de productos químicos sintéticos, o mediante un control cultural⁽²⁾. Debido a los efectos secundarios de los productos químicos sintéticos, se buscan alternativas, una de estas puede ser el uso de extractos de origen vegetal, los cuales están conformados por diferentes metabolitos secundarios. *Bougainvillea glabra* es una planta ornamental que tiene propiedades insecticidas, debido a metabolitos como flavonoides y terpenos⁽³⁾, *Ruta graveolens* es otro ejemplo de planta que puede ser empleada para el control de patógenos de plantas esto debido a que biosintetiza metabolitos como furanocumarinas, alcaloides acridona y furoquinolínicos, los cuales le confieren actividad fungicida y nematocida⁽⁴⁾. La obtención de extractos se puede hacer por diferentes métodos como son la maceración, percolación, sonicación, fluidos supercríticos (SFE) y líquidos presurizados (PLE)⁽⁵⁾. El objetivo del trabajo es buscar plantas que biosinteticen metabolitos que tengan actividad biológica contra microorganismos patógenos de cultivos de interés agrícola.

Metodología. La metodología puede ser consultada en los trabajos de Reyes (2015) y Reyes (2021).

Resultados. El extracto metanólico de callo y hoja de *Bougainvillea glabra* var. *variegata*, tuvo actividad insecticida contra el gusano cogollero ocasionando entre el 60 y 80% de mortalidad⁽⁶⁾, el extracto de hoja ocasionó malformación en pupa⁽⁷⁾. Por otro lado, la fracción enriquecida en d-pinitol del extracto de hoja ocasionó malformaciones en larvas y pupas del gusano cogollero⁽⁸⁾. Con respecto a los trabajos realizados con *Ruta graveolens* se observó que los extractos de la parte aérea y raíz inhibieron el crecimiento de *Fusarium oxysporum*, *F. proliferatum* y *Stemphylium vesicarium* entre el 40 y 70%, se sugiere

que la actividad fungicida se debe a la presencia de compuestos del tipo furanocumarinas, alcaloides furoquinolínicos y ácidos grasos, la actividad biológica varió dependiendo la época de colecta del material vegetal⁽⁹⁾. Los extractos enriquecidos de *R. graveolens* tuvieron actividad nematocida contra *Meloidogyne incognita*, ocasionando entre el 60 y 80% de mortalidad. Por otro lado, se observó que el extracto enriquecido en furanocumarinas y ácidos grasos obtenido de la parte aérea por SFE inhibió el crecimiento de *F. oxysporum* entre el 70 y 85%. Mientras que los extractos de la parte aérea enriquecido en terpenos obtenido por PLE y el extracto enriquecido en furanocumarinas y ácidos grasos obtenido por SFE inhibieron el crecimiento de *F. circinatum* en un 90%⁽⁴⁾. Existen otras plantas como *Viguiera dentata* y *Thevetia ahouai*, que debido al tipo de metabolitos secundarios que biosintetizan podrían ser consideradas como una alternativa para el control de patógenos de cultivos.

Conclusiones. El uso de extractos vegetales aun representa grandes retos, como llevarlo del laboratorio al campo, determinar la formulación, presentación y forma de aplicación, así como los costos beneficios para el agricultor. Una vez superado estos retos pueden ser una buena alternativa para un manejo sustentable y ecológico de las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos de interés.

Agradecimiento. A Conahcyt por las becas otorgadas. Al CeProBi-IPN, al CIQ-UAEM, al CIAL-CSIC, al ICA-CSIC, y al CIATEJ.

Referencias

- ¹Banco mundial. (2023). Agricultura y alimentación.
- ²Secretaría de la CIPF. (2021). FAO.
- ³Hussein AA. (2014). Int. J. Comput. Eng. Res. 40(10):2250-3005.
- ⁴Reyes VL. (2021). Tesis de Doctorado. CEPROBI-IPN.
- ⁵Herrera M., Sánchez-Camargo AP., Cifuentes A., Ibáñez E. (2015). Trends Analyt. Chem. 71:26-38.
- ⁶Reyes VL. (2015). Tesis de Maestría. CEPROBI-IPN.
- ⁷Reyes-Vaquero L., Valdés EME., Jiménez AAR., Escobar ASL., Evangelista LS. (2016). Southwest. Entomol. 41(4):983-990.
- ⁸Evangelista-Lozano S., Reyes-Vaquero L., de Jesús-Sánchez A., Ávila-Reyes SV., Jiménez-Aparicio AR., Ríos MY. (2018). J. Agric. Life Sci. 5(2):38-45.
- ⁹Reyes-Vaquero L., Bueno M., Ventura-Aguilar RI., Aguilar-Guadarrama AB., Robledo N., Sepúlveda-Jiménez G., Vanegas-Espinoza PE., Ibáñez E., Del Villar-Martínez AA. (2021). Biochem. Syst. Ecol. 95(2021):104223.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área IV. Biotecnología alimentaria

Moderador: Dr. Luis Arturo Bello Pérez, CEPROBI-IPN

“Factores bioquímicos y estructurales que afectan la síntesis de levana sintetizada por la levansacarasa SacB de *Bacillus subtilis* 168 y su posible estructura en el *natto*, un fermentado tradicional japonés a base de soya”

Dr. Agustín López-Munguía Canales, Instituto de Biotecnología, UNAM

54

“Análisis de la diversidad microbiana durante la fermentación del pulque, enfocado a la definición de la microbiota responsable de la bebida”

Dr. Adelfo Escalante Lozada, Instituto de Biotecnología, UNAM

“Estructura morfológica y molecular de almidones de trigo duro (*Triticum durum*) con alto contenido de amilosa”

Dra. Edith Agama Acevedo, CEPROBI-IPN

55

FACTORES BIOQUÍMICOS Y ESTRUCTURALES QUE AFECTAN LA SÍNTESIS DE LEVANA SINTETIZADA POR LA LEVANSACARASA SACB DE *BACILLUS SUBTILIS* 168 Y SU POSIBLE ESTRUCTURA EN EL NATTO, UN FERMENTADO TRADICIONAL JAPONÉS A BASE DE SOYA

Sol Castrejón-Carrillo, Luz Cristina Vallejo-García, María Elena Rodríguez-Alegría, Mario Raziel Romay-Ramírez & Agustín López Munguía, Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis. Instituto de Biotecnología, UNAM. Av Universidad 2001 Col. Chamilpa. 62240, Cuernavaca, Mor. México.

Palabras clave: Levana, Levansacarasa, Natto.

Introducción. La especificidad de la levansacarasa (*Bs SacB*) perteneciente a la familia 68 de las Glicosil Transferasas, ha sido ampliamente estudiada en nuestro grupo de trabajo (1). Así, hemos demostrado que, trabajando con la enzima purificada, la levana sintetizada puede alcanzar un peso molecular superior a los 30 millones de Daltons (medido mediante MALLS). Sin embargo, y dependiendo de las condiciones de síntesis el peso molecular puede alcanzar tan solo 8,300 Daltons, existiendo condiciones de reacción en las cuales se sintetizan ambas fracciones -de alto y bajo peso molecular- en una clásica distribución bimodal. La funcionalidad demostrada de las levanas de ambas fracciones, incluidos los fructooligosacáridos tipo levana, contribuyen a hacer de este polímero un interesante objeto de estudio dentro del terreno de los alimentos funcionales. Aun más, es un hecho que diversos alimentos fermentados tradicionales tienen en las levanas uno de los principales ingredientes que permiten explicar su milenaria tradición, en buena medida como consecuencia de su impacto favorable en la salud intestinal de las poblaciones que los consumen (2). Es el caso del *Natto*, uno de los productos más importantes de la cultura japonesa, con el que se asocia la buena salud y longevidad de la que se goza en ese país (3).

Resultados. En ese trabajo revisaremos brevemente la presencia de la levana en productos fermentados describiendo lo que hemos denominado "El Eslabon Fructosa". En seguida revisaremos los principales hallazgos del grupo en materia del tipo de levana que produce la levansacarasa *Bs SacB*, para finalmente presentar algunas características del *Natto*, y del análisis de levanas presentes en diversos productos comerciales.

Bibliografía.

- (1) A closer look at the structural features and reaction conditions that modulate the synthesis of low and high molecular weight fructans by levansucrases (2019). Ortiz-Soto M.E., Porras-Dominguez J.R., Seibel J. & López-Munguía A. **Carbohydrate Polymers** 219, 130-142.
- (1) Association of soy and fermented soy product intake with total and cause specific mortality: prospective cohort study **BMJ** 2020; 368 doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.m34> (29 January 2020)
- (2) Traditional fermented foods: introducing the *Fructan Link*. Vallejo-García LC, Porras Dominguez JR & López-Munguía A. In: **The book of Fructans**. Eds: Wim Van den Ende & Ebru Toksoy Oner. Academic Press, Elsevier. Chap. 9 pp 147-158, 2023. ISBN 978-0-323-85410-8

Estructura morfológica y molecular de almidones de trigo duro (*Triticum durum*) con alto contenido de amilosa

Edith Agama-Acevedo^{1,*}, Cinthya G. Leal-Lazareno¹, Luis Arturo Bello-Pérez¹

¹ Instituto Politécnico Nacional-CEPROBI, Yautepec, Morelos, México, 62739. *eagama@ipn.mx

Palabras clave: almidón; amilosa; estructura; biosíntesis

Introducción. Los almidones que contienen más del 50 % de amilosa, se denominan altos en amilosa y son obtenidos por cruza tradicionales o modificación genética en algunos cultivos de importancia comercial. Al cambiar el contenido de amilosa, también se modifica la organización estructural del polisacárido, produciendo almidones con propiedades funcionales y nutricionales específicas. El almidón de trigo harinoso es rápidamente y totalmente hidrolizado en el tracto gastrointestinal superior de los humanos, lo cual lleva a un incremento de los niveles de glucosa en sangre, pero el almidón de trigo con alto contenido de amilosa es resistente a la hidrólisis, y va a ser fermentado en el colon. Para poder explicar las propiedades funcionales y nutricionales del almidón de trigo con alto contenido de amilosa, es necesario llevar a cabo su caracterización morfológica y molecular. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la estructura molecular y morfológica de almidones altos en amilosa de *Triticum durum* (HAWS) para conocer los cambios en la organización molecular, su efecto en la estructura granular.

Metodología. Las muestras fueron proporcionadas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se estudiaron HAWS: E (65 %), F (66 %) y G (70 %) provenientes del cruzamiento de trigos silvestres A (34 %), B (39 %) y C (45 %) con uno modificado D (61 %). El estudio molecular se realizó mediante cromatografía de líquidos de alta resolución y difracción de rayos X; la morfología de los gránulos se analizó mediante diferentes técnicas de microscopía y difracción de rayo láser

Resultados. Los HAWS resultantes de las cruza no solo se caracterizan por un incremento en el contenido de amilosa, sino que también cambia la estructura y organización de la amilopectina dado por el incremento del porcentaje de cadenas largas con grado de polimerización (GP) mayor a 37 y una disminución en las cadenas con GP de 6 a 12 en comparación con sus progenitores (Tabla 1). Esto tiene relación con el patrón de difracción de tipo B en los HAWS, el cual presenta una estructura cristalina menos compacta formada por dobles hélices de cadenas largas, la presencia de estas cadenas a su vez provoca desajustes en las dobles hélices lo que ocasiona un bajo porcentaje de

cristalinidad en los HAWS comparado con sus progenitores silvestres (Tabla 1). Todos estos cambios están dados por la amilopectina que es la primera molécula en sintetizarse y posteriormente se sintetiza la amilosa ocupando los espacios disponibles que deja la amilopectina. Es por esto que la estructura granular es resultado del ensamble de estas dos moléculas. Los gránulos de HAWS presentaron formas irregulares con fisuras en su estructura y formas alargadas por la fusión de dos o más gránulos entretejidos por moléculas de amilosa, lo que produce una desorientación de las dobles hélices observado por la ausencia de la cruz de Malta. El tamaño de los gránulos de los HAWS también se vio afectado ya que presentan menores tamaños (7 a 10 μm) que los gránulos de almidón de sus progenitores (16 μm). Estos cambios moleculares son responsables de la baja o nula digestibilidad de almidones HAWS.

Tabla 1. Distribución de las longitudes de las cadenas de la amilopectina y porcentaje de cristalinidad (C) de diferentes variedades de trigo.

Almidón	Porcentajes de distribución de longitud de cadena				C (%)
A	23 \pm 0.4 ^a	48 \pm 0.7 ^a	16 \pm 0.3 ^b	12 \pm 0.7 ^e	27
B	23 \pm 0.0 ^a	48 \pm 0.0 ^{ab}	17 \pm 0.0 ^a	13 \pm 0.0 ^{de}	23
C	23 \pm 0.0 ^a	47 \pm 0.1 ^b	17 \pm 0.1 ^a	13 \pm 0.1 ^d	23
D	20 \pm 0.1 ^b	46 \pm 0.1 ^c	16 \pm 0.1 ^c	18 \pm 0.1 ^c	20
E	19 \pm 0.1 ^c	46 \pm 0.1 ^{cd}	16 \pm 0.1 ^c	19 \pm 0.1 ^a	19
F	20 \pm 0.1 ^{bc}	46 \pm 0.1 ^d	16 \pm 0.0 ^c	19 \pm 0.1 ^{ab}	20
G	20 \pm 0.2 ^b	46 \pm 0.1 ^{cd}	16 \pm 0.0 ^{bc}	19 \pm 0.1 ^b	17

Media de cuatro repeticiones \pm desviación estándar. Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes con $p < 0.05$. C

Conclusión. El incremento del contenido de amilosa en los HAWS causó cambios estructurales y organización molecular de la amilopectina, produciendo gránulos de almidón con formas irregulares.

Bibliografía.

Li, H., Dhital, S., Slade, A. J., Yu, W., Gilbert, R. G. & Gidley, M. J. (2019a). Altering starch branching enzymes in wheat generates starch high amylose content with a new molecular structure and functional properties. *Food Hydrocolloids*. 92: 51-59. Li, H., Gidley, M.J. & Dhital, S. (2019). Starches high in amylose to close the "fiber gap": development, structure and nutritional functionality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 18: 362-379.

Agradecimiento.

Se agradece el apoyo a SIP-IPN, EDI-IPN, COFAA-IPN. Al CONACYT por la beca de maestría de CGLL. Por los análisis de microscopía y Rayos X al CNMN-IPN.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área V. Biotecnología ambiental

Moderador: Dr. Oscar Monroy Hermosillo

“Consortios microbianos: avances y desafíos en la biorremediación de suelos impactados con contaminantes emergentes”

Dra. Diana Cortés Espinosa, CIBA Tlaxcala

57

“Estrategias biológicas para mitigar el impacto de contaminantes presentes en aguas residuales de Sonora”

Dra. Denisse Serrano Palacios, ITSON

58

“Retos y oportunidades de la electroquímica como una condición de estrés para el estímulo metabólico de microorganismos de interés biotecnológico”

Dra. Nancy Velasco Álvarez, Universidad Autónoma Metropolitana

60

“Tratamiento conjunto de residuos de frutas y hortalizas y agua residual municipal”

Dr. Sergio Vigueras Carmona, TES Ecatepec

61

CONSORCIOS MICROBIANOS: AVANCES Y DESAFÍOS EN LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS IMPACTADOS CON CONTAMINANTES EMERGENTES

Diana V. Cortés-Espinosa, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tlaxcala, México 90700, dcortes@ipn.mx

Palabras clave: biorremediación, consorcios microbianos, contaminantes emergentes

Introducción. Los contaminantes emergentes (CEs) son compuestos químicos altamente peligrosos, recientemente monitoreados por su impacto ambiental, y en la salud humana. Los CEs incluyen a los disruptores endócrinos, antibióticos, microplásticos, pesticidas, perfluoralquilados, productos y subproductos provenientes de proceso industriales y aguas residuales. Liberados principalmente a cuerpos de agua, teniendo como destino final los sedimentos y suelos, siendo que a través de estas matrices que se incorporan a las cadenas tróficas. Por ello se buscan estrategias para la eliminación de CEs de matrices ambientales para mitigar el daño que están ocasionando a la salud pública. La biorremediación es una alternativa, donde los microorganismos son encargados de la degradación de los CEs. Los consorcios microbianos han tomado relevancia para la degradación de CEs, ya que se conforman por microorganismos con diferentes capacidades metabólicas y trabajan de manera sinérgica para lograr la mineralización de una amplia variedad de CEs^(1,2).

En el grupo de investigación trabajamos en la construcción de diferentes consorcios microbianos para la degradación de CEs presentes en agua y suelo.

Metodología. Se realizaron muestreo de diferentes sitios contaminados con CEs para el aislamiento y selección de microorganismos capaces de tolerar y degradar CEs. Se realizaron pruebas antagónicas para la construcción de los consorcios microbianos y pruebas de tratabilidad en cultivo sólido a nivel microcosmos para la estandarización de condiciones de cultivo del consorcio y evaluación de la degradación de compuestos xenobióticos. Los consorcios microbianos fueron estudiados usando herramientas moleculares e inmovilizados en residuos agroindustriales para su aplicación *in situ*.

Resultados. Se cuenta con un cepario con mas de 400 aislados microbianos (hongos filamentosos, levaduras, bacterias y actinomicetos) provenientes de diferentes sitios impactados por actividades antropogénicas en Veracruz, Puebla y Tlaxcala, los cuales han sido seleccionados por su capacidad para tolerar y degradar CEs. Estos aislados han sido usados para la construcción de consorcios microbianos a través de pruebas antagónicas en placa, seleccionando aquellos

que tengan la capacidad de crecer juntos y de manera sinérgica favorecer la mineralización de los CEs (fig. 1).



Fig. 1. Pruebas antagónicas para construcción de consorcios: A) bacteria-bacteria: *O. pituitosum* C5R sembrada en la placa de forma masiva confrontada con 10 bacterias. B) Hongo-hongo: *A. nomius* sembrado al centro y confrontado con 6 hongos filamentosos. C) Hongo-Bacteria: *A. flavus* inoculado al centro y confrontado con 10 bacterias.

Esta técnica ha servido para la conformación de consorcios bacterianos, fúngicos (filamentosos o levaduriformes) o mixtos, dependiendo de la estructura química del contaminante y la matriz ambiental en que se aplicará (tabla 1).

Tabla 1. Consorcios microbianos para la degradación de CEs

Consortio microbiano	Fuente de aislamiento	Degradación de CEs	Referencia	
Mixto: <i>A. flavus</i> H5, <i>A. nomius</i> H7, <i>P. versatilis</i> H5, <i>act. 7</i> , <i>aspergillum</i> H15, <i>K. purpurascens</i> B1, <i>d. curvis</i> B4, <i>P. acropneusa</i> B5, <i>and. Kibabwila</i> sp. 193, <i>S. maritima</i> B14	Suelo contaminado por derrame de petróleo crudo	Placa, petriisco crudo y creciendo en suelo	Zafra et al. 2014 Martín Montaña, 2016 Núñez-Catalán, 2018 y 2023	
Fungos no-Aglicosis: <i>Aspergillus niger</i> SCE2, <i>T. aestivae</i> SSC12, <i>T. asperellum</i> H15	Suelos contaminados con hidrocarburos	Plata y dilata	Moreno-Montaña, 2018	
Bacterias: <i>Caulobacterium</i> <i>cellulosa</i> , <i>Arthrobacter</i> <i>luteolus</i> , <i>Bacillus</i> <i>parvulus</i> , <i>Lysinibacillus</i> <i>sp.</i> , <i>Sphingomonas</i> <i>sp.</i>	Suelos contaminados con hidrocarburos y metales	Pirno y Fenotipo	Hernández, 2018	
Bacterias: <i>Ochrobactrum</i> <i>sp.</i> CM2, <i>Corynebacterium</i> <i>sp.</i> TM2, <i>Oxalobacterium</i> <i>sp.</i> AM1, <i>Corynebacterium</i> <i>pluticum</i> TM19, <i>P. proteclava</i> TM5, <i>P. nitroreducens</i> AM1, <i>Streptomyces</i> <i>multicoloris</i> KM10, <i>Serratia</i> <i>marcescens</i> CM1	Suelos agrícolas de Puebla y Tlaxcala contaminados con mezcla de plaguicidas	Carbofuran, paraquat, endosulfan: petriisco modico en suelo	Annes, 2019 Acaranga, 2021	
Fungos filamentosos: <i>A. niger</i> SCE2, <i>A. flavus</i> H6, <i>A. nomius</i> H7, <i>A. niger</i> H20R y <i>A. tubingenis</i> H13H	Análisis de diferentes sitios contaminados con plaguicidas, hidrocarburos, Diesel	Biofertil A en suelo y agua Biofertil A en suelo y agua Carbofuran azo en ensayos toxicos	López-Camero, 2020 Aguila, 2023	
Consortio bacteriano	Mixto: <i>Shigella</i> <i>A. flavus</i> B2SC1, <i>T. yamamotoi</i> M2SC1, <i>A. fuliginosa</i> B2SC1, <i>P. asperum</i> B12C3, <i>F. Ajacuz</i> Z15SC2, <i>F. filiformis</i> M2SC1, <i>Sf. unicoloris</i> M12SC2, <i>P. nitroreducens</i> M2SC2 y <i>A. fumigatus</i> E2SC3, Levadura 1 LZ12C3, Levadura 2 LM19C1, Levadura 3 LB15C1, Levadura 4 LZ16C1 y Levadura 5 LZ20C1	Análisis de diferentes puntos del río Zahuapan, Tlaxcala	Biofertil A en suelo y agua Carbofuran azo en agua Gisofato de suelo	Tomás García, 2023 Benoist, 2023

Conclusiones. La aplicación de consorcios microbianos por bioaumentación en suelos contaminados favorece la eficiente degradación de CEs en menor tiempo y trabajan en sinergia con los microorganismos nativos del suelo.

Agradecimiento. Instituto Politécnico Nacional por el financiamiento de los proyectos SIP20230878 e innovación SIP20212038.

Bibliografía.

- Zafra G., Absalón A., Anducho, M., Fernández F. and Cortés-Espinosa D. (2017). *Chemosphere*. 172:120-126.
- Zafra G., Taylor T., Absalón A. and Cortés-Espinosa D. (2016). *J. Hazard. Mater.* Vol. 318(15):702-710.

ESTRATEGIAS BIOLÓGICAS PARA MITIGAR EL IMPACTO DE CONTAMINANTES PRESENTES EN AGUAS RESIDUALES DE SONORA

Denisse Serrano Palacios

Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de febrero 818 Sur. Col. Centro. Cd. Obregón, Sonora, México. e-mail:

denisse.serrano@itson.edu.mx.com

Palabras clave: Escases del agua, sistemas híbridos, compuestos persistentes, codigestión.

Introducción. Sonora ocupa el 2do lugar en extensión (185 mil km²) de entre los estados de la República Mexicana y representa el 9.2% de la superficie nacional. Su hidrografía está conformada por 6 cuencas hidrológicas y su configuración fisiográfica de la región está dominada por el Desierto o Llanura Sonorense, que cubre más de la mitad del territorio estatal. Los climas predominantes son los de carácter muy seco o desértico, seco y semiseco, y se caracterizan por su alta temperatura y escasa precipitación (CEA 2016; CONAGUA 2021). El escurrimiento medio anual es de 5,459 millones de m³ al año, con una demanda total de 5,500 millones de m³, registrándose un déficit de 41 millones de m³, por lo que la situación de escasez de agua compromete seriamente el crecimiento estatal. La calidad de las aguas superficiales y subterráneas del estado están comprometidas, debido a los principales problemas de contaminación en los cauces de los ríos y en las zonas de riego con aguas superficiales, cuyos drenes son receptores de descargas de centros de población, industrias, actividades pecuarias y las aguas de retorno agrícola. Las aguas costeras y esteros son los receptores finales de estas cargas contaminantes (CEA 2005). Debido a la problemática anterior, se han propuesto diversas estrategias biológicas para mitigar el impacto generado por la descarga de aguas residuales de diversas fuentes en el ambiente.

Metodología. En los últimos años y debido a la necesidad de mejorar no solo la remoción de materia orgánica sino también nutrientes como el nitrógeno y compuestos persistentes se han evaluado sistemas de tratamiento de aguas residuales llamados híbridos. Este tipo de sistemas tiene como base principal el tratamiento biológico, el cual opera de manera combinada con otros procesos biológicos o incluso fisicoquímicos (Huang et al., 2017). Por otro lado también, se han evaluado trabajos de codigestión de residuos orgánicos generados en la región y que supone una importante mejora desde el punto de vista medioambiental, ya que resuelve el problema que generan los residuos de diferentes procedencias, así como, desde un punto de vista económico, reduce los

costes del proceso al posibilitar el incremento de la generación de biogás y, por ende, de metano valorizable energéticamente (Montañés, 2014).

Resultados. A manera de resumen, la evaluación de sistemas híbridos a escala laboratorio ha permitido obtener los siguientes resultados:

i) La propuesta integral del sistema GAC-SBR es una alternativa eficaz para la eliminación de macrocontaminantes y pesticidas (99%), como el endosulfán, que permite cumplir con la normativa vigente (normas de vertido) nacionales y de otros países; ii) El sistema híbrido (anaerobio-aerobio-anoxico-GAC) logró eficiencias de remoción de DQO y nitrógenos mayores al 90% con una alta COV y un TRH menores a otros reportados, cumpliendo con la normativa de descarga en cuerpos de agua en México, NOM-001-SEMARNAT-2021. Además, logró eliminar alrededor de 98% de Oxitetraciclina y 97% para Tilosina, compuestos presentes en AR porcinas. A través de la digestión o codigestión, se puede deducir que aguas residuales de interés en la región como la del nejayote, porcícola, láctea, avícola y residuos de paja de trigo, pueden ser aprovechados como una fuente alternativa de energía mediante un proceso metanogénico, ya que su composición en materia orgánica y nutrientes, ayudan a facilitar el proceso de degradación y obtener una mayor producción de metano.

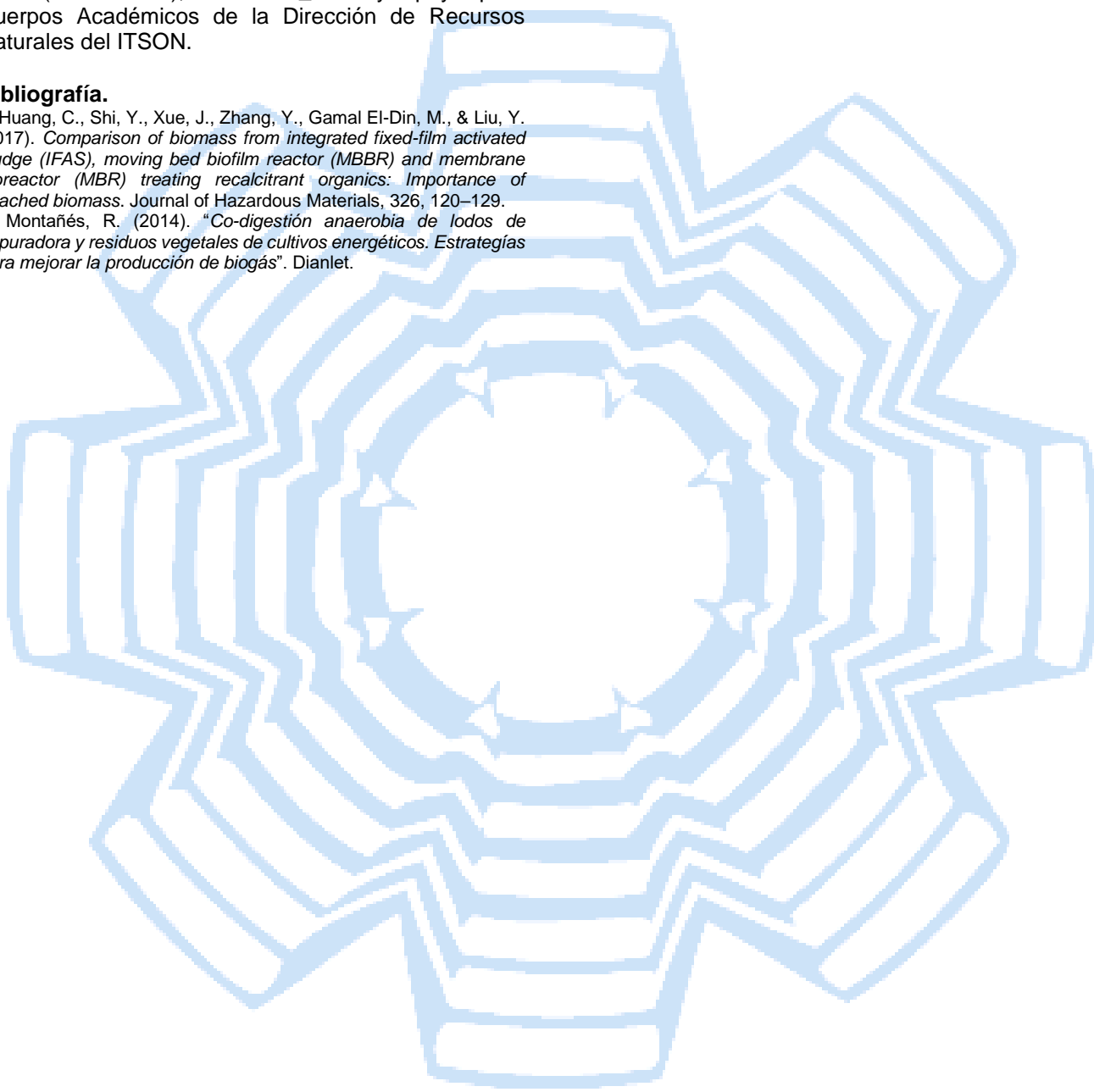
Conclusiones. La propuesta de sistema híbrido puede funcionar como un sistema descentralizado, sus múltiples productos son el reúso del agua tratada in situ o cerca del sitio, la bioenergía (biogás producido por el sistema anaeróbico a partir de la transformación de la materia orgánica), y el digestato que contienen nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que se consideran biofertilizantes para las tierras agrícolas en los alrededores de las instalaciones. Por otro lado, la codigestión anaerobia utilizando una mezcla de aguas residuales (nejayote-porcina o paja de trigo-porcina), aumenta la producción de biogás significativamente, debido a la sinergia encontrada entre los dos sustratos, debido al aumento de la

relación de micro y macronutrientes y la carga de materia orgánica biodegradable, típico de estos procesos.

Agradecimiento. Este trabajo fue apoyado por el CONAHCYT del fondo de Ciencia Básica CB-2017-2018 (A1-S-43472), PROFAPI_2023 y apoyo para Cuerpos Académicos de la Dirección de Recursos Naturales del ITSON.

Bibliografía.

1. Huang, C., Shi, Y., Xue, J., Zhang, Y., Gamal El-Din, M., & Liu, Y. (2017). *Comparison of biomass from integrated fixed-film activated sludge (IFAS), moving bed biofilm reactor (MBBR) and membrane bioreactor (MBR) treating recalcitrant organics: Importance of attached biomass.* Journal of Hazardous Materials, 326, 120–129.
2. Montañés, R. (2014). "Co-digestión anaerobia de lodos de depuradora y residuos vegetales de cultivos energéticos. Estrategias para mejorar la producción de biogás". Dianlet.



"RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA ELECTROQUÍMICA COMO UNA CONDICIÓN DE ESTRÉS PARA EL ESTÍMULO METABÓLICO DE MICROORGANISMOS DE INTERÉS BIOTECNOLÓGICO"

Nancy Velasco Alvarez. Departamento de Biotecnología, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa 09340, CDMX, México. nva@xanum.uam.mx

Palabras clave: Electroquímica, soportes, modificación metabólica

Introducción. La aplicación de campos eléctricos (CE) de baja intensidad ($<0.42 \text{ mA cm}^{-2}$) sobre los microorganismos, es ampliamente conocido dentro de la biotecnología ambiental (1). Tal efecto, se enfoca en estimular el metabolismo de los microorganismos, la producción de biomasa, producción de enzimas específicas y cambios en la permeabilidad de las membranas (2). Respuestas asociadas principalmente al estrés oxidativo derivado de la electrólisis del agua. No obstante, es importante controlar y conocer los parámetros de operación que mejoren las respuestas metabólicas de los microorganismos (1).

El objetivo de este estudio fue estudiar diferentes estrategias experimentales con el fin de generalizar el uso del CE en sistemas con aplicaciones biotecnológicas, a partir de la caracterización y el uso de diferentes soportes.

Metodología. El estudio se realizó en celdas electroquímicas cilíndricas (450 mL), con electrodos de titanio recubiertos con óxido de rutenio. La caracterización se realizó imponiendo intensidades de corriente (1-25 mA) y registrando los potenciales de celda (V). Las celdas fueron empacadas con dos soportes; i) agrolita y ii) una mezcla de arroz-rastrojo de maíz, e inoculadas con una suspensión de esporas (2×10^7 esporas/g de soporte seco) de *Aspergillus brasiliensis* y *Metarhizium anisopliae*, respectivamente. La humedad (73-75%) y pH (5.2 ± 0.1) se mantuvieron constantes durante el cultivo. Después de 72 h de iniciado el cultivo se aplicó el CE por 24 h. Después de este tiempo, el CE fue retirado y se continuó por 3 días más. La celda se dividió en tres secciones longitudinales, las variables de respuesta fueron: pH, humedad, biomasa y esporas. Para el cultivo con *A. brasiliensis* se cuantificó Hexadecano residual (HXD) como respuesta metabólica, y para *M. anisopliae*, se cuantificó la infectividad de los conidios sobre la larva del *Tenebrio molitor*.

Resultados. Los soportes utilizados durante la caracterización, mostraron un comportamiento similar a una resistencia eléctrica. No obstante, la mezcla de arroz presentó una mayor resistencia (4-73 V), respecto a la agrolita (2-12 V). Estas diferencias entre los potenciales de celda (V) generaron respuestas metabólicas distintas en los cultivos. Los soportes porosos (agrolita) generan ambientes poco resistivos y cambios de pH drásticos, provocando cambios en el

metabolismo, inhibición del crecimiento y mejorando la capacidad de degradación.

Tabla 1. Respuestas metabólicas de *A. brasiliensis* al aplicar un CE de baja intensidad (9 mA:10V), en agrolita.

Variable	Sección anódica	Sección media	Sección catódica	Control (sin CE)
pH	3.1 ± 0.2	6.7 ± 0.6	10.3 ± 1.1	5.9 ± 0.4
Biomasa (mg gss ⁻¹)	25 ± 1	65 ± 7	29 ± 2	196 ± 7
Degradación HXD (%)	98 ± 0.8	96 ± 1.3	97 ± 1.2	81 ± 1.2
Esporas (gss ⁻¹)	$2.8 \pm 0.4 \times 10^7$	$6.3 \pm 0.5 \times 10^4$	No detectado	$4.6 \pm 0.3 \times 10^9$

*gss: gramo por soporte seco

En cambio, con un soporte poco poroso (arroz) el potencial de celda (V) fue mayor, el pH y crecimiento se mantuvieron similares al control, sin embargo, la producción de conidios bajo la influencia del CE fueron más infectivos sobre la plaga, respecto al control. Como se observa en las Tablas 1 y 2. Estos cambios pueden interpretarse como cambios en un aspecto bioquímico; con posibles modificaciones fisicoquímicas en las propiedades superficiales de los medios porosos, debido al estrés electroquímico y resistencia generada por el sistema.

Tabla 2. Respuestas metabólicas de *M. anisopliae* al aplicar un CE de baja intensidad (1.1 mA:14 V) en una mezcla de arroz

Variable	Sección anódica	Sección media	Sección catódica	Control (sin CE)
pH	4.2 ± 0.4	5.4 ± 0.3	5.9 ± 0.3	5.2 ± 0.1
Conidios (gss ⁻¹)	$4.4 \times 10^8 \pm 2.6 \times 10^7$	$4.9 \times 10^8 \pm 3.4 \times 10^7$	$5.6 \times 10^8 \pm 6.6 \times 10^7$	$4.9 \times 10^8 \pm 4.0 \times 10^7$
Mortalidad (%)	78 ± 5	92 ± 8	94 ± 5	53 ± 5

Conclusiones. Se observaron modificaciones metabólicas por el CE, mejorando las capacidades infectivas de los conidios de *M. anisopliae*, y de *A. brasiliensis* la capacidad de degradación del hidrocarburo (HXD)

Agradecimiento. Proyecto CONACyT (257394).

Bibliografía. 1.

- [1] P. Gómez-Flores, N. Velasco-Alvarez, I. González, V. Sánchez-Vázquez (2020). *Rev. Mex. Ing. Quim.* Vol. 19, Sup. 1 (2020) 111-121
- [2] G. Beretta, A. Filippo Mastorgio, L. Pedrali, S. Saponaro, E. Sezenna. (2019). *Rev Environ Sci Biotechnol.* DOI: 10.1007/s11157-018-09491-9

TRATAMIENTO CONJUNTO DE RESIDUOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS Y AGUA RESIDUAL MUNICIPAL

Sergio Esteban Vigueras Carmona, Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Ecatepec de Morelos 55520, svigueras@tese.edu.mx.

Palabras clave: tres palabras escritas en letra Arial cursiva, tamaño 10, centrado

Introducción. La configuración estándar de plantas de tratamiento de aguas residuales consta de 6 etapas principales: un sistema de acondicionamiento del agua residual, un reactor aerobio de lodos activados, un sedimentador secundario, un reactor anaerobio para la estabilización de lodos residuales, un sistema de postratamiento del agua tratada y una etapa de secado y acondicionamiento de biosólidos. En México, en 2020 el 72.7 % de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales domésticas eran sistemas con reactores de lodos activados (CNA, 2021). En México una gran proporción de plantas de este tipo tiene un déficit de energía en el orden de 44 kW·h por cada 100 kg de carbono alimentado, lo anterior hace inviable el proceso de tratamiento y provoca que las plantas se deterioren o se abandonen.

Una configuración que da mejores balances energéticos es con un reactor anaerobio seguido de uno aerobio; primero, transforma el carbono alimentado en energía (biogás) y posteriormente, pule el efluente con un menor gasto energético en el reactor aerobio. Es así como se obtiene un balance energético positivo de 122 kW·h por cada 100 kg de carbono alimentado (Van Lier, 2013). Para mantener una eficiencia energética rentable es necesario que durante todo el año se tenga al menos 3 kg DQO·m⁻³·d⁻¹ de carga orgánica a la entrada del reactor anaerobio, esta condición limita los sistemas de tratamiento de ARM, debido a que estas tienen cargas orgánicas máximas de 1.0 kg DQO·m⁻³·d⁻¹. Se puede mantener la carga orgánica a la entrada por arriba de 3 kg DQO·m⁻³·d⁻¹ utilizando otros sustratos, una alternativa viable son los residuos de frutas y hortalizas (RFH). El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de un sistema anaerobio-aerobio para el tratamiento conjunto de RFH y ARM a partir de la productividad de metano y la remoción de DQO.

Metodología. Primeramente, los residuos de frutas y hortalizas fueron recolectados y caracterizados, ya en el laboratorio se colocaron en un tanque con ARM con el objetivo de transferir al agua sólidos con tamaño de partícula menor a 105 µm, posteriormente se separaron mediante tamizado. La mezcla ARM y RFH con tamaño de partícula menor a 105 µm fueron alimentados a un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA), en este se transformó la materia orgánica disuelta y suspendida a metano y bióxido de carbono.

El agua que abandonó el RAFA fue enviada a postratamiento en un reactor de lodos activados (RALA).

Resultados.

Lixiviación de los RFH. Se determinó que la mejor proporción de RFH:ARM para extraer los sólidos menores a 105 µm fue de 1:7 con un tiempo de contacto de 1 día. La concentración de la DQO soluble fue de 7.68 g·L⁻¹.

Reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA). En el RAFA a todas las cargas ensayadas (2 a 8 g DQO·L⁻¹·d⁻¹) la eficiencia de remoción de DQO se encontró en un promedio del 70 %. La producción de metano para la mezcla RFH:ARM, llegó a un valor promedio de 3.0 L CH₄·L⁻¹·d⁻¹ para cargas de 8 g DQO·L⁻¹·d⁻¹.

El reactor de lodos activados (RALA). La salida de RAFA se alimentó al RALA para mejorar la calidad del efluente. La concentración de DQO que entró al RALA fue entre 0.5 y 2 g DQO·L⁻¹, en tanto que, a la salida la DQO fue entre 0.066 y 0.237 g·L⁻¹. La eficiencia de remoción de DQO del reactor de lodos activados fue de alrededor el 80 %.

Rendimiento energético. A su vez, el rendimiento energético fue de 1914 kW·h·d⁻¹, este valor se obtuvo a partir de la producción máxima de metano en el sistema anaeróbico-aeróbico aquí utilizado (3 m³CH₄·m⁻³reactor·d⁻¹). La capacidad calorífica del metano de 5.137 kW·h·m⁻³, así como la carga orgánica a la que operó el sistema (8 kg COD·m⁻³·d⁻¹), y la relación kg COD·kg⁻¹ VS fueron determinados en este estudio (1.52 kg DQO·kg⁻¹ SV).

Conclusiones. En una población de 11956 habitantes utilizando el proceso anaerobio-aerobio aquí descrito se producirían hasta 84.7 kW·h·d⁻¹, tratándose 828 kg de RFH·d⁻¹.

Agradecimiento. Tecnológico Nacional de México, COMECyT por el apoyo financiero otorgado.

Bibliografía.

1. Van Lier. (2013). III curso internacional de tratamiento anaerobio de aguas residuales industriales con reactores UASB-GSB. UNESCO, IHE. : CITRA.
2. Comisión Nacional del Agua (2021) Estadísticas del Agua en México 2021. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área VI. Bioenergía y biocombustibles

Moderadora: Dra. Katy Juárez López

“Consumo simultáneo de azúcares y sacarificación y fermentación simultánea a temperaturas elevadas con *Escherichia coli*”

Dr. Alfredo Martínez Jiménez, Instituto de Biotecnología, UNAM

63

“Lactato como precursor en la producción de hidrógeno a partir de suero ácido de leche”

Dr. Germán Buitrón Méndez, Instituto de Ingeniería, UNAM

64

“Biopelícula electroactiva de *Geobacter sulfurreducens* y sus implicaciones en la transferencia de electrones para la generación de energía”

Dra. Katy Juárez López, Instituto de Biotecnología, UNAM

65

CONSUMO SIMULTANEO DE AZÚCARES Y SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTANEA A TEMPERATURAS ELEVADAS CON *Escherichia coli*

Gilberto Pérez Morales, Eliseo R. Molina Vázquez, Estefanía Sierra Ibarra, Luis Caspeta, Guillermo Gosset, Alfredo Martínez Jiménez

Departamento de Ingeniería Celular y Biotecnología. Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, 62210
Correo electrónico: alfredo.martinez@ibt.unam.mx.

Palabras clave: Sacarificación y fermentación, Etanol, Lactato

Introducción. La generación sustentable de etanol carburante y ácidos orgánicos (AO) como moléculas base para la generación de bioproductos renovables a partir de residuos agroindustriales es un reto que requiere un enfoque integral con aportes fundamentales de la biotecnología moderna. El objetivo de este trabajo es presentar aportaciones biotecnológicas relevantes para la obtención de etanol y AO basadas en *Escherichia coli* como biocatalizador.

Metodología. Se utilizaron metodologías de ingeniería metabólica, biología molecular, biología sintética, biología de sistemas, evolución adaptativa, hidrólisis termoquímica, ingeniería de fermentaciones y tecnología de sacarificación enzimática, para hidrolizar residuos agroindustriales, generar jarabes de azúcares de 5 y 6 carbonos, obtener cepas homofermentativas a partir de *E. coli* MG1655 con la capacidad de generar etanol o AO con altos rendimientos de conversión y consumo secuencial o simultaneo de glucosa y xilosa, así como la utilización de cultivos lote o continuos para generar cepas evolucionadas capaces de fermentar a temperaturas elevadas. Se emplearon técnicas estándar de espectrofotometría y de cromatografía de líquidos y de gases para determinar densidad celular, azúcares, furanos, AO y alcoholes.

Resultados. Se generaron cepas derivadas de *E. coli* MG1655 con la capacidad de producir etanol o AO como únicos producto de fermentación [1], además de tolerar elevadas concentraciones de ácido acético, el cual se presenta en los hidrolizados de residuos lignocelulósicos como producto de desacetilación de la fracción hemicelulósica. Estas cepas obtenidas por ingeniería metabólica fueron evolucionadas para incrementar su velocidad de consumo de xilosa; su caracterización genómica y proteómica, en comparación con la cepa progenitora, mostraron las principales mutaciones y acumulación de proteínas que permiten incrementar la velocidad de consumo de xilosa. Como resultado de procesos adicionales de ingeniería metabólica y evolución adaptativa, se generó un fenotipo que muestra un efecto reducido de represión catabólica por la glucosa, de tal manera que

las cepas homofermentativas son capaces de metabolizar simultáneamente y de manera eficiente xilosa, glucosa y también la pentosa arabinosa al producto de fermentación. La figura 1 muestra un ejemplo de utilización de estos 3 azúcares y su eficiente conversión a etanol como producto único [2].

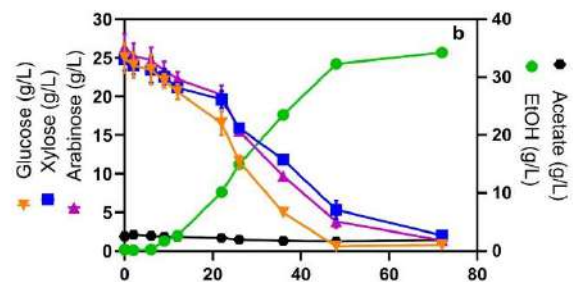


Fig. 1. Consumo simultaneo de xilosa, arabinosa y glucosa y homo producción de etanol en presencia de ácido acético con *E. coli* generada por ingeniería metabólica y evolución adaptativa.

Mediante etapas adicionales de evolución adaptativa y caracterización ómica y fisiológica se han obtenido cepas termotolerantes capaces de producir AO a temperaturas de hasta 47°C en procesos de sacarificación y fermentación simultanea.

Conclusiones. Es posible producir etanol como único producto de fermentación con un consumo simultaneo de pentosas y hexosa, así como generar AO a temperaturas elevadas con cepas de *E. coli* obtenidas por ingeniería metabólica y evolución adaptativa.

Agradecimiento. Al financiamiento de la UNAM: DGAPA/PAPIIT, proyectos IV100119 e IG200322; y del Conahcyt, proyecto CF-2023-I-1116.

Bibliografía.

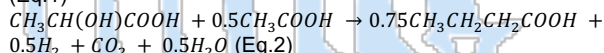
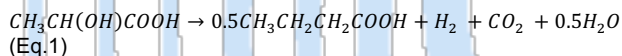
1. Fernández-Sandoval MT y col. (2012). Appl Microbiol Biotechnol 96:1291-1300.
2. Sierra-Ibarra E y col. (2022). Molecules 27: 8941, 2022.

LACTATO COMO PRECURSOR EN LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE SUERO ÁCIDO DE LECHE

Eder J. Ordoñez-Frías, Karla M. Muñoz-Páez, Germán Buitrón. Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas, Unidad Académica Juriquilla, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro 76230
GBuitronM@iingen.unam.mx

Palabras clave: Biohidrógeno, ruta de lactato-acetato, suero de leche

Introducción. En la fermentación oscura se produce hidrógeno a partir de carbohidratos. Sin embargo, este proceso presenta inestabilidad en la productividad de H₂ [1]. Recientemente, se ha propuesto una nueva ruta a partir de lactato con altas productividades de H₂ y estabilidad en el proceso utilizando sustratos complejos [2]. Sin embargo, hay una brecha de conocimiento sobre las condiciones operativas para la ruta fermentativa de lactato (Eq. 1) y la ruta lactato-acetato (Eq. 2). Por lo tanto, una opción prometedora para mejorar la producción de H₂, es utilizar sustratos como el suero de leche fermentado (SLF), debido a su alto contenido de lactato. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de H₂ a partir de lactato utilizando suero de leche fermentado, centrándose en las rutas de lactato y lactato-acetato.



Metodología. Se operó un reactor de lecho expandido (EGSB) en modo continuo. El volumen de trabajo fue de 2.2 L. La recirculación se mantuvo a una velocidad ascensional de 5 m/h y la temperatura fue controlada a 35 °C. Como sustrato fueron utilizados suero de leche (SL) y SLF. Se inoculó con lodo granular anaerobio que se adaptó para producir H₂. El funcionamiento del reactor se dividió en XI fases. En las fases I y II, hubo un cambio gradual en la alimentación, partiendo de LA a LAF. En las fases III y IV, el reactor fue operado con LAF y dos tiempos de retención hidráulica (TRH) de 4.5 y 6 h, respectivamente. En la fase V, se repitieron las condiciones de la fase III. Durante las fases VII, VIII, IX y X, el efecto del pH fue evaluado, decreciendo de 6, 5.5, 5 y 4.5, respectivamente. En la fase XI, fue evaluada la ruta fermentativa lactato-acetato con la adición externa de acetato.

Resultados. Utilizando solamente lactato como fuente de carbono (pH 5 y TRH de 4.5 h, fase IX) la productividad fue de 1.8 LH₂/L_{reactor}-d. Sin embargo, la adición externa de acetato (fase XI) incremento la producción H₂ hasta 3.2 LH₂/L_{reactor} - d (Fig. 1).

La tabla 1, presenta las productividades promedio y la eliminación de lactato para cada fase. Nótese que la fase XI, consumió más del 98% de lactato, lo cual explica la mayor productividad.

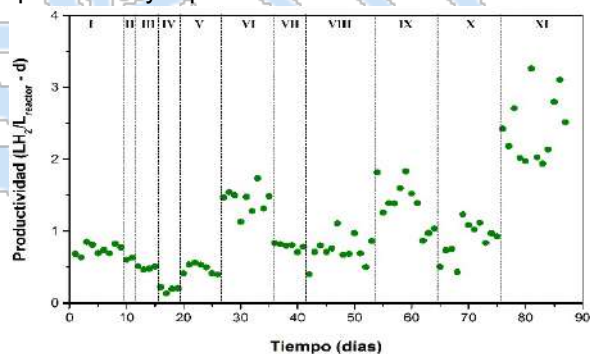


Fig. 1. Rendimiento del reactor EGSB en términos de productividad durante una operación en continuo.

Tabla 1. Rendimiento operativo del reactor productor de H₂.

Fases	Productividad (L H ₂ /L · d)	Consumo de lactato (%)
I	0.74 ± 0.07	43
II	0.61 ± 0.01	66
III	0.48 ± 0.02	12.8
IV	0.19 ± 0.03	37.2
VII	0.78 ± 0.04	24.8
VIII	0.75 ± 0.18	81.3
IX	1.23 ± 0.39	24.8
X	0.89 ± 0.25	81.3
XI	2.42 ± 0.45	98.9

Conclusiones. La adición externa de acetato incrementó la productividad de H₂ 2.6 veces bajo condiciones operativas de pH 5 y TRH de 4.5 h, en comparación de utilizar solamente lactato. Además, la fase XI presentó la mayor eliminación de lactato.

Agradecimiento. DGAPA-UNAM (Proyecto PAPIIT IT102522) y al Instituto de Ingeniería Proyecto GII 3406.

Bibliografía.

- Muñoz-Páez K. M., Vargas A., Buitrón G. (2022). *Waste and Biomass Valorization*. 14, 447- 460.
- García-Depraect O., Muñoz R., Van Lier J., Rene E., Diaz-Cruces V., León-Becerril E. (2020). *Bioresource Technology*. 307, 123160.

BIOPELÍCULA ELECTROACTIVA DE *Geobacter sulfurreducens* Y SUS IMPLICACIONES EN LA TRANSFERENCIA DE ELECTRONES PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA

Katy Juárez, Bernardo Jaramillo Rodríguez, Leticia Vega Alvarado, Alberto Hernández Eligio
 Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos.
katy.juarez@ibt.unam.mx Palabras clave: *Geobacter*, Bioelectricidad, biopelícula

Introducción. La transferencia eficiente de electrones entre los microorganismos y los electrodos es un aspecto esencial de los sistemas bioelectroquímicos (SBE). El diseño de reactores más eficientes y la modificación de microorganismos son aspectos importantes para mejorar la producción de electricidad.

Geobacter sulfurreducens, es el organismo modelo para estos estudiar los procesos de transferencia extracelular de electrones, para ello, codifica para más de 100 citocromos, forma nanocables conductivos y produce una biopelícula electroactiva. En nuestro grupo hemos estudiado diversos reguladores globales que afectan la formación y estructura de la biopelícula, tanto a escala genómica como en su aplicación en celdas microbianas de combustible (MFC). La biopelícula es un blanco para ser modificada con el fin de obtener una mayor transferencia de electrones. El objetivo de este estudio es evaluar la corriente generada con diversas mutantes involucradas en la formación de biopelícula en MFC y analizar su perfil transcriptómico en estas condiciones y así elucidar los genes involucrados en los procesos de transferencia de electrones que se modificaron en las mutantes estudiadas.

Metodología.

Las mutantes evaluadas son las deficientes en los reguladores GSU1771 y CsrA. Se evaluó la producción de corriente en un sistema de células H de dos cámaras con un flujo continuo de medio que contiene acetato (10 mM) como donador de electrones y ánodos de barra de grafito (65 cm²) equilibrados a 60 y 300 mV versus Ag/AgCl respectivamente, como aceptor de electrones. Una vez que se inició la transferencia de carga, la cámara del ánodo recibió una entrada constante de medio fresco como se describe [1]. Las biopelículas formadas en el electrodo, se emplearon para la extracción total de RNA, transcriptoma por RNAseq y así obtener los perfiles de expresión global.

Resultados.

Las cepas Δ gsu1771 y Δ csrA, caracterizadas previamente [2,3]. Forman una biopelícula más gruesa en grafito y una mayor transferencia de carga. Por lo que se evaluaron en las MFC obteniéndose un 25%

mas corriente en el caso de Δ gsu1771 y un 50% en el caso de la cepa Δ csrA.

El análisis del transcriptoma reveló en el caso de la cepa Δ gsu1771 119 genes diferencialmente expresados (DE) y en el caso de la cepa Δ csrA 181 DE. Los cuales pertenecen a diferentes categorías funcionales, entre las que destacan formación de exopolisacáridos, sistemas de secreción, así como la sobreexpresión de algunos citocromos como OmcS y OmcZ, los cuales pueden formar nanocables conductivos, que se discutirán más a fondo en la presentación.

Conclusiones

Es posible manipular genéticamente los organismos electroactivos como *G. sulfurreducens* y así obtener cepas mejoradas en su capacidad transferencia de electrones en sistemas bioelectroquímicos y obtener modelos regulatorios que nos permitan entender dicho proceso.

Agradecimiento. Financiamiento DGAPA PAPIIT IN212022

Bibliografía.

1. Nevin KP, et al. (2009) Anode biofilm transcriptomics reveals outer surface components essential for high density current production in *Geobacter sulfurreducens* fuel cells. PLoS ONE. 2009,
2. Hernández-Eligio et al. (2022). GSU1771 regulates extracellular electron transfer and electroactive biofilm formation in *Geobacter sulfurreducens*: Genetic and electrochemical characterization *Bioelectrochem.*, vol 145, 108101.
3. Hernández-Eligio et al (2023). CsrA controls the extracellular electron transfer and biofilm production in *Geobacter sulfurreducens*. *En preparación*.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área VII. Nanobiotecnología y biomateriales

Moderadora: Dra. Luz María López Marín, CFATA, UNAM

“Diseño de nanopartículas proteicas inspiradas en cápsides virales y su uso como sistema de entrega de DNA”

Dr. Armando Hernández García, Instituto de Química, UNAM

67

“Nanopartículas de sulfuro de plata como agentes antifúngicos en acondicionadores de tejidos dentales”

Dra. Ma. Concepción Arenas Arrocena, ENES-León, UNAM

68

“Nanorreactores enzimáticos tipo virus para fines biomédicos”

Dr. Rafael Vázquez Duhalt, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM

69

DISEÑO DE NANOPARTÍCULAS PROTEÍICAS INSPIRADAS EN CÁPSIDES VIRALES Y SU USO COMO SISTEMAS DE ENTREGA DE DNA

David Silverio Moreno-Gutiérrez¹, Ximena del Toro-Ríos¹, Natalia J. Martínez-Sulvaran¹, Mayra B. Pérez-Altamirano¹ & Armando Hernández-García¹, ¹Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04100. Correo: armandohg@iquimica.unam.mx

Palabras clave: virus artificiales, viromimetismo, sistemas de entrega

Introducción. Las partículas virales son altamente eficientes para entregar ácidos nucleicos a células, por lo que contar con una nanopartícula viromimética tendría muchas aplicaciones potenciales(1). Previamente diseñamos una proteína sintética “CSB” inspirada en la proteína de cápside del Virus del Mosaico del Tabaco. CSB une a DNA y se ensambla con ella en nanorodillos(2), sin embargo transfecta células humanas muy ineficientemente(3). Inspirados en el funcionamiento de los virus, rediseñamos la proteína CSB para poder transfectar de manera eficiente y específica células humanas.

En este trabajo programamos la transfección celular eficiente de la proteína CSB mediante su fusión con transferrina o el péptido aureína, los cuales son conocidos por permitir la entrada de nanopartículas (NPs) a células humanas (4).

Metodología. Se produjeron en *P. pastoris* las proteínas CSB, CB, Aur-CSB y Aur-CB (fusionadas a Aureína) (4) y se purificaron mediante precipitación fraccionada. La proteína CSB se conjugó químicamente a la proteína Transferrina para obtener Tf-CSB. Usando electroforesis se evaluó su unión a DNA y su estabilidad en distintos medios biológicos. Con microscopía de fuerza atómica y electrónica de transmisión se caracterizaron las NPs formadas. Usando microscopía de fluorescencia (epi- y confocal) se evaluó *in vitro* la eficiencia de transfección de las NPs en línea tumoral de glioblastoma U251.

Resultados. Se diseñaron y produjeron 3 proteínas Aur-CSB, Aur-CB y Tf-CSB (Fig. 1) las cuales unen a DNA de manera eficiente y forman NPs tipo rodillo. Con dsDNA de 742 pb los nanorodillos tuvieron una longitud entre 133 y 168 nm para CSB, Tf-CSB y Aur-CSB, mientras que fue de 301-340 nm para CB y Aur-CB. Las NPs solo se desensamblan en presencia de heparina a concentración mayor a la presente en suero (1-2 ng/uL). Mas del 80% de las NP de Au-CB, Au-CSB, CB, CSB y Tf-CSB se desensamblaron an heparina > a 1.5, 2, 3, 4 y >8 ng/uL, respectivamente. No se observó desensamble ni daño al DNA cuando las NP fueron incubadas 24h en medio Opti-MEM.

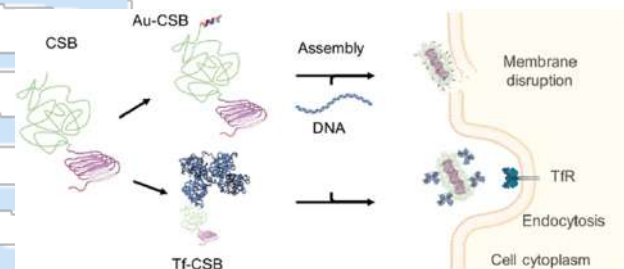


Fig. 1. Diseño de las proteínas que forman NP con DNA y que internalizan células mamíferas de manera programada vía módulos de direccionamiento (4).

La NP formadas con Aur-CSB, Tf-CSB y Aur-Tf-SCB mostraron mayor transfección celular que CSB (Fig. 2). Aur-CSB mejoró 7.5 veces la entrada respecto a CSB, Tf-CSB 6 veces y la Aur-Tf-CSB 8 veces. Este último trasfectó hasta 70% de las células observadas, especialmente 1h despues de incubación.

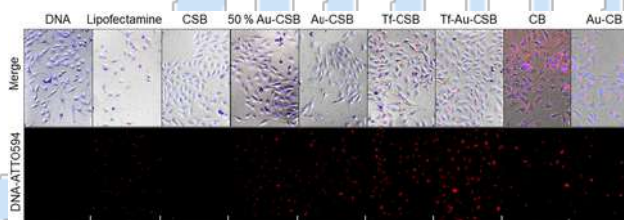


Fig. 2. Transfección de células U251 despues de 24h de incubación con las NP formadas con proteína y dsDNA 749 pb marcado con Atto594. Imágenes de microscopía de epi-fluorescencia (4).

Conclusiones. Diseñamos proteínas inspiradas en virus con alta capacidad programada de entrada / transfección *in vitro* de células mamíferas vía la adición de péptidos y/o proteínas de direccionamiento.

Agradecimiento. CONAHCyT Frontera de la Ciencia 2019 (160671) y UC MEXUS-CONACyT Collaborative Research Grant 2019 (CN-19-118).

Bibliografía.

1. Mastrobattista, E, et. al. (2006). *Nature Rev. Drug Discov.* 5:115-121.
2. Hernandez-Garcia A, et. al. (2014). *Nat Nanotechnol.* 9: 698-702.
3. Shehrazade J. et. al. (2017). *Nucleic Acid Ther.* 27(3): 159-167.
4. Moreno-Gutierrez D, et. al. (2023). *Biomacromolecules.* 24(4): 1563-1573.

NANOPARTÍCULAS DE SULFURO DE PLATA COMO AGENTES ANTIFÚNGICOS EN ACONDICIONADORES DE TEJIDOS DENTALES

Concepción Arenas-Arrocena,* Edna Pamela Vilchis-Valadez, Rosa Guadalupe Torres-Rosales, Paloma Serrano-Díaz

Nanoestructuras y Biomateriales, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León, Universidad Nacional Autónoma de México, León Guanajuato, 37689, México

*carenas@enes.unam.mx

Palabras clave: inhibición, nanopartículas, sulfuros metálicos

Introducción. El uso de prótesis dentales sin una limpieza adecuada conlleva a la inflamación de tejidos de la mucosa y a la colonización de *Candida albicans* que es la responsable de la estomatitis protésica [1]. Recientemente se realizó una revisión sistemática con meta-análisis sobre un comparativo de tratamientos contra la estomatitis, los agentes antifúngicos tópicos basados en antibióticos tuvieron mayor efectividad [2].

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto antifúngico de nanopartículas de sulfuro de plata (Ag_2S) incorporadas en un acondicionador de tejidos marca Softy a través de una mezcla física.

Métodología. Nanopartículas (NPs) de Ag_2S fueron obtenidos mediante síntesis química en medio acuoso utilizando polietilenglicol como agente ligante [3]. La mezcla de 0.5×10^{-3} moles de $Na_3C_6H_5O_7$, 2.5×10^{-3} moles de $AgNO_3$ y de Na_2S se colocó en ultrasonido durante 2 horas. El producto de Ag_2S previamente lavado fue secado y triturado para incorporarlo al acondicionador de tejido Softy a 0, 1, 2 y 4% en peso para obtener discos con un diámetro de 5.5 mm y 1 mm de espesor. El efecto antifúngico fue evaluado de un ensayo de difusión en agar y microdilución. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante un ANOVA de dos vías.

Resultados. Las nanopartículas de Ag_2S presentaron un tamaño aproximadamente de 15 nm y un rango de absorción óptica en la región visible de 300 nm a 800 nm (Fig. 1). Los ensayos de difusión en agar solo con el Ag_2S mostraron un halo de inhibición dependiente de la dosis, mientras que los discos de acondicionador de tejido Softy combinado con las Ag_2S inhibieron por completo el crecimiento de *Candida albicans* en la superficie de los discos, indicando un efecto fungistático (Fig. 2). Por otro lado, análisis de microdilución mostraron que todas las concentraciones utilizadas de Ag_2S fueron efectivas para inhibir el crecimiento de *C. albicans*.

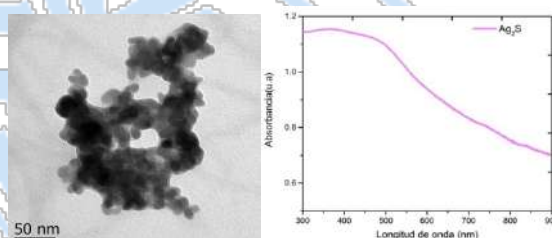


Fig. 1. Izquierda: Imagen TEM y Derecha: Espectro UV-Vis de nanopartículas de Ag_2S .



Fig. 2. Izquierda: Halos de inhibición solo de nanopartículas de Ag_2S a diferentes concentraciones 1%, 2% y 4% en peso. Grupo control (-) agua y control (+) Anfotericina B. Centro: Halos de inhibición de los discos de acondicionador de tejidos Softy con nanopartículas de Ag_2S a diferentes concentraciones 1%, 2% y 4% en peso. Grupo control (-) discos de Softy y control (+) Anfotericina B. Derecha: Caja petri representativa de las dimensiones.

Conclusiones. El Ag_2S con PEG son favorables para la inhibición de *Candida albicans* y pueden ser aplicados no tan solo en acondicionadores de tejidos para prótesis dentales, sin embargo es necesario realizar más estudios para proponer una aplicación biotecnológica.

Agradecimiento. Al proyecto PAPIIT-DGAPA IN112921.

Bibliografía.

- Rodrigues, S., Shenoy, V., & Shetty, T. (2013). Journal of Indian Prosthodontist Society, 13(3): 155–164.
- Yew Hui Xin, Tan Joe Ying, M. Sakil Syeed, Sajesh K. Veettil, and Rohit Kunnath Menon, Comparative effectiveness of interventions for the treatment of denture stomatitis: A systematic review with network metaanalysis, J Prosthet Dent 0022-3913(23): 00019-7.
- Rosa G, Torres-Rosales, Tesis de Licenciatura en Odontología, UNAM, 2023.
- Edna Pamela Vilchis-Valadez, Tesis de Maestría en Ciencias Odontológicas, UNAM, 2021.

NANORREACTORES ENZIMATICOS TIPO VIRUS PARA FINES BIOMEDICOS

Rafael Vazquez-Duhalt

Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México,

Ensenada, Baja California 22760. rvd@ens.cnyn.unam.

Palabras clave: Citocromo P450, Nanomedicina, Virus-like particles.

El tamoxifeno es la quimioterapia endocrina estándar para los cánceres de mama, que requieren activación metabólica por las enzimas de la familia citocromo P450 (CYP). Sin embargo, las bajas y variables concentraciones de la actividad de CYP en el tejido tumoral siguen siendo cuellos de botella importantes para el tratamiento eficaz, y lo que provoca efectos secundarios graves. La nanomedicina ha ganado mucha atención recientemente para el tratamiento del cáncer, ya que reduce la toxicidad asociada al fármaco sin afectar la respuesta terapéutica.

Aquí mostramos el diseño modular de nanorreactores enzimáticos basados en partículas tipo virus del bacteriófago P22 para la activación de pro-fármacos combinados con la terapia fotodinámica. Estas cápsides de virus que contienen actividad CYP en su núcleo están decoradas con fotosensibilizador y un ligando específico a receptores de estrógenos en la superficie del nanorreactor. Los nanorreactores funcionalizados con estradiol son reconocidos e internalizados en las células tumorales de mama ER+, lo que aumenta la actividad CYP intracelular y muestra la capacidad de producir especies reactivas de oxígeno (ROS) tras la irradiación UV_{365nm}. Las ROS generadas en sinergia con la actividad enzimática mejoraron drásticamente la sensibilidad al tamoxifeno in vitro, inhibiendo fuertemente las células tumorales. Este trabajo demostró claramente que el tratamiento combinado dirigido que utiliza cápsides virales catalíticas multifuncionales representa la nanoterapia eficaz contra el cáncer de mama ER+.

Por otro lado, la Terapia de Reemplazo Enzimático (ERT) se ha utilizado para tratar algunas de las muchas enfermedades existentes que se originan por la falta o baja actividad enzimática. En la ERT se administran enzimas exógenas para hacer frente a la deficiencia de actividad enzimática. Los nanorreactores enzimáticos basados en la encapsulación de enzimas dentro de partículas tipo virus (VLPs) aparecen como una alternativa interesante para ERT. Las VLP son excelentes vehículos de administración de enzimas terapéuticas, ya que son nanoestructuras biodegradables, uniformemente organizadas y porosas, que transportan y podrían proteger el

biocatalizador del entorno externo sin afectar la bioactividad. En consecuencia, se han realizado importantes esfuerzos en los procesos de producción de nanorreactores enzimáticos basados en virus y su funcionalización, que aquí se presentan. Se discutirá el uso de nanorreactores enzimáticos basados en virus para el tratamiento de enfermedades de almacenamiento lisosomal como las enfermedades de Gaucher, Fabry y Pompe, así como terapias potenciales para la galactosemia y los síndromes de Hurler y Hunter.

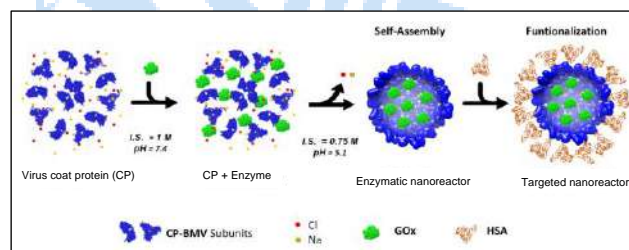


Fig. 1. Esquema de la síntesis de nanorreactores enzimáticos tipo virus.

- González-Davis O., Villagrana-Escareño M.V., Trujillo M.A., Gama P., Chauhan K. and Vazquez-Duhalt R. (2023) *Virology* 580: 73-87.
- Chauhan K., Olivares-Medina C.N., Villagrana-Escareño M.V., Juárez-Moreno K.O., Cadena-Nava R.D., Rodríguez-Hernández A.G. and Vazquez-Duhalt R. (2022) *ChemMedChem* 17: e202200384
- Mejía-Méndez J.L., Vazquez-Duhalt R., Hernández L.R., Sánchez-Arreola E., Bach H. (2022) *Int. J. Mol. Sci.* 23: 8579.
- Gama P., Cadena-Nava R.D., Juárez-Moreno K., Pérez-Robles J. and Vazquez-Duhalt R. (2021) *ChemMedChem* 16: 1438-1445.
- Chauhan K., Hernández-Meza J.M., Rodríguez-Hernández A.G., Juárez-Moreno K., Sengar P. and Vazquez-Duhalt R. (2018) *J. Nanobiotechnol.* 16: 17.
- Tapia-Moreno A., Juárez-Moreno K., Gonzalez-Davis O., Cadena-Nava R.D. and Vazquez-Duhalt R. (2017) *Biotechnol. J.* 12: 1600706.
- Sánchez-Sánchez L., Tapia-Moreno A., Juárez-Moreno K., Patterson D.P., Cadena-Nava R.D., Douglas T., and Vazquez-Duhalt R. (2015) *J. Nanobiotechnol.* 13: 66.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área VIII. Biotecnología farmacéutica

Moderadora: Dra. Tanya Amanda Camacho Villegas

“Biotecnología biomédica y sus aplicaciones, contribuciones del LBM”

Dr. Héctor Samuel López Moreno, Universidad Autónoma de Sinaloa 71

“Rescate de envenenamiento con antiveneno en formato de cadena sencilla (scFv)”

Dra. Hilda Vázquez López, Instituto de Biotecnología, UNAM 72

“Dominio vNAR en biomedicina: aplicaciones innovadoras”

Dra. Tanya Amanda Camacho Villegas, Investigadora por México, CIATEJ 73

“Modelos fisiopatológicos 3D, de cara a modelos preclínicos funcionales libres de animales (MPLA)”

Dr. Pavel Hayl Lugo Fabres, CIATEJ 74

BIOTECNOLOGÍA BIOMÉDICA Y SUS APLICACIONES, CONTRIBUCIONES DEL LBM

Héctor Samuel López-Moreno*

Laboratorio de Biomedicina Molecular, CAC-BB-UAS264, Posgrados en C. Biomédicas y en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria. Culiacán, Sinaloa, México. 80010.

*hslmoreno@ms.uas.edu.mx.

Palabras clave: Biomedicina, Leishmania mexicana, biofármaco

La Biotecnología Biomédica permite enfocar las metodologías moleculares como la inmunoproteómica y el DNA recombinante.

La primera a la identificación de antígenos inmunodominantes derivados de patógenos con potenciales diversos como el diseño de métodos de diagnóstico, blancos terapéuticos, diseño de vacunas o bien, al fortalecer nuestro conocimiento de la evasión inmune en la relación hospedero-parásito permiten identificar biofármacos para su eventual aplicación contra diversas enfermedades humanas. Y la segunda, a la clonación y expresión recombinante de alguno de esos antígenos u otros de biomarcadores de interés, con aplicación en la inmunoterapia contra enfermedades inflamatorias crónicas (como la artritis reumatoide, AR) o el cáncer.

En este contexto, los esfuerzos de nuestro grupo de investigación en el Laboratorio de Biomedicina Molecular, ha avanzado en producción recombinante del Factor de Elongación-1□ de *Leishmania mexicana* con potencial aplicación como biofármaco antiinflamatorio en el tratamiento de la AR. Por otro lado, la clonación y expresión recombinante de los dominios variables tipo inmunoglobulina de la Proteína de Muerte Celular-1 (PD-1), y su ligando (PD-L1), permiten establecer las bases moleculares para la producción de anticuerpos monoclonales primero y humanizados después o proteínas quiméricas conjugadas al Fc, que al bloquear su interacción entre los linfocitos T infiltrantes de tumor (PD-1) y la célula tumoral

(PD-L1) mejoran la respuesta al tratamiento de diferentes tipos de cáncer.

Además, estos biofármacos o inmunoterapéuticos 100% mexicanos, beneficiarían a la salud de los miles de pacientes que padecen estas enfermedades y a la economía de sus familias al poder ofertarse a menor costo.

RESCATE DE ENVENENAMIENTO, CON ANTIVENENO EN FORMATO DE CADENA SENCILLA (scFv).

Roberto Olivares Hernández¹, Lidia Riaño Umbarila²⁻³, Baltazar Becerril³, Alejandro Alagón Cano³, e Hilda Vázquez López³

¹ Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México, 05348, México. ² Investigadora por México, CONACyT. Instituto de Biotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México. ³ Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, Instituto de Biotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Universidad 2001, Colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos 62210, México. hilda.vazquez@ibt.unam.mx.

Palabras clave: rescate, antiveneno, scFv,

Introducción. Los antivenenos de cadena sencilla son una alternativa a los antivenenos actuales (scFvs ~29 kDa), son estructuras monovalentes, con afinidad por un único antígeno. Se han desarrollado antivenenos en formato scFv dirigido a la neutralización de veneno de alacranes mexicanos (Riaño-Umbarilla et al 2021). En este proyecto se plantea llevar a cabo el rescate de borregos del envenenamiento con toxina Cn2 utilizando un antiveneno experimental en formato scFv.

Metodología. Para el rescate, se utilizaron 5 borregos con un peso entre 50-65 kg. Se les administraron 3 dosis de toxina Cn2 (13.6, 50 y 100 µg) se observaron los signos de envenenamiento y se procedió al rescate del envenenamiento utilizando 10 mol de scFv por cada mol de toxina. Se tomaron muestras de sangre y orina. La detección de la toxina y los scFv en sangre y orina se realizó mediante un ELISA cuantitativo.

Resultados.

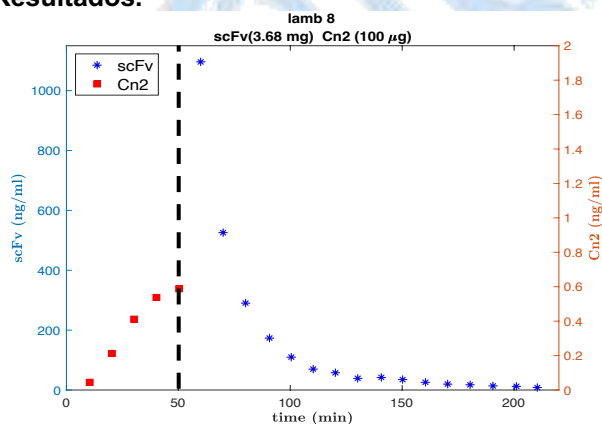


Fig. 1. Cuantificación de Cn2 y scFv en sangre. La abscisa es tiempo en min, las ordenadas (der) son la concentración de Cn2 (ng/mL) y las ordenadas (izq)es la concentración (ng/ml) de scFv LR.

Se cuantificaron la toxina Cn2 y los scFv en sangre, y orina (Fig. 1).

Adicionalmente se concentró la orina y se analizó por SDS-PAGE (Fig. 2) y western (datos no mostrados).

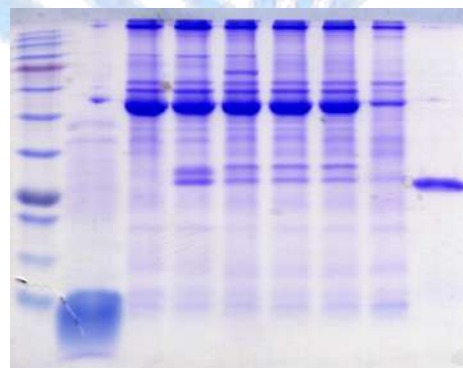


Fig. 2. 1- MPM., 2-Centruroides noxius., 3-T43 min post envenenamiento., 4-T50 min post envenenamiento-30 seg rescate., 5-T1:10 min post envenenamiento-20 min rescate., 6-T1:17 min post envenenamiento-27 min rescate., 7-T2:10 min post envenenamiento-1:20 rescate., 8-T2:50 min post envenenamiento-2:00 rescate., 9- scFv LR.

Conclusiones. Los scFv LR son moléculas capaces de rescatar el envenenamiento, por toxina de alacrán Cn2, y se les puede considerar está molécula como un antiveneno con potencial uso terapéutico.

Agradecimiento. CONACyT 303045.

Bibliografía.

Riaño-Umbarila, L., Romero-Moreno, J. A., Ledezma-Candanoza, L. M., Olamendi-Portugal, T., Possani, L. D., & Becerril, B. (2021). Full Neutralization of Centruroides sculpturatus Scorpion Venom by Combining Two Human Antibody Fragments. *Toxins*, 13(10), 708.

DOMINIOS VNAR EN BIOMEDICINA: APLICACIONES INNOVADORAS

Tanya A. Camacho Villegas*, Investigadora por México, Unidad de Biotecnología Médica y Farmacéutica, CIATEJ. tcamacho@ciatej.mx

Palabras clave: anticuerpos recombinantes, vNAR, biomedicina

Los anticuerpos (Ab) o inmunoglobulinas (Ig) son proteínas producidas por los linfocitos B en respuesta a un antígeno, tienen como función el reconocimiento del antígeno. Los primeros anticuerpos se han descrito en los Elasmobranchios (peces cartilaginosos), es decir, en los tiburones, rayas y quimeras con más de 400 millones de años de antigüedad.

Las Ig son proteínas formadas por una cadena pesada y una cadena ligera. Ambas cadenas tienen dominios constantes y dominios variables. La unión de los dominios variables pesados (V_H) y variables ligeros (V_L) es la responsable del reconocimiento a los antígenos, mientras que la región constante del anticuerpo es relevante para la activación de células, por ejemplo, en procesos de opsonización. Estas inmunoglobulinas se denominan "convencionales". Sin embargo, en la naturaleza existen anticuerpos que naturalmente carecen de la cadena ligera, por lo tanto, el reconocimiento al antígeno se debe sólo a los dominios variables de la cadena pesada. Estos anticuerpos se denominan "solo cadena pesada".

Los tiburones, rayas y quimeras presentan anticuerpos de solo cadena pesada llamados IgNAR (inmunoglobulina de nuevo receptor de antígeno). El dominio variable que reconoce al antígeno se llama vNAR (dominio variable del nuevo receptor de antígeno). En la Figura 1 se muestra un esquema representativo de las diferencias entre la IgG de humano (Fig. 1A) y una IgNAR (Fig. 1B). De las inmunoglobulinas convencionales se pueden obtener Fab (fragmento de anticuerpo sencillo o doble), scFv (fragmento variable de cadena sencilla, 30 kDa). En el caso de las inmunoglobulinas de sólo cadena pesada de elasmobranchios se puede obtener el vNAR (12-15 kDa) como elemento mínimo de reconocimiento al antígeno. Esta aproximación sigue la lógica de obtener proteínas o péptidos de menor peso molecular, pero que mantengan el reconocimiento al antígeno, favoreciendo la penetración de tejidos sin afectar la estabilidad, solubilidad, especificidad y afinidad.

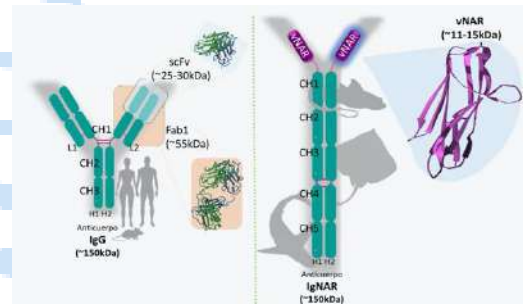


Figura 1. A) IgG y sus fragmentos de reconocimiento al antígeno: scFv (~30 kDa), Fab (~55 kDa). B) IgNAR y sus dominios de reconocimiento al antígeno: vNAR (12-15 kDa). Tomado de Reza-Escobar, 2020¹.

En nuestro grupo de trabajo, empleamos vNAR de tiburones o rayas para la generación de bibliotecas génicas de alta diversidad de secuencias que codifican para diversos vNAR, se han seleccionado por despliegue en fagos contra antígenos inmovilizados en plástico. Se obtienen las secuencias específicas de cada vNAR, se realiza la subclonación para la expresión recombinante en el sistema de expresión de *E. coli* y se produce a nivel matraz o nivel biorreactor. La caracterización de los vNAR's aislados se basa en inmunoensayos (ELISA, WB, Dotblot), en simulación *in silico*², determinación de la afinidad por resonancia de plasmones, ensayos *in vitro* de citotoxicidad, neutralización. Además, los hemos empleado como inmunoacarreadores para decorar nanopartículas metálicas y puntos cuánticos para la entrega inteligente de fármacos, en monocapa y en cultivos 3D, entre otras aplicaciones. Adicionalmente, hemos empleado vNAR para la detección de proteínas sanguíneas relevantes (por ejemplo, hemoglobina glicada, citocinas). Estos proyectos forman parte de la formación de maestros y doctores en ciencias y han fomentado la colaboración multidisciplinaria con universidades públicas y privadas, así como con centros de investigación nacionales.

Agradecimiento. Al equipo de trabajo conformado por los ahora colegas, Dra. Elia Reza Escobar, Dra. Mira Burciaga Flores, Dr. Sandeep Panikar, M. C. Nayeli Pérez Padilla, M. C. Marco Kú Centurión, M. C. Omar García García. Adicionalmente, al equipo formado por IB. Aurora Ramírez Ronzón, M. C. Andrea Anfonseca Ladrón de Guevara, M. C. Alejandro Manzanares. A los colaboradores de CPIs y Universidades.

Bibliografía. ¹Reza-Escobar, 2020, Tesis Doctorado, CIATEJ. 132 pp.; ²Burciaga-Flores et al., 2023, Sci Rep, 13(3596).

MODELOS FISIOPATOLÓGICOS 3D, DE CARA A MODELOS PRECLÍNICOS FUNCIONALES LIBRES DE ANIMALES (MPLA)

Pavel H. Lugo Fabres*

Investigador por México, CIATEJ. plugo@ciatej.mx

Palabras clave: fisiopatología, modelos 3D, modelos preclínicos

Durante más de 80 años las pruebas preclínicas se han instrumentado en animales, principalmente en ratones sin embargo, estos organismos cuentan con una fisiología distinta al ser humano lo que incrementa la posibilidad de fallo en las predicciones de seguridad, eficacia y eficiencia de nuevos desarrollos farmacológicos.

En las últimas dos décadas, los modelos de evaluación preclínica han avanzado enormemente. Los modelos animales han ayudado a la humanidad a avanzar en el objetivo de una salud integral y mayor calidad de vida, nuestros avances científicos y tecnológicos en este siglo tienen que superponerse a los obstáculos técnicos y debemos avanzar hacia una medicina más “humana”, prescindiendo del uso de modelos no humanos tanto por razones éticas y primordialmente, por las diferencias fisiopatológicas.

Debemos empujar las fronteras de la ciencia para transitar de manera eficiente y segura de modelos murinos a los modelos integrales en 3D y, conjuntar tecnologías de diseño inteligente de fármacos con sistemas de organoides, cultivos dinámicos y sistemas Organ on a Chip.

En enero del 2023, en la revista Science la Dra. Meredith Wadman publicó que la FDA, dejará de solicitar de manera obligatoria para evaluaciones preclínicas, la evaluación de nuevos fármacos en modelos animales. Esto supone un gran avance en el área de la biomedicina en ese país.

Los modelos de cultivos 3D del Dr. Pavel Hayl Lugo Fabres, hasta el momento, se han enfocado en el desarrollo de un modelo de barrera hematoencefálica y un cultivo 3D para glioblastoma multiforme, imitando características histopatológicas encontradas *in vivo* en estos tumores. También el desarrollo de un modelo de cáncer de mama donde se imitan las características del tejido tumoral y donde se evaluó la penetración de un anticuerpo comercial validando el método para evaluar penetración y eficacia de nuevos compuestos terapéuticos de novo. También ha incidido en el

desarrollo de un modelo de artritis reumatoide donde se replicaron etapas tardías de la enfermedad y se evaluaron fármacos comerciales disponibles actualmente. Además, uno de sus estudiantes de doctorado (en colaboración con el CIBO-IMSS) actualmente está desarrollando un modelo de enfermedad renal que permitirá evaluar el rol de exosomas en la progresión de enfermedades del riñón.

Finalmente, se ha puesto en marcha de una “bioimpresora” que permitirá “imprimir” tejidos como piel que servirán en el desarrollo de nuevas estrategias y materiales para el tratamiento de escaras, quemaduras y lesiones de la piel relacionadas con enfermedades crónico-degenerativas.

Agradecimiento. A los profesionales M. C. Tonantzin de Dios Figueroa, M. C. Janette Aguilera Márquez; M. C. Marco Kú Centurión; M. C. Jessica Badillo Mata,

Bibliografía.

Wadman M, (2023) *Science*, 379 (6628): 127-128.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área IX. Biotecnología microbiana

Moderador: Dr. Octavio Loera Corral

“Comunidades bacterianas benéficas en la milpa: nuevas estrategias para su estudio y manejo”

Imparte: Dr. Jorge Rocha Estrada, CIBNOR, La Paz, BCS

76

“Condiciones en los cultivos para mejorar las características de los bioplaguicidas fúngicos ¿qué ajustes metabólicos ocurren?”

Dr. Octavio Loera Corral, Universidad Autónoma Metropolitana

77

“*Thielavia terrestris* produce un complejo de enzimas termofílicas con actividad hidrolítica sobre derivados agroindustriales”

Imparte: Dra. María Eugenia Hidalgo Lara, CINVESTAV

78

COMUNIDADES BACTERIANAS BENÉFICAS EN LA MILPA: NUEVAS ESTRATEGIA PARA SU ESTUDIO Y MANEJO

Jorge Rocha, Guillermo Arellano-Wattenbarger, Gabriela Gastélum, Eneas Aguirre, Mayra de la Torre; Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Regional Hidalgo. San Agustín Tlaxiaca 42163; email: jorge.rocha@ciad.mx.

Palabras clave: maíces nativos, interacciones planta-bacteria, comunidades sintéticas

Introducción. Las milpas son agroecosistemas tradicionales desarrollados en Mesoamérica, donde se mantienen variedades nativas de maíz en policultivo con otras especies de plantas (1). No se utilizan agroquímicos o riego, y por lo tanto, la microbiota juega un papel fundamental para la salud de las plantas (2). Enfocándonos en las bacterias endófitas de semillas de maíces nativos, exploramos el efecto de la intervención humana sobre las interacciones planta-bacteria. Sin embargo, estas interacciones son complejas y dinámicas. Por esto, proponemos que se requieren nuevas estrategias y sistemas experimentales con mayor relevancia ecológica para entender y aprovechar las funciones benéficas de la microbiota en la milpa.

Los objetivos son 1) evaluar el efecto diferentes formas de intervención humana sobre las funciones benéficas de la microbiota endófitas de semillas de maíces nativos e híbridos y 2) ensamblar comunidades sintéticas para estudiar sus funciones benéficas emergentes.

Metodología. Mediante estrategias dependientes e independientes de cultivo, se comparó la estructura y funciones de comunidades bacterianas endófitas de semillas de maíces nativos vs. híbridos, así como de maíces de milpas con climas contrastantes. Para ensamblar comunidades sintéticas (3), se siguió una estrategia combinatorial buscando comunidades con arquitectura colonial (biofilm) emergente; esta característica indica la presencia de moléculas que pueden mediar la colonización de raíces.

Resultados. Nuestros hallazgos indican que la modernización agrícola afecta la abundancia, diversidad, y funciones de la microbiota endófitas de semillas de maíz, ya que estas características están disminuidas en las variedades híbridas cuando se comparan con las nativas (4). Además, encontramos que las prácticas tradicionales de cada localidad son importantes para mantener las funciones de la microbiota, la cual contribuye a la adaptación de los maíces a condiciones adversas. Por ejemplo, a tolerar la sequía en maíces nativos de milpas en zonas áridas (Figura 1).

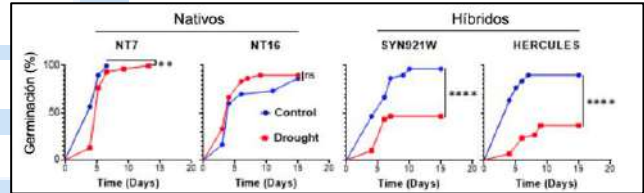


Fig. 1. Efecto de la sequía sobre la germinación de maíces nativos de milpas en zonas áridas y de variedades híbridas comerciales.

También se han generado comunidades sintéticas con arquitectura colonial emergente (Figura 2). Servirán como herramientas para estudiar las interacciones planta-bacteria en contextos más complejos, permitiendo examinar las bases genéticas y moleculares que median las funciones benéficas emergentes con relevancia ecológica, p.ej. la colonización de raíces.

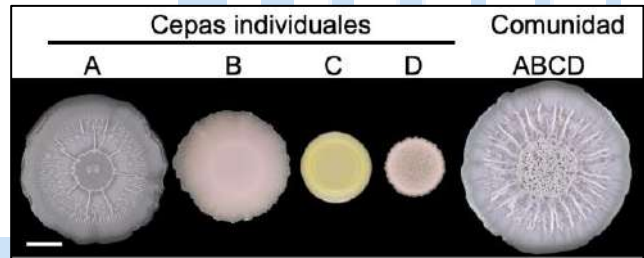


Fig. 2. Comunidad sintética con arquitectura colonial emergente conformada por cepas de los géneros *Bacillus*, *Burkholderia* y *Pseudomonas*. Escala: 5 mm.

Conclusiones. La integración de estrategias dependientes e independientes de cultivo, ha permitido explorar el efecto de la intervención humana sobre la microbiota asociada a maíces nativos. Se necesitan nuevas herramientas como las comunidades sintéticas para entender y aprovechar las funciones benéficas de la microbiota.

Agradecimiento. Productores de milpas hidalguenses de la Huasteca y el Alto Mezquital.

Bibliografía.

- Lozada-Aranda M, Yanes AM, Ponce-Mendoza A, Burgeff C, Orjuela-R MA, and Galindo OO. (2018) *Oikos* 9: 10–12.
- Gastélum G, & Rocha J (2020). *TIP Rev. Esp.*, 23(1), 1-13.
- Madsen JS, Sørensen SJ & Burmølle M (2018). *Curr. Opin. Microbiol.* 42, 104-109.
- Gastélum G, Aguirre-von-Wobeser E, de la Torre M, & Rocha J (2022). *Environ Microbiol*, 24(11), 5583-5595.

CONDICIONES EN LOS CULTIVOS PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOPLAGUICIDAS FÚNGICOS ¿QUÉ AJUSTES METABÓLICOS OCURREN?

Octavio Loera, Francisco Figueroa-Martínez, Nohemí García-Ortiz, Gerardo Suárez Vergel, Miguel Castillo Minjarez, Gustavo Viniegra-González, Jazmín Méndez-Hernández

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, Ciudad de México, CP 09340. Email: loera@xanum.uam.mx ; oloera@izt.uam.mx .

Palabras clave: Condiciones de cultivo, umbral de estrés, respuesta fenotípica

Introducción. La sobrepoblación humana impone desafíos para garantizar la producción y distribución de alimentos (1). Las plagas agrícolas causan más del 30% de pérdidas en cosechas cada año, se combaten con plaguicidas químicos aún con el daño que provocan; como opción está el control biológico para una producción sostenible, que puede usarse con dosis moderadas de plaguicidas químicos, en especial cuando los insectos plaga desarrollan resistencia (2,3). Los conidios de los hongos entomopatógenos (HE) son las unidades infectivas más utilizadas como bioplaguicidas fúngicos, aunque deben soportar condiciones de estrés que comprometen su eficiencia en campo (4).

El **objetivo** de este trabajo fue mostrar algunas estrategias, manipulando los cultivos microbianos, que mejoran la producción de conidios de HE con mayor tolerancia al estrés, además de describir los principales cambios metabólicos asociados a estas respuestas.

Metodología. La producción de conidios se realizó en medios convencionales (2), que se sometían a distintos niveles subletales de estrés (oxidativo, térmico), según la tolerancia de cada cepa fúngica de los géneros *Metarhizium* y *Cordyceps* (4,5). Los conidios cosechados se evaluaron bajo condiciones simuladas de campo, además se realizaron análisis para determinar y comparar la expresión diferencial de proteínas, enzimas, producción de moléculas antioxidantes o que contribuyen a incrementar la sobrevivencia en condiciones de estrés ambiental (5,6).

Resultados. El umbral de respuesta al estrés subletal varía en las cepas, aunque las cepas de HE de los géneros *Metarhizium* y *Cordyceps* soportan periodos cortos oxidantes por arriba de 21% de O₂, nivel normal (4, 5), aplicados por ciclos en tiempos específicos durante el cultivo. En las condiciones de mayor producción se obtienen conidios con mayor tolerancia a estrés abiótico, similar a lo que se encuentra en campo (baja humedad, radiación ultravioleta, cambios bruscos de temperatura, presencia de moléculas oxidantes, etc); en algunos casos incluso se registró mayor virulencia de estos conidios contra insectos (2, 4, 5).

Los conidios de la cepa de *Metarhizium* se sometieron a un análisis proteómico (*shot-gun proteomics*) que reveló algunas proteínas cuya expresión se eleva durante los cultivos sometidos a estrés oxidativo, por ejemplo, relacionadas con la virulencia (enzimas que degradan la cutícula), así como algunas del metabolismo de carbohidratos, con énfasis en la producción de poder reductor (4). En el caso de los conidios de *Cordyceps* sometidos a pulsos oxidantes, se acumulan moléculas como el glutatión y especies reactivas de oxígeno que participan en la respuesta antioxidante, así como el incremento de enzimas que moderan el estado oxidante (SOD, Catalasas) (6). La acción sinérgica de estas moléculas en los conidios explica la mayor tolerancia a condiciones adversas, así como su virulencia contra los insectos. La manipulación de los cultivos también favorece la síntesis de melanina, implicada en la resistencia a la luz UV en HE (5).

Conclusiones. La manipulación mediante estrés subletal durante los cultivos de HE mejora los rendimientos de conidios infectivos, cuya respuesta favorable se da por ajustes metabólicos en rutas de biosíntesis de moléculas para contender con el estrés.

Agradecimiento. A la UAM y al CONACYT por el financiamiento recibido y las becas de los estudiantes.

Bibliografía.

1. World Bank's World Development Indicators <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. 05 abril 2023.
2. Méndez-González F., Castillo-Minjarez J.M., Loera O., Favela-Torres E. (2022). World J Microbiol Biotechnol, 18;38(7):115. DOI: 10.1007/s11274-022-03301-9
3. Hawkins, N.J., Bass, C., Dixon, A. and Neve, P. (2019). Biol Rev, 94: 135-155. <https://doi.org/10.1111/brv.12440>
4. García-Ortiz N., Figueroa-Martínez F., Carrasco-Navarro U., Favela-Torres E., Loera O. (2018). Fungal Biology, 122(6): 487-496, <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2017.10.013>
5. Suárez-Vergel G., Figueroa-Martínez F., Garza-López P.M., García-Ortiz N., Loera O. (2022). Biocontrol Sci & Technol 32:4, 437-454, DOI: 10.1080/09583157.2021.2016626
6. Castillo-Minjarez J.M., Garza-López P.M., Barrios-González J., Loera O. (2019). Biological Control, 137: 104011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104011>

THIELAVIA TERRESTRIS PRODUCE UN COMPLEJO DE ENZIMAS TERMOFÍLICAS CON ACTIVIDAD HIDROLÍTICA SOBRE DERIVADOS AGROINDUSTRIALES.

Azucena López-López, Alejandro Santiago-Hernández, Maribel E. Cayetano-Cruz, Marina Gutiérrez-Antón, María Eugenia Hidalgo-Lara

Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV-IPN. Ciudad de México, CP 07360
ehidalgo@cinvetav.mx

Palabras clave: Thielavia terrestris, hongo termófilo, celulasa/xilanas bifuncional

Introducción. El hongo Ascomiceto *Thielavia terrestris* Co3Bag1 fue aislado de composta de bagazo de caña, y seleccionado por su capacidad de crecer a 45 °C, y presentar actividad lignocelulósica (1) En el grupo de trabajo estamos interesados en estudiar el complejo de enzimas que participan en la actividad lignocelulolítica de este microorganismo. De hecho, ya reportamos la purificación y caracterización de una xilanasa hipertermofílica con actividad óptima a 85 °C (1), una β-1,3-glucanasa termofílica con actividad óptima a 70 °C (2), una exoglucanasa termofílica bifuncional celulasa/xilanas con actividad óptima a 50-60 °C, utilizando CMC como fuente de carbono (3), y una lacasa termofílica con actividad óptima a 65 °C (4). El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de derivados agroindustriales en la producción de actividad celulólitica y xilanolítica por el hongo *T. terrestris*, con la finalidad de identificar el mejor inductor de estas actividades enzimáticas, así como identificar otras moléculas del hongo involucradas en la hidrólisis de derivados agroindustriales.

Metodología. *T. terrestris* se cultivó a 45 °C en medio líquido descrito por Zouari-Mechichi (2), con CMC, xilano de Haya, paja de trigo, salvado de trigo, salvado de avena, fibra de coco o fibra de agave mezcalero al 1% cada uno, como fuente de carbono. Los cultivos se centrifugaron para separar la biomasa, y el sobrenadante de cultivo se utilizó para cuantificar la liberación de azúcares reductores por el método del DNS, y para analizar los productos de hidrólisis liberados por cromatografía de capa fina.

Resultados. Los mejores resultados de actividad hidrolítica, determinada por los niveles de azúcares reductores liberados, se observaron utilizando paja de trigo como fuente de carbono; en contraste, los más bajos niveles de azúcares reductores se observaron utilizando fibra de fibra de agave mezcalero. Actualmente, ya se tienen datos del análisis de los productos de hidrólisis liberados a partir de CMC, xilano de Haya, paja de trigo, salvado de trigo, salvado

de avena, fibra de coco o fibra de agave mezcalero, por cromatografía en capa fina. Estos estudios se complementarán con identificación y cuantificación de estos productos de hidrólisis liberados por HPLC.

Conclusiones. El hongo termófilo *T. terrestris* produce un complejo enzimático con actividad de celulasa, xilanas, β-1,3-glucanasa, y lacasa con gran capacidad para hidrolizar derivados agroindustriales complejos, tales como el salvado de trigo, el salvado de avena, y el bagazo de caña.

Agradecimiento. Este trabajo se desarrolló con el presupuesto federal asignado a MEHL, y la beca para estudios de doctorado otorgada a ALL (298187) por Conacyt, México.

Bibliografía.

- García-Huante, Y.; Cayetano-Cruz, M.; Santiago-Hernández, A.; Cano-Ramírez, C.; Marsch-Moreno, R.; Campos, J. E.; Aguilar-Osorio, G.; Benítez-Cardoza, C. G.; Trejo-Estrada, S.; Hidalgo-Lara, M. E. (2017) *Extremophiles* 21, 175-186. <https://doi.org/10.1007/s00792-016-0893-z>.
- Rodríguez-Mendoza, J.; Santiago-Hernández, A.; Alvarez-Zúñiga, M. T.; Gutiérrez-Antón, M.; Aguilar-Osorio, G.; Hidalgo-Lara, M. E. (2019) *Electronic Journal of Biotechnology* 41, 60-71. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2019.07.001>.
- Azucena López-López, Alejandro Santiago-Hernández, Maribel Cayetano-Cruz, Yolanda García-Huante, Jorge E. Campos, Ismael Bustos-Jaimes, Rodolfo Marsch-Moreno, Claudia Cano-Ramírez, Claudia G. Benítez-Cardoza, and María Eugenia Hidalgo-Lara (2023) *J. Fungi*, 9(2), 152; <https://doi.org/10.3390/jof9020152>
- Marina Gutiérrez-Antón, Alejandro Santiago-Hernández, Johan Rodríguez-Mendoza, Claudia Cano-Ramírez, Ismael Bustos-Jaimes, Guillermo Aguilar-Osorio, Jorge E. Campos and María Eugenia Hidalgo-Lara. (2023) *J. Fungi*, 9(3), 308; <https://doi.org/10.3390/jof9030308>
- Zouari-Mechichi, H.; Mechichi, T.; Dhoubi, A.; Sayadi, S.; Martínez, A. T.; Martínez, M. J. (2006). *Enzyme and Microbial Technology*, 2006, 39, 141-148. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.11.027>.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área X. Bioingeniería y fermentaciones

Moderador: Dr. Jorge Gracida Rodríguez, Universidad Autónoma de Querétaro

“Biorreactores de cultivo en estado sólido”

Dr. Ernesto Favela Torres, Universidad Autónoma Metropolitana 80

“Aplicación de los modelos cinéticos en el diseño de reactores biológicos en cultivo en medio líquido y sólido”

Dr. Gerardo Saucedo Castañeda, Universidad Autónoma Metropolitana 81

“Los fenómenos de transporte en los cambios de escala entre matraces agitados y biorreactores industriales”

Dr. Mauricio A. Trujillo Roldán, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM 82

BIORREACTORES DE CULTIVO EN ESTADO SÓLIDO

Ernesto Favela-Torres

Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, 93140. CDMX, México. favela@xanum.uam.mx

Palabras clave: Fermentación, lechos empacados, bioprocesos

El cultivo en estado sólido (CES), también llamado fermentación en estado sólido, se caracteriza por el crecimiento de microorganismos en condiciones aeróbicas en un sustrato sólido con bajo contenido de agua. El sustrato sólido puede ser un producto o residuo agroindustrial que contiene los compuestos necesarios para el desarrollo de los microorganismos; Entre ellos están el salvado de trigo, la pulpa de café, arroz, cáscaras de fruta. Por otro lado, el sustrato sólido puede ser un soporte inerte embebido con un medio de cultivo *ad hoc* para el tipo de organismo y/o producto de interés; entre los materiales utilizados como soporte se encuentran la espuma de poliuretano, la agrolita, la vermiculita y el aserrín de madera. En general, los CES son cultivos axénicos en los que se inocula el microorganismo de interés; ya sean hongos filamentosos, levaduras o bacterias.

El CES presenta ventajas sobre el cultivo en medio líquido (menor represión catabólica, menor inhibición por sustrato, mayor productividad y mayor secreción de proteínas); sin embargo, en procesos industriales la heterogeneidad del lecho de cultivo en el biorreactor (BR) obstaculiza el transporte de masa y calor en el lecho de fermentación.

A nivel laboratorio, los principales biorreactores usados para procesos de CES son: charolas, matraces Erlenmeyer, columnas tipo Raimbault, frascos de vidrio y bolsas de polietileno. En todos ellos, su pequeña escala (de 5 a 1000 g de materia húmeda) favorece la aireación y el control de temperatura y humedad; sin embargo, el aumentar la escala del biorreactor, se dificulta el control de estas variables; limitando el escalamiento de algunos procesos de CES. Las variables involucradas en el diseño y escalamiento de este tipo de bioprocesos están relacionadas con: i) tipo de microorganismo y su sensibilidad a las condiciones de cultivo (humedad, temperatura y esfuerzos de corte) y ii) naturaleza del sustrato (rigidez, fragilidad, capacidad calorífica, composición, entre otras). Podemos clasificar a los biorreactores de CES en dos grandes grupos: *I*. De lecho empacado y *II*. Con agitación mecánica. Dentro del grupo *I* se pueden distinguir 2 variables muy importantes. La relación altura-ancho (o longitud/diámetro) del lecho de fermentación y *Ib*. El mecanismo de aireación a través o en la superficie del lecho de fermentación.

En prácticamente todos los BR del grupo *I* el control de las variables de operación (temperatura y humedad) es la principal limitante. Dentro de este grupo, los BR de charolas, con relación altura/ancho menor a 0.6 permiten un mejor control de ambas variables. En este tipo de BR, la aireación puede ser a través o en la superficie del lecho de fermentación; sin embargo, la altura del lecho difícilmente excede los 6 cm. Por otro lado, los BR con relación altura/ancho mayor a 1, comúnmente conocidos como biorreactores tubulares de lecho empacado (BTLE) operan con aireación forzada y, en general, a medida que aumenta la escala, se agudizan los problemas de transferencia de masa y calor; provocando gradientes de temperatura, humedad y concentración de oxígeno y dióxido de carbono, que limitan significativamente su escalamiento. Otro aspecto importante de los BTLE es la formación de canales preferenciales de aire en el lecho de fermentación debida a la importante reducción de espacios vacíos (inter e intra-partícula) por el aumento en la población microbiana. Aunque se han desarrollado importantes estrategias para resolver estos problemas, el diseño de este tipo de BR sigue siendo un reto importante. Por otro lado, los BR del grupo *II*, se pueden clasificar en *IIa*. Rotatorios y *IIb*. Agitación interna. La agitación reduce significativamente los gradientes de temperatura, humedad y composición de gases (oxígeno y dióxido de carbono). Además, por su modo de operación permiten la adición de soluciones para el control de pH, humedad o adición de inductores metabólicos. La principal limitante de los BR del grupo *II* es el daño mecánico a la integridad de los microorganismos; particularmente, la de los hongos filamentosos. Esto ha sido parcialmente resuelto a través de sistemas de agitación que generan menores esfuerzos de corte y estrategias de agitación que favorecen la transferencia de masa y calor en el lecho de fermentación con un menor daño a la integridad celular.

Por lo anterior, la selección, diseño, operación y escalamiento de los biorreactores de cultivo en estado sólido debe de ser tratado como un traje a la medida. Para cada tipo de bioproceso debe considerarse el tipo y metabolismo del microorganismo, la naturaleza del sustrato sólido, las condiciones de operación y la escala del biorreactor.

APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE CINÉTICOS EN EL DISEÑO DE REACTORES BIOLÓGICOS EN CULTIVO EN MEDIO LÍQUIDO Y SÓLIDO

Gerardo Saucedo Castañeda

Universidad Autónoma Metropolitana, Depto. de Biotecnología, CP09340, CDMX, México

saucedo@xanum.uam.mx

Palabras clave: cinética enzimática y microbiana, diseño de reactores biológicos

Los fundamentos de la ingeniería química se pueden adaptar al diseño de reactores biológicos. Estos principios combinan la cinética, enzimática o microbiana, con el modelo de contacto de los reactores: lote, flujo pistón y reactor continuo de tanque agitado, el resultado es un balance de masa con reacción. Sin dejar de lado el rigor matemático, como en otros campos de la ingeniería, se pueden hacer analogías; las cuales realizadas en forma gráfica, permiten diseñar los reactores biológicos de manera sencilla, considerando la tasa de reacción y el alcance de la misma a través de relaciones estequiométricas y rendimientos microbianos. Sin despreciar las dificultades analíticas que puedan existir, las tasas de reacción enzimáticas con frecuencia pueden ser analizadas con una relación estequiométrica de forma relativamente sencilla, que puede complicarse se forma un o varios productos. Por otra parte, la forma sigmoideal de las curvas de crecimiento añade una particularidad a los cultivos microbianos, pues la tasa de reacción alcanza dos veces el mismo valor en momentos diferentes. En el caso de cultivos microbianos, el escenario es más complicado, aparecen tres variables, el sustrato que se consume, el producto que se forma y la biomasa que crece; con frecuencia no es posible medir la tres variables de interés por problemas metodológicos. Para el caso de cultivo en medio sólido, la determinación de estas variables se complica aún más, con frecuencia se recurre al análisis de respirometría en línea y en tiempo real como una herramienta de seguimiento y control de los cultivos. Estos conceptos pueden aplicarse al diseño y configuración de reactores continuos en sistemas líquidos y sólidos, así a reactores intermitentes.

La aplicación de estos modelos puede ser una herramienta cuantitativa para el escalamiento de reactores biológicos considerado similitud bioquímica.

LOS FENÓMENOS DE TRASPORTE EN LOS CAMBIOS DE ESCALA ENTRE MATRACES AGITADOS Y BIORREACTORES INDUSTRIALES

Mauricio A. Trujillo-Roldán

Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas,
Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 70228, 04510 CDMX, México.
maurotru@gmail.com, maurotru@comunidad.unam.mx, maurotru@iibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: escalamiento, matraces agitados, fenómenos de transporte

Los desarrollos en biotecnología en cultivo sumergido normalmente se hacen en pequeña escala, donde los matraces agitados son la herramienta más utilizada, por su facilidad de manejo y lo bajo en sus costos de compra y operación. De todos, los matraces Erlenmeyer son los más usados, siendo desarrollados en la década de 1850's en Alemania por quien ahora llevan su nombre. Sin embargo, su uso para cultivar microorganismos fue hasta unos 35 años después, mismo año en que Joseph Meister fue la primera persona vacunada contra la rabia por Louis Pasteur, y la primera persona en resistir con éxito a la infección. Por otra parte, los biorreactores agitados se han utilizado desde la década de 1940's. Siendo estos imitados de los reactores químicos tradicionales. Los grandes retos al convertir estos tanques agitados mecánicamente en biorreactores fueron varios, pero se destacan dos; el desarrollo de un sistema de alimentación de aire filtrado (estéril y libre de aceite) y el diseño del sello mecánico del agitador, ambos permitiendo mantener la axenicidad del medio de cultivo. Aunque a menudo se consideran anticuados y existen en la actualidad múltiples propuestas en la biotecnología moderna, estos continúan siendo el caballo de batalla de la industria.

Desde entonces cambiar de escala de biorreactores de tanque agitado de escala de laboratorio (normalmente fabricados en vidrio, de unos pocos litros) a biorreactores tamaño piloto e industriales (de un par a varias decenas de ordenes de magnitud), ha sido un reto importante para la Ingeniería Bioquímica actual. Así, se han desarrollado reglas, normas y consejos a seguir para lograr estos cambios de escala. Entre las más usadas son que, manteniendo cierta similitud geométrica o dimensional, se puedan mantener algunos parámetros operacionales, asociados a los fenómenos de transporte y medidos de forma volumétrica, en valores similares entre las escalas. Es así, como encuestas entre biotecnólogos declaran que existen parámetros operacionales favoritos, donde se logran normalmente éxito al transferir de pequeña escala a industrial un bioproceso. Entre estos los más recurridos son el coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno, la potencia de agitación por volumen de medio de cultivo, la velocidad en la punta

del impulsor, y el control de la tensión de oxígeno disuelto, entre otros. Como puede verse, los fenómenos de transferencia de masa y momento son los más recurridos para escalar bioprocesos. Siendo muy poco usados los parámetros asociados a los fenómenos de transferencia de calor.

Hay que remarcar que los fenómenos de transporte (masa, momento y calor) han sido ampliamente caracterizados en tanques agitados mecánicamente, por lo que el éxito en el cambio de escala entre biorreactores se puede lograr con cierta facilidad. Sin embargo, el éxito en el escalamiento se mide por la reproducibilidad de uno de los parámetros estequiométricos que determinan la productividad de un cultivo. Estos pueden ser crecimiento del ente biológico, rendimiento del producto, productividad volumétrica o específica e inclusive la calidad del producto. Normalmente, no todos los parámetros estequiométricos son similares entre la pequeña y gran escala, lo que demuestra que el cambio de escala no es lineal, y que parámetros asociados a transferencia de momento pueden cambiar ordenes de magnitud diferentes a los parámetros asociados a la transferencia de masa o calor.

De igual manera, hay que remarcar, la aparición de gradientes nutricionales, térmicos, e hidrodinámicos a medida que se aumenta el tamaño del tanque. El trasegar de los entes biológicos entre estos gradientes afectan a su vez, la capacidad productiva de los mismos, llegando en casos extremos a la pérdida total de productividad o modificación de la calidad del producto. Este traslado por zonas de gradientes, a veces del orden de decenas de segundos, afecta así, desde el control alostérico de proteínas, el control de la transcripción y traducción proteica, hasta la duplicación del microorganismo.

Finalmente, cambiar de escala, buscando la reproducibilidad productiva desde un matraz agitado a un biorreactor, son nuevos retos a los que se enfrenta la biotecnología moderna. Esto tiene que ver con que apenas se están generando los modelos que explican los fenómenos de transporte en estos recipientes de vidrio.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área XI. Ciencias ómicas y edición de genomas

Moderador: Dr. Lorenzo Segovia Forcella

“Engineering proteomic resource allocation for synthetic biology: novel approaches for *E. coli* as an improved host”

Dr. José Utrilla Carreri, Centro de Ciencias Genómicas, UNAM

84

“Análisis ómicos en la microbiología de alimentos”

Dra. Maricarmen Quirasco Baruch, Facultad de Química, UNAM

85

“Filogenómica del género *Lactobacillus*”

Dr. Lorenzo Segovia Forcella, Instituto de Biotecnología, UNAM

ENGINEERING PROTEOMIC RESOURCE ALLOCATION FOR SYNTHETIC BIOLOGY: NOVEL APPROACHES FOR E. COLI AS AN IMPROVED HOST

José Utrilla. UNAM-Centro de Ciencias Genómicas. Programa de Biología Sintética. Cuernavaca Morelos 62210 utrilla@ccg.unam.mx

Palabras clave: Synthetic biology, cell engineering, proteome allocation

Introduction. The efficient allocation of cellular resources is a fundamental challenge in synthetic biology. Wild-type organisms allocate abundant cellular resources for survival in changing environments, which reduces the productivity of engineered functions. We compared bacterial complexity reduction approaches using *E. coli* as a model organism and showed that resource reallocation efforts can be optimized if they are focused on a few genes producing highly expressed dispensable proteins. We propose that resource allocation reduction strategies should be focused on the proteome rather than the genome¹. We formalized the calculations of the saved resources of eliminating genes when those genes are transcribed and translated, and calculated the theoretical liberated resources in terms of energy and proteome liberation for a defined growth environment. Our analysis showed that the amount of saved resources is much larger for translation than for transcription or DNA replication. Using a genome-scale model of metabolism and expression (ME-model)², we were able to account for "distant" processes, such as the need for macromolecular machinery (such as ribosomes) that carry out each process, thus incurring a cost. We found that even a 1% reduction in unused proteome can increase the heterologous proteome fraction by 10%. Our goal is to determine and implement the best strategy for improving resource allocation in minimized cells.

Methods. To optimize resource allocation, we developed a new top-down cell engineering strategy for *E. coli* using the transcriptional regulatory network (TRN) as a control layer for proteome allocation. The design algorithm is based on modifying the transcriptional regulatory network. Our method, ReProMin³, identifies the minimal set of genetic interventions that maximizes savings in cell resources that are typically used to express non-essential genes.

Results. To this end, we categorize transcription factors (TFs) according to the essentiality of the genes they regulate, and we use available proteomic data to rank them based on their proteomic balance, defined as the net proteomic mass they release. Using a

combinatorial approach, we design the removal of TFs that maximizes the release of the proteomic mass and validate our model predictions experimentally. This approach involves identifying the minimal set of genetic interventions that maximize the savings in cell resources. We designed the combinatorial removal of transcription factors that maximize the release of resources, resulting in a strain containing only three mutations, theoretically releasing 0.5% of its proteome. The resulting strain had a higher proteome budget, increased production of an engineered metabolic pathway, and showed that the regulatory interventions are highly specific.

Conclusions. This work demonstrates that by reducing the expression of dispensable proteins, it is possible to increase the availability of resources for the expression of desired functions, opening new possibilities for the engineering of cellular metabolism. Our approach shows that combining proteomic and regulatory data is an effective way of optimizing strains using conventional molecular methods. The resulting strains exhibited an increased availability of cellular resources to express engineered synthetic biology functions.

Acknowledgements. CONACyT Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022, proyecto: 319352.

Bibliography.

- (1) Marquez-Zavala, E.; Utrilla, J. *Microb. Biotechnol.* **2023**.
- (2) Lloyd, C. J.; Ebrahim, A.; Yang, L.; King, Z. A.; Catoiu, E.; O'Brien, E. J.; Liu, J. K.; Palsson, B. O.. *PLOS Comput. Biol.* **2018**, *14* (7), e1006302.
- (3) Lastiri-Pancardo, G.; Mercado-Hernández, J. S.; Kim, J.; Jiménez, J. I.; Utrilla, J.. *Nat. Chem. Biol.* **2020**, *16* (9), 1026–1033.

ANÁLISIS ÓMICOS EN LA MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS

Maricarmen Quirasco, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Depto. de Alimentos y Biotecnología, Ciudad de México, 04510, quirabma@unam.mx.

Palabras clave: Metagenoma queso Cotija, Enterococcus, genómica comparativa

Resumen. Los alimentos fermentados son un excelente modelo de estudio para la aplicación de métodos ómicos, tanto en la elucidación de la composición de su microbiota, como para realizar un análisis más profundo de algún microorganismo en particular, por ejemplo, en la tipificación de especies bacterianas de la comunidad microbiana fermentativa.

En mi grupo de trabajo nos ha interesado estudiar a la microbiota asociada a la maduración de quesos. En dicho proceso se llevan a cabo cambios fisicoquímicos, como la pérdida de humedad, procesos microbiológicos que dan como resultado un aumento en la acidez del producto y cambios bioquímicos, al llevarse a cabo modificaciones enzimáticas de la lactosa, lípidos y proteínas de la leche. Todos estos eventos dan como resultado un producto con características organolépticas deseables y ayudan a aumentar la vida de anaquel del queso. Incluso pueden producirse bacteriocinas, las que pueden tener un efecto inhibitorio específico contra bacterias patógenas como *Listeria monocytogenes* o *Staphylococcus aureus*, impactando positivamente a la inocuidad microbiológica del producto.

En particular nuestro modelo de estudio es el queso Cotija. Éste se elabora con leche no pasteurizada, sin la adición de cultivos iniciadores, y se deja madurar por al menos tres meses. No tiene más ingredientes que la leche, sal de grano y cuajo de origen animal.

El análisis metagenómico de las bacterias del queso Cotija reveló que la comunidad está compuesta por más de 500 géneros, dominada por miembros del grupo Firmicutes: *Lactiplantibacillus plantarum*, *Weissella paramesenteroides* y *Leuconostoc mesenteroides*. Dentro de las bacterias no dominantes se encuentran 31 phyla de bacterias y arqueas, de las que destacan los géneros *Propionibacterium*, *Bifidobacterium*, *Corynebacterium*, bacterias ácido lácticas (BAL) marinas y otras halófilas. La ausencia de secuencias de bacterias patógenas sugiere que su consumo es seguro, siempre y cuando el queso se haya elaborado a partir de leche de ganado sano y se hayan seguido prácticas higiénicas durante su elaboración. La información metagenómica por shotgun permitió la reconstrucción de las vías metabólicas más importantes que se llevan a cabo por la comunidad bacteriana, donde sobresale el

metabolismo de aminoácidos, ácidos grasos, azufre y la degradación de compuestos aromáticos que, junto con actividades enzimáticas específicas, llevan a la biosíntesis de moléculas de aroma y sabor, como los ácidos butírico y propiónico, el metanotiol, benzaldehído y fenilacetato, entre otros (1).

Por otra parte, dentro de la microbiota de este queso, hemos aislado a un género de BAL controversial: *Enterococcus*, principalmente de las especies *faecium* y *faecalis*. Debido a que los *E. faecium* resistentes a vancomicina son un tema de preocupación en salud pública, nos interesó saber la relación filogenética entre las cepas de origen nosocomial con las que hemos aislado del queso Cotija, para lo cual realizamos análisis de genómica comparativa. Nuestros resultados indican que las cepas aisladas de quesos tienen genes relacionados con metabolismo de azúcares y de proteínas, que las patógenas no poseen. Y, por otro lado, no presentan genes relacionados con resistencia a los siguientes antibióticos: glicopéptidos (como la vancomicina), nucleósidos, tetraciclinas y trimetoprim, mientras que las cepas de hospitales llegan a presentar hasta 5 copias de genes relacionados con dichas resistencias. Se realizó paralelamente un análisis de MLST, el que ubica a las cepas aisladas del queso en clados junto con cepas aisladas de otros alimentos y cepas de origen animal. Están alejadas del complejo clonal 17, que corresponde a cepas de origen hospitalario (2 y 3). Los resultados sugieren que las cepas de aisladas del queso Cotija, tienen una relación filogenética más cercana a cepas comensales y que sus diferencias genómicas están asociadas al nicho ecológico del que provienen.

Agradecimiento. UNAM–PAPIIT IN222717, IN229319, IN220921 e IN214423.

Bibliografía.

- Escobar-Zepeda A., Sanchez-Flores A., Quirasco M. (2016) *Food Microbiol.* 57: 116-127.
- Olvera M., Sanchez-Flores A., Quirasco M. (2018) *Appl Microbiol Biotechnol* 102:2251–2267.
- Acero-Pimentel D., Romero-Sánchez D. I., Fuentes-Curiel S. N., Quirasco M. en revisión.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área XII. Bioinformática

Modera: Dra. Yendi Ebenezer Navarro Noya, Universidad Autónoma de Tlaxcala

“Uso de las herramientas computacionales para comprender las interacciones entre proteínas y diversos ligandos”

Imparte: Dr. Carlos Jiménez Pérez, Universidad Autónoma Metropolitana

87

“Análisis bioinformático para el tratamiento de residuos y contaminantes”

Dr. Jesús Bernardino Velázquez Fernández, CIATEJ

88

“Explorando la intersección entre la bioinformática y la ecología: herramientas para estudios metagenómicos”

Dra. Stephanie Hereira Pacheco, Universidad Autónoma de Tlaxcala

89

USO DE LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA COMPRENDER LAS INTERACCIONES ENTRE PROTEÍNAS Y DIVERSOS LIGANDOS.

Carlos Jiménez Pérez¹, Lorena Gómez-Ruiz¹, Francisco Guzmán-Rodríguez¹, Gabriela Rodríguez-Serrano¹, Mariano García-Garibay^{1,2}, Sergio Alatorre-Santamaría¹, Alma Cruz-Guerrero¹.

¹Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CDMX, C.P. 09340.

²Departamento de Ciencias de la Alimentación, Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma, Edo. de México, 52006.

ibi.cjimenez@xanum.uam.mx

En la mayoría de los procesos biológicos existe la interacción entre dos o más moléculas y estos mecanismos a lo largo de los años se han estudiado a través de métodos experimentales, por ejemplo, la actividad de las enzimas para transformar un sustrato en un producto. Sin embargo, con los experimentos *in vitro* no se puede conocer la forma en que se une la enzima con el sustrato. Es por ello, que con el avance de la tecnología *in silico* se ha comenzado a utilizar las herramientas computacionales como el acoplamiento molecular (AcMol) y la dinámica molecular (DM), permitiendo mayor entendimiento de los procesos biológicos de la ciencia de los alimentos, con lo cual se puede predecir la forma en que interaccionan macromoléculas como las proteínas o enzimas con ligandos como los carbohidratos. Al realizar una búsqueda en Science Direct sobre la aplicación del AcMol en la ciencia de los alimentos, como se puede ver en la Fig. 1, en los últimos 20 años se ha presentado un incremento en publicaciones donde utilizan esta herramienta.

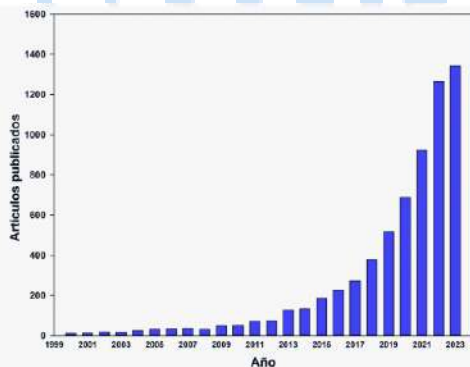


Fig. 1. Evolución en la publicación de artículos de la ciencia de los alimentos relacionados con el uso de la herramienta de acoplamiento molecular.

En particular en el laboratorio de Biotecnología Alimentaria de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, desde hace varios años se han realizado trabajos de investigación donde se hace uso de esta herramienta computacional y a continuación se describirán brevemente algunos de estos trabajos.

Uno de los primeros proyectos de investigación empleando el AcMol, fue el estudio de la forma de interacción de las proteínas de la leche (α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina) con la aflatoxina M1 (1), la cual es una micotoxina que está presente en la leche y se ha reportado que tiene efectos carcinogénicos. El propósito de este proyecto fue determinar los tipos de interacciones que existen para así poder diseñar métodos de detoxificación de la leche y sus derivados.

Por otro lado, en este grupo de investigación desde hace varios años se han realizado estudios sobre la síntesis de fucoligosacáridos (FucOS) empleando las fucosidasas (FUC) provenientes de *Thermotoga maritima* (FUC-Tm) y de *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* (FUC-Bi). Los FucOS pueden ser suplementados en las fórmulas infantiles, ya que estos aportan beneficios a la salud de los recién nacidos. Uno de los sustratos donadores de fucosa (susFuc) más empleado para la síntesis *in vitro* es el *para*-nitrofenil- α -L-fucopiranosido (pNPFuc), sin embargo, durante la reacción enzimática se libera un residuo tóxico. Por medio de AcMol se ha logrado describir los tipos de interacciones que ocurren cuando el pNPFuc se une al sitio activo de las FUCs (2), lo que nos permitió evaluar la forma en que pueden unirse otros susFuc sintetizados en el laboratorio en el sitio activo de la enzima, lo cuales podrán ser utilizados en la síntesis de FucOS sin tener residuos tóxicos. Asimismo, se ha reportado por métodos *in vitro* que es necesario tener altas concentraciones de lactosa (sustrato aceptor) para favorecer la síntesis FucOS. Donde por medio de corridas de AcMol sucesivas se ha confirmado que en la enzima se puede unir varias moléculas de la lactosa (3).

Actualmente, se está trabajando en fermentaciones lácticas, donde al fermentar suero de leche con bacterias ácido lácticas se obtienen proteasas con una alta actividad proteolítica, sin embargo, no se conoce su modelo estructural, por lo cual se ha modelado su estructura por medio de servidores web que se basan en la búsqueda de proteínas por homología. Los modelos obtenidos han sido optimizados por medio de DM para determinar la estabilidad de la enzima y así evaluar la interacción con proteínas del suero de leche por medio de AcMol. También se está evaluando la interacción de exopolisacáridos con la AFM1, estas biomoléculas son producidas por la fermentación de leche con gránulos de kéfir.

Por lo tanto, con lo describió anteriormente que podemos concluir el uso de las herramientas computacionales son fundamentales para entender más a detalle los procesos biológicos y así poder aportar nuevas técnicas de estudio.

Agradecimiento. Al grupo del laboratorio de Biotecnología Alimentaria por su apoyo en mi desarrollo como investigador.

Bibliografía.

1. Jiménez-Pérez y col. (2020). J. Photochem. Photobiol. B 209: 111957.
2. Pavón-Chimal y col. (2023). Biointerface Res. Appl. Chem. 13(5):404
3. Pavón-Chimal y col. (2023). Biología 78:1825-1832.

ANÁLISIS BIOINFORMÁTICO PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y CONTAMINANTES

Velázquez-Fernández Jesús B., Investigador por México asignado a CINVESTAV-Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CDMX, 07360 jesusbvf@gmail.com

Palabras clave: Contaminantes emergentes, plaguicidas organoclorados, biodegradación

Introducción. Desde el punto de vista químico, los contaminantes persistentes enlistados hasta la fecha son organohalogenados. Estos contaminantes son estables y pocos mecanismos de degradación se han descrito. Esto, junto con su uso desmedido hace que se acumulen en el ambiente año con año. Usando como endosulfán como modelo de organohalogenado (que todavía se encuentra en el país) hemos analizado sus posibles reacciones de biotransformación con miras a su eliminación.

Metodología. Se analizaron bases de datos de biodegradación. De las enzimas enlistadas, se buscaron en Uniprot y se analizaron por alineamiento múltiple. Esto se contrastó contra datos experimentales y aislamiento de microorganismos. Dichos microorganismos se aislaron por métodos microbiológicos convencionales a partir de muestras de suelo experimentalmente contaminado con endosulfán.

Resultados. Se encontraron tres géneros de interés: *Stenotrophomonas*, *Pseudomonas* y *Rhodococcus*. Así mismo, se encontraron tres enzimas de interés GST, Dioxigenasa y thio-monooxigenasa. GST varía poco a nivel de microbiota, y en la planta probada (*O. basilicum*) responde de manera órgano y concentración-dependiente). Dioxigenasa parece estar en *Pseudomonas* y responder a endosulfán en solo una de las cepas encontradas.

Conclusiones. No se encontró el género *Stenotrophomonas*. Se logró aislar una cepa de *Pseudomonas* con actividad catecol 2,3-dioxigenasa. En cuanto a las enzimas, GST y catecol 2,3-dioxigenasa parecen ser parte de la respuesta bacteriana y vegetal tras la exposición a endosulfán. Thio-monooxigenasa aún está por investigarse. Se requiere de un ensamble de rutas para poder lograr la biodegradación lo más completa posible.

Agradecimiento. Este proyecto fue parcialmente apoyado por CONACYT 183659.

Bibliografía. Las citas se escribirán en letra normal Arial tamaño 8. Hasta cinco citas bibliográficas es un número adecuado para un trabajo de esta extensión. Las referencias en el texto deberán ir numeradas, en paréntesis y en orden de aparición. Los ejemplos a continuación son para artículo, capítulo de libro y memorias de congreso, respectivamente. Por cuestión de espacio, se puede omitir el título de los artículos en este resumen.

1. Melchor-Partida GN, Martínez-Rizo AB, Muñoz-Hernández S, Rendón-Ramírez AL, Velázquez-Fernández JB (2014) En: Velázquez-Fernández JB, Muñoz-Hernández S. Bioremediation: OProcesses, Challenges and Future Prospects. Nova Publishers NY.
2. Ramírez-Sandoval M, Muñoz-Hernández S, Velázquez-Fernández JB. (2013) Chem. Engineer. Transact. 34:73-78.
3. Ramírez-Sandoval M, Melchor-Partida GN, Muñoz-Hernández S, Girón-Pérez MI, Rojas-García AE, Medina-Díaz IM, Robledo-Marengo ML Velázquez-Fernández JB (2011) J. Haz. Mat. 192(1):388-392.

**EXPLORANDO LA INTERSECCIÓN ENTRE LA BIOINFORMÁTICA Y LA ECOLOGÍA:
HERRAMIENTAS PARA ESTUDIOS METAGENÓMICOS**

Stephanie E. Hereira-Pacheco^a,

^aEstación Científica La Malinche, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, 90062, Tlaxcala, México. Correo electrónico: shereirap@gmail.com
Palabras clave: metagenoma, genómica ambiental, ecología microbiana, análisis de secuencias.

Introducción. La metagenómica ha adquirido importancia ya que nos brinda la capacidad de obtener información de organismos que resultan inobservables o inaccesibles para su cultivo en laboratorio. Los estudios metagenómicos se dividen en dos vertientes, dependiendo de su enfoque tecnológico: los análisis de genes específicos conocidos como "metabarcoding", y los estudios de secuenciación total del metagenoma, también denominados "metagenómica shotgun" (Guilbert & Dupont, 2011). Por otro lado, la bioinformática constituye el estudio y desarrollo de métodos y herramientas diseñadas para analizar y explorar los datos derivados de la metagenómica). Aunque recientemente se han desarrollado diversos programas y herramientas bioinformáticas que han permitido caracterizar diversos tipos de ambientes (Taş et al. 2021) es preciso reconocer que gran parte de los estudios en ecología microbiana se han limitado a una descripción superficial, sin explorar a fondo la ecología de los microorganismos en sus diversos ambientes. La ecología se dedica al análisis de las interacciones entre los seres vivos con ellos mismos y su entorno. Su enfoque radica en explorar e interpretar los patrones y procesos presentes en la naturaleza, así como en identificar los factores subyacentes que pueden estar involucrados. A lo largo de los años, la ecología ha desarrollado una diversidad de métodos de análisis para comprender estos patrones y procesos, manteniéndose en constante evolución. Por su parte, la ecología microbiana emerge como una rama especializada en el estudio de los microorganismos. Su propósito es desentrañar la complejidad en el contexto de los ecosistemas, explorando cómo las poblaciones pueden influir en los procesos biológicos y ambientales (Marco, 2017). Por ende, es imperativo revisar y evaluar las diversas herramientas bioinformáticas ya utilizadas, buscando sinergias con las herramientas ecológicas consolidadas (Fig. 1). De esta manera, nuestros estudios pueden trascender de la mera descripción, lo cual es común en estudios de ecología microbiana, permitiéndonos identificar patrones y comprender las causas subyacentes que los impulsan.

Conclusiones. La metagenómica constituye un campo de investigación complejo en el que puede emerger la intersección entre diversas disciplinas como lo son la

bioinformática y la ecología. La complejidad de estos estudios necesita tanto bases teóricas y matemáticas bien establecidas como lo son las provenientes de la ecología, así como la aplicación de herramientas informáticas robustas.

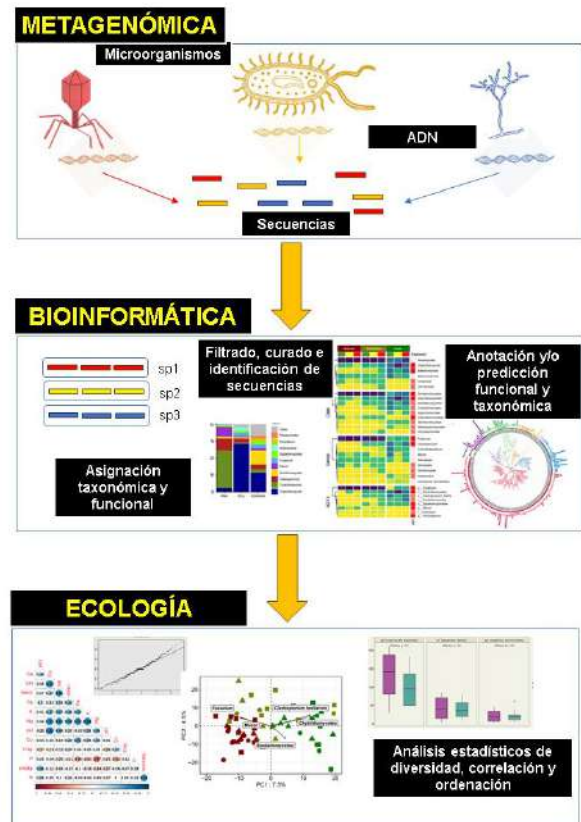


Fig. 1. Esquema de la intersección entre la bioinformática y ecología en los estudios metagenómicos

Bibliografía.

- Gilbert, J. A., & Dupont, C. L. (2011). Microbial metagenomics: beyond the genome. Annual review of marine science, 3, 347-371.
- Peay, K.G. and Bruns, T.D. (2014). New Phytol, 204: 180-191.
- Taş, N., de Jong, A. E., Li, Y., Trubl, G., Xue, Y., & Dove, N. C. (2021). Metagenomic tools in microbial ecology research. Current Opinion in Biotechnology, 67, 184-191.
- Marco, D. (2017). Integration of ecology and environmental metagenomics conceptual and methodological frameworks. Current Issues in Molecular Biology, 24(1), 1-16.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área XIII. Biotecnología de productos naturales y descubrimiento de nuevos fármacos

Moderador: Dr. Sergio Sánchez Esquivel, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM

“Programa nuevas alternativas de tratamiento para enfermedades infecciosas: búsqueda de moléculas con actividad anti microbiana”

Dra. Bertha Espinosa Gutiérrez, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM 91

“BiNi: una estrategia de priorización de aislados ambientales de acuerdo a la novedad de su repertorio biosintético”

Dr. Cuauhtémoc Licona Cassani, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 92

“Nanosistemas para el tratamiento de enfermedades oculares”

Dra. Cynthia Cano Sarmiento, CONACyT-TecNM-Veracruz

PROGRAMA NUEVAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA ENFERMEDADES INFECCIOSAS: BUSQUEDA DE MOLÉCULAS CON ACTIVIDAD ANTI MICROBIANA

Bertha Espinoza, Julio Cesar Carrero, Clara Espitia, Leonor Huerta, Laura Guzmán, Mayra Silva, Sergio Sánchez. Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, Ciudad de México CP 04510. besgu@iibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: Moléculas anti microbianas, moléculas de origen natural, moléculas sintéticas

Introducción. Las enfermedades infecciosas como la tuberculosis, la tripanosomiasis, el VIH/SIDA y la amibiasis, son algunas de las patologías más importantes que afectan a la población mexicana. Aunado a esto, se suma la aparición de microorganismos pandémicos como el virus SARS-CoV-2 agente causal de la pandemia Covid-19, el HIV y el virus de la influenza (figura 1). En el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, se ha conformado el programa: Nuevas Alternativas de Tratamientos para Enfermedades Infecciosas (NUATEI). Este programa conjunta las capacidades de investigación del Instituto en el área de enfermedades infecciosas, los modelos *in vitro* e *in vivo* que se han establecido en los diferentes laboratorios, las capacidades académicas de los grupos que trabajan en el área y la convocatoria de colaboración con grupos dentro y fuera de la UNAM. El objetivo del programa es el desarrollo y evaluación de nuevas alternativas para el tratamiento de enfermedades infecciosas importantes para la población mexicana. La estrategia consiste en: la identificación y valoración de compuestos naturales activos presentes en la biodiversidad de México o de compuestos sintéticos, reposición de fármacos o modificación de otros ya autorizados por la FDA. También se realizaron estudios computacionales para identificar moléculas que tuvieran blancos importantes en algunos de los microorganismos estudiados y se trabajó con minería genómica de bacterias y desarrollo de nuevos agentes inmunoterapéuticos.

Metodología. La estrategia general fue obtener compuestos de diferentes orígenes. Los compuestos se analizaron para determinar su citotoxicidad contra células de mamíferos al mismo tiempo que se estudiaron sus propiedades contra los virus, bacteria y protozoarios señalados anteriormente. Las técnicas para evaluar su actividad anti-microbiana *in vitro* fueron variadas, pero pueden mencionarse ensayos de MTT para determinar daño al metabolismo, técnicas de microscopia de luz y microscopia electrónica para determinar daño morfológico y daño estructural. Una vez que se obtuvieron resultados promisorios en

cuanto al efecto de un nuevo compuesto a concentraciones apropiadas de DL₅₀ (generalmente menos de 20µM) se probaron en modelos *in vivo*. En paralelo se efectuaron estudios de farmacocinética. Con los compuestos más prometedores se iniciarán procesos de protección industrial (patentes).

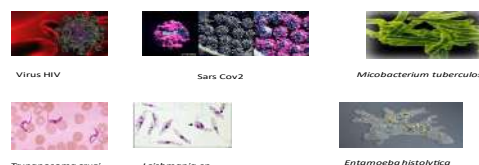


Fig. 1. Microorganismos estudiados en este trabajo.

Resultados. Hasta el momento se han evaluado más de 500 moléculas (Tabla 1), algunas de ellas muy efectivas contra alguno de los microorganismos estudiados con DL₅₀ menores a 10µM (1, 2). Actualmente se están completando los estudios *in vitro* e *in vivo*. Para un compuesto contra *T. cruzi* se ha obtenido una patente (3).

Tabla 1. Compuestos probados contra microorganismos

Microorganismo	Núm. Compuestos analizados	Origen
<i>M. tuberculosis</i>	596	Natural, sintético, péptidos
<i>T. cruzi</i> y <i>Leishmania sp.</i>	60	Natural, sintético, nanopartículas acarreadoras
<i>E. histolytica</i>	100	Naturales, sintéticos, péptidos

Conclusiones. El programa de investigación ha sido exitoso, por el número de moléculas analizadas y por haber encontrado varias efectivas y con baja citotoxicidad. Actualmente se ha obtenido una patente nacional.

Agradecimiento. Programa Institucional NUATEI, UNAM. CONACYT CB 160671 otorgado a BE.

Bibliografía. 1.Tremado-Urbe et al., 21018. *Mol. Biol. Rep.* (2018) 45:256-2570; 2. Carrero JC et al., *Planta Med.* 2023Feb; 89(2): 148-157 3. Patente: Espinoza et al., MX/E/2019/039043. Marzo 2022.

BiNi: Una estrategia de priorización de aislados ambientales de acuerdo a la novedad de su repertorio biosintético

Cuauhtémoc Licona-Cassani, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Industrial Genomics Laboratory, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Nuevo León, 64700, cliconac@tec.mx

Palabras clave: *Streptomyces*, biosynthetic gene cluster, novelty index

Introducción. En la actualidad, existe una necesidad creciente por estrategias que faciliten la obtención de nuevas moléculas que puedan usarse durante el desarrollo de fármacos (1). En este contexto, el estudio de Actinobacterias aisladas desde lugares poco explorados, representa una oportunidad para incrementar la diversidad química a partir de fuentes naturales (2). El ambiente de Cuatro Ciénegas representa un ejemplo de cómo un ambiente oligotrófico puede modular perfiles metabólicos únicos y en consecuencia llevar a la producción de nuevos y diversos metabolitos con potenciales aplicaciones (3).

El objetivo de este trabajo fue aplicar herramientas bioinformáticas para definir una métrica que permitiera la priorización de cepas basados en su novedad biosintética.

Metodología. Se diseñó una base de datos con genomas de diferentes géneros raros de Actinobacteria incluyendo dos cepas aisladas de Cuatro Ciénegas pertenecientes a los géneros *Lentzea* y *Actinokineospora*. Se realizaron análisis de genómica comparativa a nivel de pangenoma utilizando BPGA, y a nivel de clusters de genes biosintéticos usando antimash 6.0, BiG-SCAPE y BiG-FAM. El BiNi se calculó tanto para los genomas de la base de datos a partir del promedio de las distancias generadas por redes de similitud y el número de clústeres biosintéticos de cada genoma. El BiNi se utilizó para priorizar la selección y expresión de clusters biosintéticos en nuestra colección de laboratorio (Fig. 1).

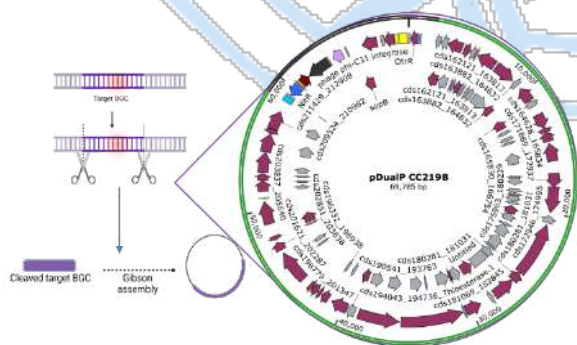


Fig. 1. Estrategia de expresión utilizando técnicas de CRISPR-Cas9 y ADN recombinante (SvnBAC).

Resultados. Las cepas de Cuatro Ciénegas mostraron un alto número de genes únicos en su mayoría asociados a metabolismo especializado. Así mismo, 35% de los clusters de genes biosintéticos encontrados no pudieron clasificarse en una familia química específica y no se agruparon por homología con reportes anteriores, lo que representa potencial diversidad química aun no explorada.

Finalmente, al comparar novedad biosintética, las cepas aisladas en Cuatro Ciénegas presentaron los valores más altos de BiNi en comparación a genomas de su mismo género y respecto a otros contextos ecológicos (Fig. 2).

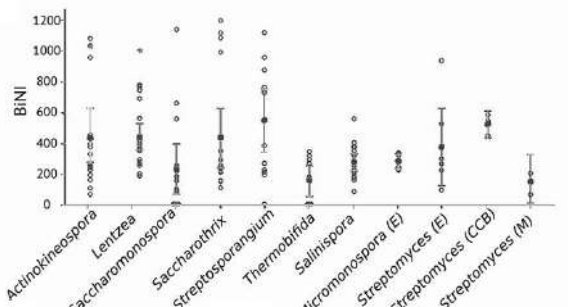


Fig. 2. BiNi de diferentes géneros de Actinobacteria y contextos ecológicos: Actinobacterias endofitas (E) y Streptomyces aisladas en Cuatro Ciénegas Basin (CCB); y Streptomyces de referencia (M).

Conclusiones. El índice de novedad BiNi puede contribuir a la priorización de cepas candidatas para experimentos de expresión y búsqueda de metabolitos. Así mismo, se destaca el potencial del ambiente oligotrófico de Cuatro Ciénegas en la búsqueda de nuevos productos naturales.

Agradecimiento. LANGEBIO, TECBASE, Dr. Pablo Cruz Morales (DTU), Dr. Susana de Torre Zavala (UNAL), Varigen Biosciences.

Bibliografía.

1. Deore AB, Dhumane JR, Wagh R, Sonawane R. (2019). *Asian J Pharm Res Dev*.7:62–67.
2. Ding T, Yang LJ, Zhang WD, Shen YH. (2019). *RSC Adv*. 9:21964–21988.
3. Elser JJ, Schampel JH, Garcia-Pichel F, Wade BD, Souza V, et al. (2005). *Freshwater Biol*.50:1808–1825.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos

Moderador: Dr. Iván Velasco Velázquez

“Engineering human hematopoietic stem cells for *ex vivo* neutrophil production”

Dra. Marion E. G. Brunck, Tec de Monterrey

94

“Reconstituting mouse embryogenesis *ex utero* in natural and synthetic systems”

Dr. Alejandro Aguilera Castrejón, Weizmann Institute of Science

95

“Diferenciación dopaminérgica de células troncales pluripotenciales humanas: caracterización epigenética y formación de organoides cerebrales”

Dr. Iván Velasco Velázquez, Instituto de Fisiología Celular, UNAM

96

RECONSTITUTING MOUSE EMBRYOGENESIS EX UTERO IN NATURAL AND SYNTHETIC SYSTEMS

Alejandro Aguilera Castrejon, Jacob H. Hanna

Department of Molecular Genetics, Weizmann Institute of Science, 7610001, Rehovot, Israel.

alejandroac@weizmann.ac.il

Keywords: Mouse embryo; stem-cell-derived synthetic embryos, gastrulation.

Introduction. Mammalian development takes place inside the uterus, creating technical and ethical limitations that difficult the study of mammalian embryogenesis, due to the inability to observe and manipulate living embryos. After implantation, mammalian embryos initiate the process of gastrulation, in which the pluripotent epiblast transits from a symmetrical ball of cells into an advanced embryo with a defined body plan. Here, we devised an *ex utero* culture platform allowing robust and continuous growth of natural mouse embryos from pre-gastrulation (E5.5 days post-fertilization) until organogenesis (E11.0), offering a potential a solution to this challenge. Furthermore, we demonstrate that these *ex utero* culture settings are capable of supporting development of stem cell-derived embryo models through gastrulation and up to organ formation, resembling the E8.5 natural embryo.

Methods. Late gastrulating embryos (E7.5) are grown in rotating bottles, whereas extended culture from pre-gastrulation stages (E5.5 or E6.5) requires a combination of static and rotating bottle culture platforms^{1,2}. Embryos are cultured using an optimized Ex Utero Culture Medium (EUCM) consisting of DMEM, Rat Serum, and Human Adult/Umbilical Cord Blood Serum supplemented with D-Glucose. Stem cell-embryo models were generated by co-aggregating WT mouse ESCs, alongside Cdx2- and Gata4-expressing naive ESCs to promote their priming towards trophectoderm and primitive endoderm lineages³.

Results. By means of histological, molecular, and single-cell RNA sequencing analyses, we confirmed that the *ex utero* cultured natural embryos recapitulate *in utero* development correctly until the hindlimb formation stage. We also introduced a variety of embryonic perturbations and micro-manipulations, which can be followed *ex utero* in living embryos for up to 5 days^{1,2}.



Fig. 1. *Ex utero* culture of natural embryos from E5.5 d.p.f. Representative images of embryos cultured *ex utero* using combined static and roller culture conditions from E5.5 to E11.0. Scale bar, 500 µm.

We adapted the established *ex utero* platform for growing stem cell-derived embryos generated solely from naive ESCs. These embryo models adequately complete gastrulation, advance through neurulation and develop organ progenitors within complex extra-embryonic compartments, resembling E8.5 stage mouse embryos³.

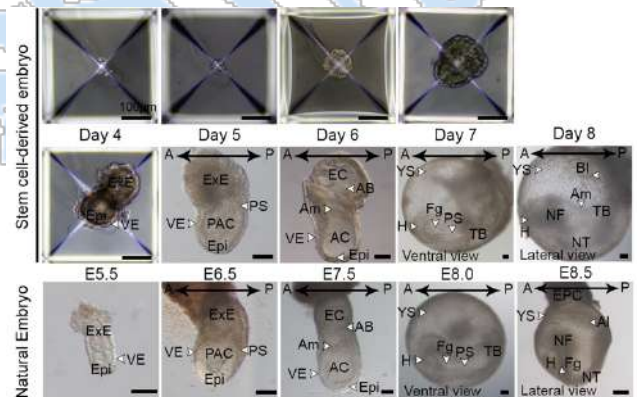


Fig. 2. Naive ESC derived sEmbryos complete gastrulation and initiate organogenesis stages within extraembryonic membranes. Bright field images of sEmbryos at each day of the culture protocol compared to stage-matched natural embryos. Scale bar, 100 µm.

Conclusions. The ability to continuously culture natural and synthetic mouse embryos *ex utero* capturing full gastrulation and organogenesis opens new possibilities for characterizing the effect of different experimental perturbations during development, by allowing experimentation in living embryos during stages that have remained hidden inside the maternal uterus, and paves the way for implementing analogous culture methods in non-human primates and human embryos.

Acknowledgments. This work was funded by Pascal and Ilana Mantoux; Flight Attendant Medical Research Institute (FAMRI); MBZUAI-WIS Program, ISF; Minerva, Israel Cancer Research Fund (ICRF), European Research Council (ERC-COG ExUteroEmbryogenesis); Kimmel Stem Cell Research Center.

References.

1. Aguilera-Castrejon, A. *et al.* Ex utero mouse embryogenesis from pre-gastrulation to late organogenesis. *Nature* **593**, 119–124 (2021).
2. Tarazi, S., Aguilera-Castrejon A. *et al.* Post-gastrulation synthetic embryos generated *ex utero* from mouse naive ESCs. *Cell* **185**, 3290–3306 (2022).

DIFERENCIACIÓN DOPAMINÉRGICA DE CÉLULAS TRONCALES PLURIPOTENCIALES HUMANAS: CARACTERIZACIÓN EPIGENÉTICA Y FORMACIÓN DE ORGANOIDES CEREBRALES.

César Melendez-Ramírez^{1,2}, Mayela Giacomán-Lozano³, Xochitl Flores-Ponce^{1,2}, Jair Santillan-Cigales^{1,2}, Angel Maldonado-Polanco¹, Ernesto Soto-Reyes⁴, Raquel Cuevas-Díaz Durán³, Itzel Escobedo-Avila¹, Ivan Velasco^{1,2}.

¹ Instituto de Fisiología Celular – Neurociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, CP 04510; ² Laboratorio de Reprogramación Celular, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Ciudad de México, CP 14269; ³ Tecnológico de Monterrey, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Monterrey, CP 64710; ⁴ Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Ciudad de México, CP 05348. ivelasco@ifc.unam.mx

Palabras clave: organoides mesencefálicos; células troncales pluripotenciales inducidas; enhancers y marcas de histonas;

Introducción. Los eventos moleculares que ocurren durante la diferenciación de las neuronas dopaminérgicas (nDA) mesencefálicas humanas pueden estudiarse mediante la inducción neural *in vitro* de las células pluripotenciales. Las células troncales embrionarias pueden producir nDA funcionales, pero el proceso de diferenciación no se ha caracterizado completamente, en particular en relación a la actividad de promotores y enhancers, que presentan marcas epigenéticas específicas y se encuentran en regiones de abiertas de cromatina. Por otro lado, la formación de organoides cerebrales con identidad de cerebro medio podría representar un mejor modelo que los cultivos en monocapa para estudiar aspectos como la maduración y la susceptibilidad al daño de nDA.

Metodología. Se diferenciaron nDA y se obtuvieron perfiles de expresión (RNA-seq), accesibilidad de cromatina (ATAC-seq) y modificación de histonas (ChIP-seq para H3K27ac y H3K4me1). Estos datos se complementaron con bases de datos del ENCODE Project Consortium y el Roadmap Epigenomics Project. Los organoides se realizaron mediante agregación celular y estimulación con factores de crecimiento y moléculas pequeñas neuralizantes.

Resultados. Encontramos cambios significativos en regiones de cromatina abierta en distintas fases de la inducción a nDA. La integración de la información de las marcas epigenéticas nos permitió identificar promotores putativos que podrían participar en la diferenciación dopaminérgica. En relación a los organoides, pudimos comprobar la presencia de nDA, que aparecen a tiempos menores, cuando se comparan con los cultivos en dos dimensiones.

Conclusiones. Identificamos posibles enhancers que son específicos para la diferenciación a nDA. Contar con nDA diferenciadas en 2D y 3D nos permitirá comparar el grado de maduración y la susceptibilidad de las nDA a toxinas.

Agradecimientos. Este trabajo se pudo realizar con financiamiento del TEC-BASE y el proyecto Papiit IN219122 de la DGAPA, UNAM.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Simposios simultáneos

Simposio área XV. Biotecnología y sociedad

Moderador: Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez

“Revalorización de saberes biotecnológicos: estudios en comunidades de la península de Yucatán”

Dra. Neith Araceli Pacheco López, CIATEJ

98

“La divulgación de conocimiento de biotecnología ambiental como elemento que orienta a los tomadores de decisión en el poder legislativo”

Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez, UASLP

99

“Biotecnología y desarrollo territorial en el México rural”

Dra. Mayra de la Torre Martínez, CIAD

100

REVALORIZACIÓN DE SABERES BIOTECNOLÓGICOS: ESTUDIOS EN COMUNIDADES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Neith Pacheco, Miguel Oliva, Harumi Hernández, Karina Jiménez, Emanuel Herrera, Héctor Martín, Sergio Valdivia, América Morando, Soledad Pech, Rosa Zapata, Juan C. Cuevas y Teresa Ayora.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsede Suereste

npacheco@ciatej.mc

Palabras clave: Biotecnología, comunidades, Península de Yucatán.

Introducción.

En los últimos años, la urbanización, el cambio climático y algunas políticas públicas, han favorecido la pérdida de biodiversidad y de los saberes comunes asociados a ella (1). Por otro lado, conceptos antropológicos como la comunalidad que se caracteriza por la voluntad de un grupo de personas a organizarse en forma colectiva (1), así como la territorialización que se asocia a un proceso donde un sujeto, grupo o comunidad se vincula y apropia con un lugar físico, considerando experiencias y memorias y englobando el contexto social, cultural y político (2), pueden favorecer la revalorización de saberes y la apropiación de otros que favorezcan el beneficio de las comunidades. En este sentido, el presente trabajo se enfoca a mostrar ejemplos de la revalorización de saberes y la apropiación del conocimiento científico de procesos biotecnológicos, en comunidades de la península de Yucatán y su efecto a corto plazo en los territorios.

Metodología. Se llevaron a cabo diálogos de saberes con las comunidades participantes a la par de análisis bibliográficos de las metodologías y tecnologías a trabajar con ellas. Posteriormente, se realizaron talleres con los participantes en los territorios de estudio para la difusión del conocimiento y la capacitación en metodologías biotecnológicas específicas, considerando parámetros básicos pero fundamentales de la investigación. Por último, se llevaron a cabo entrevistas a 3 meses de la realización de talleres con algunos de los participantes para determinar el efecto a corto plazo de las actividades realizadas. Los lugares de estudio fueron la comunidad de Tixcacal y Kinchil en Yucatán, Ixpujil y Nuevo Campanario en Campeche.

Resultados. En las cuatro comunidades fue factible realizar los diálogos de saberes permitiendo identificar los procesos biotecnológicos que tradicionalmente se han desarrollado, en este sentido, en la comunidad de Kinchil junto con otros productores de regiones cercanas, se estableció como proceso biotecnológico de estudio la fermentación de la miel y su efecto en la

calidad de este producto, en la comunidad de Tixcacal se trabajó con los procesos fermentativos para la elaboración de pan y en las comunidades de Campeche se seleccionaron los procesos fermentativos de elaboración de bebidas tradicionales y conservas de frutas. Dentro de los parámetros analíticos evaluados se consideró la medición de la disminución del pH y producción de alcohol. Durante el desarrollo de los talleres se pudo apreciar que en las comunidades existen elementos como la comunalidad que favorecen el trabajo colectivo, y territorialización al apropiarse efectivamente de los saberes científicos en un aspecto metodológico sin perder los saberes tradicionales.



Fig. 1. Imágenes de los talleres realizados en las comunidades de Kinchil, Tixcacal, Ixpujil y Nuevo campanario.

Conclusiones. A corto plazo, en la segunda sesión de talleres y como resultado de las entrevistas, fue factible apreciar como las comunidades y en particular las mujeres, se han consolidado en la elaboración de productos para consumo propio, además de la comercialización a nivel local, influyendo directamente en la soberanía alimentaria de la zona.

Agradecimiento. A los proyectos CONACYT con números 311540, 316148 y al proyecto CEAR-2019-6

Bibliografía.

1. López Barreto M.F. (2021). *Península* Vol (2): 29-53.
2. González Hermoso de Mendoza A. (2007). Science, technology and territorial issues. Vol (4):1-3

LA DIVULGACIÓN DE CONOCIMIENTO DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL COMO ELEMENTO QUE ORIENTA A LOS TOMADORES DE DECISIÓN EN EL PODER LEGISLATIVO

Manuel Alejandro Lizardi-Jiménez¹ y Gabriela Josefina Aguirre García², ¹ Facultad de Derecho, CONACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ² Facultad de Derecho, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78210 chamarripas@yahoo.com.mx

Palabras clave: divulgación, biotecnología, poder legislativo

Introducción. El poder legislativo en México toma decisiones sobre temas ambientales (1), por ejemplo, emite exhortos o expide o reforma leyes. Para dar fundamento a la legislación ambiental se procura que la producción científica se considere un derecho humano (2). Sin embargo, en muchas ocasiones, las decisiones se toman desde una posición reduccionista (cientificismo) (3) en lugar de desde el conocimiento científico específicamente la Biotecnología Ambiental. La Biotecnología Ambiental genera conocimiento que aporta a la sociedad es por ello que, el objetivo del presente trabajo es mostrar casos de como la divulgación en Biotecnología Ambiental ha orientado la toma de decisión en el poder legislativo en México.

Metodología. Revisión documental, transdisciplinaria entre biotecnología (desde nuestro grupo de trabajo) y la sociedad (poderes legislativos en San Luis Potosí, Chihuahua y el de la Unión)

Resultados. En la tabla 1 se muestran 3 casos que documentan que los trabajos de divulgación de biotecnología ambiental han ayudado a la toma de decisiones (solicitud u aprobación) desde el poder legislativo tanto estatal o federal.

Tabla 1. Documentos que desde el poder legislativo han sido orientados por trabajos de divulgación.

Caso	Documento público desde lo jurídico	Trabajo de divulgación desde lo científico	Poder legislativo
Caso A: Proposición con punto de acuerdo para limitar los factores de riesgo que afectan la epidemia de insuficiencia renal crónica en Tierra Blanca, Veracruz	chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2022/01/asun_4294638_20220112_1641573909.pdf	https://invdes.com.mx/los-investigadores/insuficiencia-renal-cronica-entierra-blanca-la-tormenta-perfecta-causas-y-soluciones/	H. Congreso de la Unión LXV Legislatura

(2022)			
Caso B: Reforma al Código Penal del Estado de Chihuahua, en relación a los delitos ambientales (2019)	http://www.congresochoihuahua.gob.mx/detalleNota.php?id=3852	https://invdes.com.mx/los-investigadores/huachicoleros-el-impacto-ambiental-y-alternativa-de-remediacion/	H. Congreso del Estado de Chihuahua LXVI Legislatura
Caso C: Reforma a la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí (2019)	https://congresosanluis.gob.mx/sites/default/files/unpload/legislacion/leyes/2023/03/Ley y Ambiental del Estado de san Luis Potosi 27 Feb 2023.pdf	https://sanluis.eluniversal.com.mx/politica/10-07-2019/aprueban-en-comisiones-prohibir-uso-de-envases-de-unicele-comercios	H. Congreso del Estado de San Luis Potosí LXII Legislatura

Conclusiones. En los tres casos presentados el poder legislativo tomó como fundamento para la toma de decisiones nuestro trabajo de investigación en revistas de divulgación científica. Esto da cuenta de que la divulgación de la investigación científica en el ámbito de la biotecnología ambiental sirve como puente para generar legislación ambiental.

Agradecimiento. A los proyectos PRONACES/PRONAI 321295 y 318979.

Bibliografía.

- Salazar J., Domínguez J., Rodríguez I. (2022). *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(4), 2-21.
- Saba R., (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1-18.
- Sorell T. (1994). Scientism and “scientific empiricism”. En: *Scientism: Philosophy and the Infatuation with Science*, Routledge, Reino Unido, pag 1.

BIOTECNOLOGÍA Y DESARROLLO TERRITORIAL EN EL MÉXICO RURAL

Mayra de la Torre y Yax'kin Coronado

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.DESCTI. Blvd. Santa Catarina s/n, San Agustín Tlaxiaca, 42162, Hidalgo, México. mdelatorre@ciad.mx, yaxkin.coronado@ciad.mx

Palabras clave: pobreza, sostenibilidad, biotecnología

De acuerdo con el INEGI en 2020, la población rural (poblados con menos de 2500 habitantes) en México era el 21% y 43.9% de los mexicanos se encontraban en pobreza multidimensional y 8.5% en pobreza extrema. En particular, la pobreza en el ámbito rural es aproximadamente 1.5 veces mayor que en ámbito urbano, y que esta situación se recrudece en las comunidades de pueblos originarios. Cabe resaltar que es precisamente en las comunidades de pueblos originarios donde se conserva principalmente biodiversidad y ésta junto con los conocimientos ancestrales es una riqueza que ha sido poco utilizada por nuestros connacionales y sus comunidades para el desarrollo integral.

Si bien, se han implementado políticas públicas para coadyuvar a mejorar esta situación, consideramos que es indispensable un esquema en donde los miembros de las comunidades sean sujetos activos, participen y tomen decisiones para el establecimiento e implementación de políticas públicas, así como la definición de estrategias y programas junto con la academia e investigadores, el gobierno y el sector privado, en el marco de un desarrollo territorial. Este desarrollo es un proceso de construcción social del entorno, impulsado por la interacción entre las características geofísicas, las iniciativas individuales y colectivas de distintos actores y la operación de las fuerzas económicas, tecnológicas, sociopolíticas,

culturales y ambientales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe).

La sostenibilidad agrícola a largo plazo depende de relaciones complejas entre el medio ambiente y aspectos económicos y sociales, entonces la biotecnología puede intervenir en el desarrollo territorial en el ámbito rural a través de una aproximación holística que considere la organización de los productores en pequeño y una sinergia entre los conocimientos de las comunidades y la CyT, tanto para la producción primaria como para la transformación de los productos a través de agroindustrias de los mismos productores. Como ejemplo se discutirán los resultados de nuestro trabajo con agricultores en pequeño en parcelas de temporal y de riego, así como las agroempresas propuestas por ellos y sus planes de negocio basados en sus conocimientos tradicionales y la organización social de la comunidad.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Charlas técnicas

“Servicios integrales para la innovación y desarrollo de Biotecnológicos en México”	
Dr. Sergio Andrés Torres Pérez, UDIBI	102
“Monitoreo, control y optimización de bioprocesos en biorreactores”	
Carlos Martínez Salinas, Technical support and applications manager Latin America, Biotekno	103
“Inóculos óptimos, biorreactores eficientes”	
Mario Novoa Belman, RG	104
“Bioprocesamiento cromatográfico de próxima generación para la intensificación de procesos upstream y downstream desde el laboratorio hasta la fabricación comercial”	
Dr. Gilbert de Oliveira Silveira, Especialista avanzado en aplicaciones de bioprocesos, 3M	105
“Bioprocesos: innovación en la industria de alimentos”	
Ing. Henrique Oliveira, Gerente de ventas y aplicaciones en Bioprocesos/Dr. Fernando Bautista, Especialista de producto, Eppendorf	106
“Construye tus células, nosotros te ayudamos”	
M. en C. Cristian Eduardo Trejo Hernández, Científica Senna	107
“A single-use, scale-down predictive solution for intensified perfusion development”	
Dr. Evan Gate, Merck	108
“Aumentando la sensibilidad y reproducibilidad en biotecnología a través de la ddPCR”	
Dr. Sócrates Avilés, BioRad	109
“Soluciones biotecnológicas, del desarrollo de la línea celular a la producción industrial”	
Ramsés Gamboa-Suasnavart, Sartorius	110
“El iCELLis® Nano biorreactor proporciona un método confiable para producir vacunas contra la rabia con alto título y alta potencia”	
M. en C. Fernando Carmona, Upstream & cell culture sales specialist bioprocess, Cytiva	111



XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

11-15 de septiembre del 2023. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero

SERVICIOS INTEGRALES PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE BIOTECNOLÓGICOS EN MÉXICO

Dr. Sergio Andrés Torres Pérez, UDIBI.

Palabras clave: Laboratorio analítico, Bioterapéuticos, Biocomparabilidad,

Resumen. La Unidad de desarrollo e Investigación en Bioterapéuticos (UDIBI) de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, inicia en el 2010 como una unidad de investigación y desarrollo para el producto Transferon®, con el tiempo adquirimos la experiencia en el análisis de medicamentos biotecnológicos, y participamos en la actualización del marco regulatorio nacional y reordenamiento para este tipo de productos. Nuestras capacidades nos permitieron convertirnos en un laboratorio tercero autorizado de COFEPRIS para realizar análisis de biocomparabilidad de medicamentos biotecnológicos, así como laboratorio analítico de prueba, fabricante de dispositivos médicos, maquilador de suplementos alimenticios y autorizar 2 bioterios por SENASICA. También nos permitió generar laboratorios especializados en biología molecular, cultivo celular, caracterización fisicoquímica y biológica y expresión y purificación de proteínas, incluyendo equipos especializados de citometría de flujo, cromatografía y espectrometría de masas. Además, la UDIBI en 2018 dio un salto a la innovación con el diseño y desarrollo de anticuerpos para investigación y terapéuticos incluyendo otros derivados, así como de otras biomoléculas. Hoy en día somos líderes en el descubrimiento y desarrollo de anticuerpos y péptidos terapéuticos, además estamos incursionando en el desarrollo de otras modalidades terapéuticas como los CAR-T. Mediante nuestro portafolio de servicios integrales buscamos llevar la innovación en salud desde la investigación básica hasta la aplicación preventiva, mediante una interacción directa y colaborativa de investigadores, tecnólogos, profesionales de la salud, pacientes e instancias regulatorias que trabajan en conjunto para llevar las innovaciones del laboratorio a la clínica.

Empresa:



Semblanza del ponente: Dr. Sergio Torres Pérez.

El Dr. Torres es el encargado del área de Vigilancia Tecnológica y Bionegocios en la Unidad de Desarrollo e Investigación de Bioterapéuticos del Instituto Politécnico Nacional de México (UDIBI-IPN). Obtuvo su grado en Ingeniería Biotecnológica en la Universidad Francisco de Paula Santander en Colombia. A partir del 2014 trabajo en proyectos de biología del desarrollo y biología molecular en el Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB-INTECH) en Argentina. Luego, realizó la Maestría y Doctorado en Biomedicina y Biotecnología Molecular en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), del IPN obteniendo mención honorífica en ambos grados. En sus estudios de posgrado trabajó en proyectos de investigación en nanotecnología y biomedicina aplicada a enfermedades Oncológicas. Además, ha trabajado en innovación y desarrollo de bioterapéuticos con aplicaciones terapéuticas para cáncer y enfermedades infecciosas. Su contribución científica es de 7 publicaciones dentro de las cuales se encuentran 5 artículos en revistas indexadas y arbitradas internacionalmente (45 citas, h-index 4), un capítulo de libro y una patente aprobada en México. También ha obtenido 3 fondos institucionales para investigación, desarrollo tecnológico e innovación y ha participado en varios certámenes internacionales para emprendedores como Hult Prize donde ha llegado a ser finalista para México y ha sido galardonado con la presea Youth Award 2021.

MONITOREO, CONTROL Y OPTIMIZACIÓN DE BIOPROCESOS EN BIORREACTORES

Carlos Martínez Salinas, Getinge - Applikon, Ciudad de México CP 03810,

carlos.martinezsalinass@getinge.com, <https://www.getinge.com/es/productos/applikon-bio/>

Palabras clave: Biorreactores, Bioprocesos, Monitoreo y control de bioprocesos

Introducción. El monitoreo y control son parte fundamental de todo bioproceso ya que el seguimiento y control de cada etapa desde las etapas iniciales de escalamiento, ayudan a que se garantice la calidad de producto terminado y validen el proceso. Los instrumentos de medición denominados como sensores deben ser apropiados para los procesos y tener características de análisis como precisión, selectividad y sensibilidad, además de características de calidad como repetibilidad en la medición, robustez, estabilidad y linealidad. La información adquirida por los sensores para el monitoreo de las variables físicas, químicas y biológicas que ocurren dentro del biorreactor son llevadas en tiempo real a softwares de adquisición de datos, control, análisis y administración de información denominados Software PIMS. Estos softwares tienen la finalidad de obtener la mayor cantidad de información sobre nuestro proceso que nos permita dar trazabilidad, predecir, prevenir y corregir cualquier variación que pudiera comprometer nuestro producto. Los biocontroladores son los sistemas usados para el control de bioprocesos cuentan con algoritmos de control basados en algoritmos PID. Los sistemas de control deben contar con características de operación que sean amigables con el usuario para su fácil operación además de que confiables en cuanto al control.

Metodología. Se presentan las tecnologías de sensores que son utilizados comúnmente en el monitoreo de oxígeno disuelto, gases a la salida del biorreactor, sensores de viabilidad y concentración celular. Además, se muestra como es la funcionalidad los sistemas de control y las mejoras que tienen en la actualidad los sistemas de bio-control para distintas escalas de bioprocesos.

Resultados. El uso de las tecnologías de medición y control en biorreactores aplicadas en cada una de las etapas de escalamiento, nos ayudan a tener la mayor información que ayuda a predecir, controlar y aumentar la calidad de nuestro producto de interés, además de que los costos económicos de cada proceso se reducen.



Fig. 1. Escalas de proceso

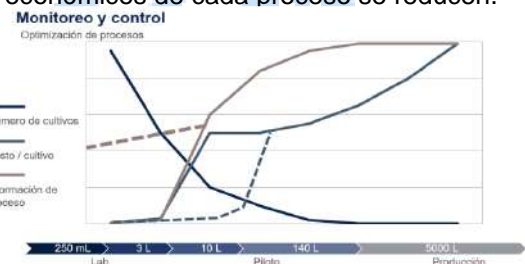


Fig. 2. Optimización de procesos

Empresa:  **biotekno**

Semblanza del ponente: I.Q. Carlos Martínez Salinas.

Gerente de soporte técnico y aplicaciones de Getinge- Applikon LATAM. Ingeniero Químico egresado de la facultad de Química de la UNAM. Estuvo en la unidad de bioprocesos del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, trabajando en proyectos de caracterización y escalamiento de bioprocesos a 1,000 Litros de producción. Trabajó en el proyecto de ingeniería y diseño de planta de producción de 10,000 Litros de agro biológicos en el norte de país. 10 años de experiencia en soporte técnico y aplicaciones en Getinge Applikon.

INÓCULOS ÓPTIMOS, BIORREACTORES EFICIENTES

Mario Novoa Belman, Infors LATAM, Ciudad de México 07840, m.novoa@infors-ht.com

Palabras clave: Shakers, Agitadores Orbitales, Infors LATAM, Biorreactores.

Resumen

En esta charla técnica se abordan temas esenciales para el cultivo de microorganismos como:

- Conceptos básicos del cultivo en suspensión,
- Equipos indispensables para la optimización de las etapas del Upstream
- Cuidados y recomendación en la preparación del inóculo
- Recomendaciones para el escalamiento

Y se presentan características técnicas de los equipos Infors dedicados al cultivo de microorganismos.

Bibliografía. Material interno de Infors LATAM.

Empresa:



Semblanza del ponente: Ing. Mario Novoa Belman

Es Ingeniero biotecnólogo con especialidad en producción de biológicos egresado de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Cuenta con más de 20 años de experiencia en biotecnología. Ha ejercido profesionalmente como ingeniero biotecnólogo desde 2001; Con especial enfoque en cultivo de microorganismos y células de mamífero. Ha trabajado en diversas compañías mexicanas de la industria biofarmacéutica con especial enfoque en upstream, fue supervisor de producción en Probiomed, responsable de desarrollo de nuevos productos en Grupo Neolpharma, trabajo como Ingeniero investigador en la producción de partículas virales en Global BioTherapeutics y fue encargado de mantenimiento de clonas en el Laboratorio de fisiología celular del CINVESTAV. Fue parte del equipo de expertos y especialistas de producto en Sartorius de México y actualmente es especialista de aplicaciones y representante técnico de Infors LATAM, empresa suiza que fabrica equipos dedicados al cultivo de microorganismos como incubadoras, agitadores orbitales y biorreactores.

Tiene experiencia trabajando con cultivos de células de mamífero, preservación y mantenimiento de clonas modificadas genéticamente, generación de Procedimientos Normalizados de Operación (PNO's), formulación y esterilización de medios de cultivo definidos y complejos, ensamble, preparado y esterilizado de biorreactores, calibración y ajuste de equipos involucrados en el control de bioproceso, automatización de bioprocesos, optimización de parámetros de operación, producción de proteínas recombinantes, producción de anticuerpos monoclonales y producción a nivel laboratorio de partículas virales con fines terapéuticos humanos, también ha participado en la optimización de procesos de producción, escalamiento de procesos de producción de bioterapéuticos e implementación de tecnologías de un solo uso (Single-Use), adaptación de diferentes sistemas de producción con células de mamífero, por mencionar algunas actividades, los roles que ha ejercido ha sido como químico de producción, supervisor de proceso, supervisor de procesos, responsable de investigación y supervisor de producción.



XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

11-15 de septiembre del 2023. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero

BIOPROCESAMIENTO CROMATOGRÁFICO DE PRÓXIMA GENERACIÓN PARA LA INTENSIFICACIÓN DE PROCESOS ASCENDENTES Y DESCENDENTES DESDE EL LABORATORIO HASTA LA FABRICACIÓN COMERCIAL

Dr. Gilbert de Oliveira Silveira; Senior Bioprocess Application Specialist, 3M
gdeoliveirasilveira@mmm.com, detroncosoortiz2@mmm.com, <https://www.3m.com/>

Palabras clave: separación, purificación, downstream, upstream

Resumen. Currently, 3M's Separation and Purification Division has a significant global growth. In this talk will be focused on case studies including on Harvest RC, a chromatographic clarifier for upstream clarification that is suited to replace your current clarification methods (centrifugation or depth filtration) with better product recovery, consistent cell loading capacity, turbidity reduction, DNA reduction, and cell shear minimization. Furthermore, case studies will be presented with another revolutionary product from 3M called Polisher ST. A salt tolerant chromatographic material that will replace your AEX column, and depth filters downstream with better product recovery, reduction of HCP >50%, viral clearance >4 logs, DNA clearance below the detection limits, operating in pH 5.0-9.0 and conductivities 3-20 mS/cm process conditions.

Empre **3M** Ciencia.
Aplicada a la vida.™

Semblanza del ponente: Dr. Gilbert de Oliveira Silveira.

El Dr. de Oliveira cursó la licenciatura en Biofísica de la Universidad Federal de Río de Janeiro con intercambio en la Universidad de Yale - EE.UU. Realizó el máster en Bioquímica Médica por la Universidad Federal de Río de Janeiro. Cursó su doctorado en Bioquímica de la Universidad de São Paulo con intercambio en la Universidad de Texas - EE.UU. Tiene 11 años de experiencia académica y de investigador. Actualmente es especialista Avanzado en Aplicaciones de Bioprosos en 3M desde hace casi dos años.



XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

11-15 de septiembre del 2023. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero

BIOPROCESOS: INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Henrique Oliveira y Fernando Bautista

oliveira.h@eppendorf.com.br, bautista.f@eppendorf.com.br, www.eppendorf.com/br-es

Palabras clave: bioprocesos, formulaciones, alimentos, innovación

Resumen. Con el crecimiento de la población mundial, nos encontramos cada vez más con problemas de abastecimiento. Una cuestión recurrente es cómo alimentar a una población en rápido crecimiento sin aumentar el impacto sobre los recursos naturales. La biotecnología puede ayudarnos a encontrar esas respuestas. En esta charla, presentaremos algunas innovaciones y tendencias en la industria alimentaria que utilizan los bioprocesos como forma de equilibrar la productividad y la sostenibilidad.

Empresa: **eppendorf**

Semblanza del ponente: Henrique Oliveira. Gerente de ventas y aplicaciones en Bioprocesos - Eppendorf do Brasil.

Ingeniero biotecnológico graduado de la Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Brasil- São Paulo. A lo largo de su carrera, ha trabajado en empresas de biotecnología como Monsanto y Bayer, y actualmente es responsable de la línea de bioprocesos de Eppendorf en América Latina. Posee experiencia en áreas de Bioquímica, Microbiología industrial, Ingeniería de procesos, Planificación de experimentos, Optimización de formulaciones y procesos.

Semblanza del ponente: Fernando Bautista. Especialista de Producto – Eppendorf do Brasil

Doctorado en Ciencias del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, habiendo trabajado en el CIBNOR para posteriormente pasar al área comercial apoyando como especialista en las áreas de microscopía y biología molecular dentro de Accesolab y Olympus México. A partir del 2018 se incorpora a Eppendorf para apoyar a los clientes en las áreas de bioprocesos, fertilización in vitro y manejo de líquidos automatizado.



XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

11-15 de septiembre del 2023. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero

¡CONSTRUYE TU CÉLULA! NOSOTROS TE AYUDAMOS

M. en C. Cristhian Trejo Hernández

<https://www.cientificasenna.com/>

Palabras clave: células, metabolitos, construcción

Resumen. La célula es una de las unidades fundamentales utilizadas en los procesos biotecnológicos para la obtención de diversos productos de interés. Un hecho que revolucionó la biotecnología moderna fue la manipulación y modificación de los genes de las células con el fin de obtener nuevos productos que anteriormente no se podía. Actualmente para construir tu célula es fundamental contar con las técnicas y los materiales adecuados para llevarla a cabo de manera eficiente y práctica.

Empresa:



Semblanza del ponente: M. en C. Cristhian Trejo Hernández

Biólogo y maestro en Ciencias Biológicas egresado de la UNAM, con enfoque en biología de cianobacterias. Actualmente forma parte del equipo de asesores científicos de Científica Senna como especialista en microbiología.



XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

11-15 de septiembre del 2023. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero

A SINGLE-USE, SCALE-DOWN, PREDICTIVE SOLUTION FOR INTENSIFIED PERFUSION DEVELOPMENT

Dr. Evan Gates

evan.gates@milliporesigma.com, www.merckmillipore.com, www.merckgroup.com

Palabras clave: microbioreactor, upstream, perfusion bioreactor

Resumen. Perfusion is becoming a typical approach to achieving upstream process intensification. The ability to scale down these processes, however, has been limited due to lack of appropriate technologies. Labs cannot run enough bench scale 2L bioreactors with cell retention devices due to resource constraints (skilled labor and facilities) and high throughput systems lack the required perfusion or control capabilities. This talk describes a new microbioreactor system that fulfills this throughput-performance gap providing single-use, perfusion bioreactors with 2mL working volume that can replicate bench scale perfusion processes at industrially relevant cell densities.

Empresa:

MERCK

Semblanza del ponente: Dr. Evan Gates.

Evan Gates is a Biomedical Engineer and member of the Manufacturing Sciences and Technology (MSAT) team at Merck, KGaA, Darmstadt, Germany. He joined the company following the acquisition of Erbi Biosystems and previously worked as a Field Application Scientist for a company specializing in high-end biophysical instrumentation. Evan holds BS degrees in Mechanical Engineering and Biomedical Engineering from Carnegie Mellon University and a PhD in Biomedical Engineering from Duke University.



XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

11-15 de septiembre del 2023. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero

SENSIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD EN BIOTECNOLOGÍA A TRAVÉS DE LA PCR DIGITAL EN GOTAS

Dr. Sócrates Avilés Vázquez

socrates_aviles@bio-rad.com, www.bio-rad.com

Palabras clave: PCR digital, PCR en gotas, eficiencia de edición

Resumen. Los recientes avances en biotecnología han tenido un gran impacto en distintas áreas como el desarrollo de vacunas, nuevos y más efectivos biofármacos, desarrollo de terapias celulares y génicas, mejora de cultivos y alimentos, mejores diagnósticos moleculares, nuevas estrategias de biorremediación, mejora genética de distintos tipos de ganado, etc. Dichos avances han sido posibles por el uso de tecnologías vanguardistas y altamente confiables para realizar modificaciones en el genoma de distintas especies, y también para analizar dichas modificaciones.

Una tecnología que sin duda ha contribuido a este desarrollo es la reacción en cadena de la polimerasa o PCR por sus siglas en inglés, la cual es una técnica de amplificación de ácidos nucleicos específica y sensible usada en distintos campos de la biotecnología. La PCR Digital en gotas (ddPCR) es la tercera generación de PCR, es una tecnología de alta precisión y sensibilidad, que ofrece una cuantificación absoluta del blanco de interés. Con ddPCR se puede cuantificar la eficiencia de edición genómica, detectar patógenos con alta sensibilidad en una amplia variedad de matrices ya que es tolerante a inhibidores, cuantificar la expresión de genes, cuantificar la presencia de organismos genéticamente modificados, cuantificar marcadores asociados a distintas enfermedades con una alta sensibilidad y reproducibilidad.

Empresa:

Semblanza del ponente: Dr. Sócrates Avilés Vázquez.

Doctor en Ciencias Biomédicas por la UNAM. Actualmente se desempeña como Field Application Specialist III en Bio-Rad para México y Latinoamérica, dando soporte a tecnologías como Citometría de Flujo y PCR Digital en Gotas, en las que se ha especializado en estudio de biopsias líquidas en cáncer por PCR Digital, Enfermedad mínima residual en cáncer, Cuantificación de edición genómica por CRISPR/Cas-9, Inmunofenotipificación de leucemias entre otras. Tiene experiencia en investigación en cáncer de mama y leucemia mieloide crónica y cuenta con publicaciones en el área.

SOLUCIONES BIOTECNOLÓGICAS, DEL DESARROLLO DE LA LÍNEA CELULAR A LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

López-Ochoa Raúl, Bando-Campos Giroshi, Gayosso-Hernandez Juan, Guevara-Varela Saul, Sabido-Ruiz Erick, Gamboa-Suasnavart Ramsés
ramses.gamboa@sartorius.com , www.sartorius.com

Palabras clave: Cell Line Development, Biorreactores, Escalamiento

Introducción. El monitoreo y control son parte fundamental de todo bioproceso ya que el seguimiento y control de cada etapa desde las etapas iniciales de escalamiento, ayudan a que se garantice la calidad de producto terminado y validen el proceso. Los instrumentos de medición denominados como sensores deben ser apropiados para los procesos y ser precisos, selectivos y sensibles. Así como capaces de dar reproducibilidad, robustez, estabilidad y linealidad. La información adquirida por los sensores para el monitoreo de las variables físicas, químicas y biológicas que ocurren dentro del biorreactor son llevadas en tiempo real a softwares de adquisición de datos, control, análisis y administración de información denominados Software PIMS. Estos softwares tienen la finalidad de obtener la mayor cantidad de información sobre nuestro proceso que nos permita dar trazabilidad, predecir, prevenir y corregir cualquier variación que pudiera comprometer nuestro producto. Los biocontroladores son los sistemas usados para el control de bioprocesos y cuentan con algoritmos de control basados en algoritmos PID. Los sistemas de control deben contar con características de operación que amigables con el usuario para su fácil operación además de ser confiables en cuanto al control.

Metodología. En esta charla se mostrarán las tecnologías y servicios que brinda Sartorius para el desarrollo de proyectos biotecnológicos. Desde el desarrollo de una línea celular productora, su caracterización, el desarrollo del proceso upstream, su escalamiento, el proceso downstream y los análisis de calidad de los productos biotecnológicos.

Resultados y conclusiones. Se presentan casos de estudio donde la tecnología Sartorius ha permitido desarrollar proyectos biotecnológicos de una manera eficiente, confiable, con alta calidad y factible económicamente, tanto para proyectos académicos, de I+D en empresas nacientes hasta en industrias posicionadas en el mercado, aumentando considerablemente la probabilidad de éxito de los proyectos.



Fig. 1. Plataforma completa de Sartorius para el desarrollo de moléculas biotecnológicas.

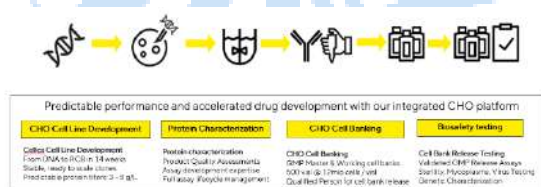


Fig. 2. Estrategia de Desarrollo de líneas de Celulares Sartorius.

Empresa: **SARTORIUS**

Semblanza del ponente: Dr. Ramsés A. Gamboa-Suasnavart.

Ingeniero en Biotecnología por el Instituto Politécnico Nacional. Trabajó como Químico de Cultivo en la producción de proteínas recombinantes en Probiomed SA de CV. Cursó sus estudios de posgrado en la Universidad Nacional Autónoma de México con una estancia en la Universidad de Aachen Alemania, con mención honorífica en su tesis de maestría por parte de la SMBB. Docente en la Universidad Nacional Autónoma de México en la Facultad de Ciencias desde hace 9 años. Es autor en 7 artículos de investigación en revistas internacionales indexadas. Ha impartido cursos de escalado y operación de biorreactores a nivel Latinoamérica. Fue miembro del Subcomité de Evaluación de Productos Biotecnológicos de la COFEPRIS. Asesor científico para Janssen Cilag. Se desempeñó como Coordinador de Bioprocesos en la Unidad de Desarrollo e Investigación en Bioterapéuticos del Instituto Politécnico Nacional y actualmente es Gerente de Desarrollo de Proyectos en Biotecnología en Sartorius México.

EL ICCELLIS® NANO BIOREACTOR PROPORCIONA UN METODO CONFIABLE PARA PRODUCIR VACUNAS CONTRA LA RABIA CON ALTO TÍTULO Y ALTA POTENCIA

Juliana Groba, Todd Lundeen, Letícia Parizotto

leticia.parizotto@cytiva.com

Palabras clave: Cultivo de células adherentes, biorreactor de lecho fijo single-use, vectores virales

Introducción. En Brasil, la rabia sigue siendo una preocupación en salud pública. La rabia es una enfermedad viral aguda infecciosa que ataca el sistema nervioso y puede conducir rápidamente a la muerte en casi todos los casos. En la actualidad, la producción de vacunas a partir de cultivos de células adherentes que utilizan botellas giratorias o matraces 2D está limitada por los pequeños volúmenes, el escaso control del proceso y la gran manipulación manual. Para superar con éxito estos desafíos, se requiere un proceso de biorreactor para garantizar la seguridad, calidad y escalabilidad de la producción de vacunas. El biorreactor iCELLis Nano es un biorreactor de lecho fijo de un solo uso que proporciona un entorno controlado para las células adherentes, cumple con las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) y tiene un costo operativo y una inversión de capital reducidos en comparación con los métodos tradicionales. Este trabajo tiene como objetivo transferir una producción actual de virus de la rabia desde botellas giratorias (RB) al biorreactor iCELLis Nano.

Metodología. La producción del virus de la rabia se realizó utilizando células Vero en botellas giratorias y el biorreactor iCELLis Nano. El medio de cultivo fue medio Eagle modificado por Dulbecco (DMEM) suplementado con suero bovino fetal al 10% (SBF). Los parámetros de aumento de escala adoptados fueron el volumen de medios por relación de área de superficie (0,29 ml/cm²) y la multiplicidad de infecciones (MOI) (0,016). Los RB se mantuvieron a 37°C en una incubadora con 5% de CO₂ y se dividieron en dos grupos de control, un grupo con el protocolo convencional (RB Convencional) y otro simulando las condiciones del biorreactor (RB Nuevo). Los principales parámetros del proceso se presentan en la Tabla 1.

Resultados. Durante la fase de crecimiento, las células Vero presentaron un tiempo de duplicación de 24h en el biorreactor iCELLis Nano y las células se infectaron a una concentración de alrededor de 80.000 células/cm² a las 48 horas. La velocidad de consumo de glucosa en el biorreactor iCELLis Nano fue similar a la del grupo RB Nuevo y más lenta que la del grupo RB Convencional. Durante la fase de producción, el título viral fue significativamente mayor en el biorreactor iCELLis Nano que en los dos grupos de RB a partir de las 48h posteriores a la infección. A las 240 horas posteriores a la infección, el título en el biorreactor fue más de dos veces mayor que en los RB convencionales, como se muestra en la Figura 1.

Tabla 1. Parámetros de cultivo celular para los RB y el biorreactor iCELLis Nano. RAVB: virus de la rabia.

	RB Conv.	RB Nuevo	Biorreactor iCELLis Nano
Área (cm ²)	696	696	5.300
Densidad de semilla (cél/cm ²)	45.000	22.000	20.000
Relación de volumen por área en el crecimiento (mL/cm ²)	0,22	0,22	0,22
Duración de la fase de crecimiento (hr)	72	48	48
MOI del virus RAVB	0,016	0,016	0,016
Relación de volumen de medios por área en la producción (mL/cm ²)	0,29	0,29	0,29
Estrategia de cosecha	1ra cosecha a las 96 horas post-semilla y cada 48 horas		
Número de colecciones	5	10	10
Inactivación viral	Beta-propiolactona bajo agitación a baja temperatura (2 a 8°C) durante 24 h, seguido de inactivación por hidrólisis a 37°C durante 2 h		

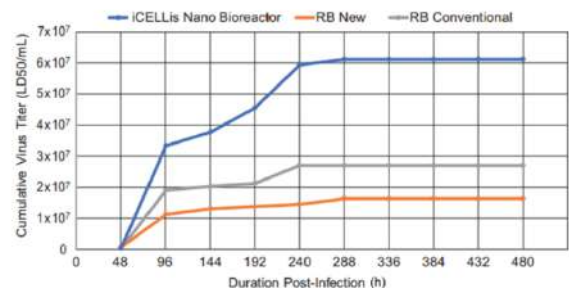


Fig. 1. El título de virus acumulativo se determinó mediante el ensayo de dilución de punto final y se expresó en DL50/mL en el biorreactor iCELLis Nano y los controles RB.

Conclusiones. El proceso se transfirió con éxito de los RB al biorreactor iCELLis Nano, lo que resultó en un aumento significativo en la producción viral.

Ponente: Fernando Carmona MSc Upstream & Cell Culture Sales Specialist. Cytiva.

Empresa:



XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área I. COVID-19

IO01	ESTUDIO DE LA AFINIDAD DE IMIDAZO[1,2-A]PIRIDINAS SUSTITUIDAS HACIA DIANAS FARMACOLÓGICAS IMPLICADAS EN NEUMONÍA CAUSADA POR CORONAVIRUS. Autores: Vivanco Arredondo Guadalupe Abigail, Cristoper Emanuel Ramírez Sandoval Campos Aldrete María Elena.	113
IO02	DISEÑO DE UN ANTÍGENO CON EPÍTOPOS DE LAS VARIANTES DE PREOCUPACIÓN DE SARS-COV-2 PARA SU USO EN VACUNAS NASALES. Autores: Mónica Márquez, Daniel Guillén, Silvia Moreno-Mendieta, Romina Rodríguez-Sanoja.	114
IO03	EFFECTO DEL MÉTODO DE PRODUCCIÓN EN LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA RBD DE CORONAVIRUS DE VARIANTES DE PREOCUPACIÓN: IMPLICACIONES EN LA ESPECIFICIDAD Y SENSIBILIDAD DE LOS ENSAYOS SEROLÓGICOS. Autores: Michelle Gutiérrez, Daniel Barreto, Violeta Guadarrama, Vanesa Hernández, Alberto Porras, Laura Palomares y Octavio T. Ramírez.	115

ESTUDIO DE LA AFINIDAD DE IMIDAZO[1,2-A]PIRIDINAS SUSTITUIDAS HACIA DIANAS FARMACOLÓGICAS IMPLICADAS EN NEUMONÍA CAUSADA POR CORONAVIRUS

Vivanco Arredondo Guadalupe Abigail, M.en C. Cristoper Emanuel Ramirez Sandoval Campos Aldrete María Elena, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Manuel Carpio, Plutarco Elías Calles, Miguel Hidalgo, 11350, CDMX, abigailvivanco.a@gmail.com comesol22@gmail.com

Palabras clave: neumonía, covid-19, docking

Introducción. La enfermedad COVID-19, causada por coronavirus, provocó millones de muertes en todo el mundo. Las imidazopiridinas han demostrado actividad biológica como agentes antivirales, antitumorales e inhibidores enzimáticos (1). Actualmente el diseño de fármacos ofrece ventajas para disminuir el tiempo de investigación, hace posible identificar moléculas con propiedades de reconocimiento y mecanismo específico que los define como candidatos idóneos a ser principios activos como alternativas terapéuticas (2). A causa de la emergencia por la enfermedad COVID-19, es de gran importancia proponer alternativas para un tratamiento potencial y este proceso se puede acelerar mediante herramientas bioinformáticas como el acoplamiento molecular (docking).

Evaluar la afinidad de nueve compuestos de imidazopiridinas 2- y 3- sustituidas hacia dianas farmacológicas implicadas en la infección por SARS-CoV-2 mediante el uso de docking molecular.

Metodología. Se utilizaron cuatro proteínas implicadas en la infección por coronavirus (Spike, ECA2, TMPRSS2, TLR8) y se probaron nueve compuestos de imidazopiridina con variaciones estructurales (grupos hidroxilados, arilos e hidrazonas principalmente). Se emplearon fármacos de referencia para comparar los resultados y seleccionar las mejores variaciones estructurales. El ensayo se divide en dos partes, se realizaron 43 docking ciegos, probando las nueve imidazopiridinas con fármacos de referencia, se seleccionaron los ligandos con mejores valores de energía de unión y constante de inhibición. En la segunda parte se realizaron 19 docking dirigidos, utilizando las coordenadas de algún fármaco de referencia.

Resultados.

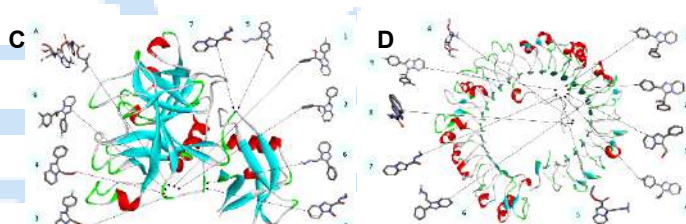
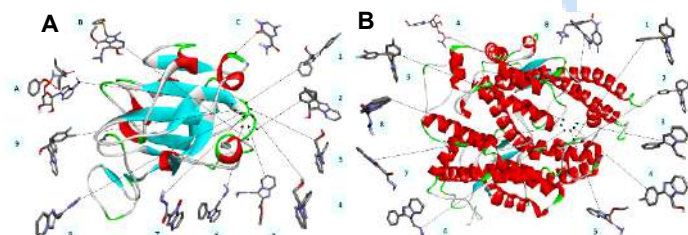


Fig. 1. Sitios de acoplamiento obtenidos de docking ciego de diferentes imidazopiridinas y fármacos de referencia en las proteínas A) Spike, B) ECA2, C) TMPRSS2, D) TLR8.

Tabla 1. Resultados de energía de unión y constante de inhibición obtenidos con docking dirigido para spike y TMPRSS2.

Proteína	Ligando	Energía de unión (kcal/mol)	Constante de inhibición (µM)
Spike	6	-6.27	25.25
	2	-6.27	25.35
	Remdesivir	-4.16	900.06
TMPRSS2	9	-6.07	35.41
	2	-5.85	51.08
	Remdesivir	-5.35	119.15

Conclusiones. Se observó una coincidencia de reconocimiento de los compuestos de imidazopiridina sometidos a estudio con remdesivir durante su acoplamiento con las proteínas Spike y TMPRSS2, con la ventaja de mostrar una mejor afinidad que remdesivir, lo que sugiere que podrían seguir el mismo mecanismo de acción como inhibidores de ARN polimerasa viral dependiente de ARN.

Agradecimiento. Se agradece el financiamiento al proyecto SIP 20220780

Bibliografía.

- Bhutia, Z. T., Das, D., Chatterjee, A., y Banerjee, M. (2019). ACS Omega, 4(3), 4481–4490.
- Phatak, S. S., Stephan, C. C., y Cavasotto, C. N. (2009). Expert Opinion on Drug Discovery, 4(9), 947–959.

Diseño de un antígeno con epítomos de las variantes de preocupación de SARS-CoV-2 para su uso en vacunas nasales

Mónica Márquez¹, Daniel Guillén¹, Silvia Moreno-Mendieta², Romina Rodríguez-Sanoja¹.

¹ Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México. ² CONACyT-IIBo-UNAM, CDMX, moniemrqr@gmail.com, romina@iibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: SARS-CoV-2, Spike, Covid-19.

Introducción. La pandemia ocasionada por el SARS-CoV-2 ha causado, hasta abril de 2023, 762.2M de casos y 6.89M de muertes en el mundo (1). Aún con el desarrollo, aprobación y aplicación de las vacunas, los casos de COVID-19 siguen reportándose. Dichas vacunas se han desarrollado en diferentes plataformas y utilizan como blanco principal a la proteína Spike del SARS-CoV-2. Las principales limitantes de las vacunas disponibles para generar una inmunidad esterilizante que detenga la dispersión de la enfermedad son: el surgimiento de nuevas variantes y la necesidad de generar anticuerpos neutralizantes en el sitio de la infección, es decir, en mucosas.

En este proyecto se propone el diseño de un sistema que contienda con las dos mayores limitantes de las vacunas actuales, para lo cual se diseñó antígeno artificial que incluye las principales mutaciones de las diferentes variantes de preocupación (VOC) de SARS-CoV2 descritas por la OMS. Esta secuencia será fusionada génicamente a un dominio de fijación al almidón, el cual permitirá la adsorción de la proteína recombinante a micropartículas de almidón, las cuales son la plataforma para la administración intranasal de los antígenos (2, 3, 4).

Metodología

1. Identificación de las mutaciones relevantes en las VOC y diseño de la secuencia Spike_{mut}.
2. Predicción de estructura tridimensional por AlphaFold Colab.
3. Predicción de epítomos lineales de Spike_{mut} en células B e inmunogenicidad en células T de Spike_{mut} y la secuencia *wild type* por IEDB Analysis Resource.

Resultados

La secuencia Spike_{mut} se diseñó con las mutaciones identificadas como importantes en las VOC (α, β, γ, δ y o) y se adicionaron a la secuencia *wild type* de la proteína Spike (YP_009724390.1) (Figura 1). Posteriormente se realizó la predicción de la estructura tridimensional de la proteína Spike_{mut}, y se validó la predicción cuando el valor de LDDT (prueba de diferencia de distancia local) fue >70 (5).

Se seleccionaron las 5 predicciones con mayor puntaje (>0.57) y se compararon con los reportados (6). Finalmente se predijo la inmunogenicidad de aquellos

encontrados para células T con puntaje >0.8 y rango percentil <0.06 (7) (Tabla 1).

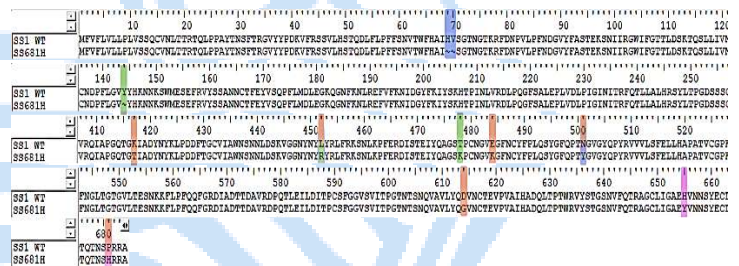


Figura 1. Alineamiento de S1 wt Spike_{mut} y la proteína S1 *wild-type* de SARS-CoV-2. Azul, aumento en la transmisión del virus, verde, escape de anticuerpos, naranja, aumento en la afinidad con ACE2, rosa, aumento en la replicación viral. Algunas características se comparten en la misma mutación.

Tabla 1. Predicción de epítomos e inmunogenicidad en células T.

Células T (MHC1)					
Secuencia	Alelo	Péptido	S	PR	I
WT	HLA-	YLQPRTFLL	0.971	0.02	0.130
Spike _{mut}	A*02:01	YLQPRTFLL	0.971	0.02	0.130
WT	HLA-	TSNQVAVLY	0.917	0.03	-0.01
Spike _{mut}	A*01:01	TSNQVAVLY	0.917	0.03	-0.01
WT	HLA-	TLDSKTQSL	0.914	0.03	-0.52
Spike _{mut}	A*02:01	TLDSKTQSL	0.914	0.03	-0.52
WT	HLA-	YLQPRTFLL	0.889	0.04	0.130
Spike _{mut}	A*02:06	YLQPRTFLL	0.889	0.04	0.130
WT	HLA-	WTAGAAAYY	0.813	0.06	0.152
Spike _{mut}	A*01:01	WTAGAAAYY	0.813	0.06	0.152

S: score, PR: rango percentil, I: inmunogenicidad

Conclusiones. La predicción de la estructura tridimensional de la proteína Spike_{mut} indica que las mutaciones no interfieren en el plegamiento de la proteína. La predicción de inmunogenicidad indica que en la secuencia diseñada se conservan la mayoría de los epítomos lineales de linfocitos B ya reportados sin afectar la inmunogenicidad respecto a la secuencia *wt*.

Agradecimiento. PAPIIT IN 216722. Conacyt A1-S-9849. MM es estudiante del Programa de Maestría en Ciencias Bioquímicas (UNAM) y goza de una beca del CONACyT.

Bibliografía.

1. WHO Coronavirus (COVID-19) <https://covid19.who.int/>
2. Moreno-Mendieta S, et al. (2017) *Vaccine* 35:5123-5130.
3. Guillén D, et al. (2014) *Carbohydr. Polym.* 112:210-215.
4. Moreno-Mendieta S, et al. (2014) *Int. J. Pharm.* 474:241-248.
5. Mariani, et al. (2013) *Bioinformatics.* 29:2722-2728.
6. Lim, et al. (2022) *Int. J. Mol. Sci.*, 23:4341
7. Callis, et al. (2013) *PLoS Comput Biol.* 9(10)

EFFECTO DEL MÉTODO DE PRODUCCIÓN EN LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA RBD DE CORONAVIRUS DE VARIANTES DE PREOCUPACIÓN: IMPLICACIONES EN LA ESPECIFICIDAD Y SENSIBILIDAD DE LOS ENSAYOS SEROLÓGICOS

Michelle Gutiérrez, Daniel Barreto, Violeta Guadarrama, Vanesa Hernández, Alberto Porras, Laura Palomares y Octavio T. Ramírez. Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, Instituto de Biotecnología UNAM, México Av. Universidad No. 2001, Cuernavaca, Mor. México C.P. 62210. michelle.gutierrez@ibt.unam.mx

Palabras clave: RBD, ensayo serológico, SARS-CoV-2

Introducción. La alta circulación y replicación del SARS-CoV-2 en la población humana ha generado variantes de preocupación. Para determinar la magnitud de la respuesta inmune generada frente a las diferentes variantes del coronavirus, es necesario desarrollar ensayos serológicos específicos y sensibles. En este estudio, determinamos si la especificidad y la sensibilidad de estos ensayos se ven afectados por varios factores, entre ellos las mutaciones en la secuencia del dominio de unión al receptor (RBD) de la proteína spike del SARS-CoV-2 de la variante original (Wuhan) y las variantes Alfa y Delta. El efecto de las características de cada RBD sobre la determinación de IgG en muestras de suero de personas vacunadas o previamente infectadas por SARS-CoV-2 fueron determinadas.

Metodología. Se generaron líneas celulares que expresan de manera estable las distintas variantes de la proteína RBD. Células CHO, transfectadas con el plásmido pMONO que codifica para cada variante, fueron seleccionadas con 10µg/mL de blasticidina. Las diferentes líneas celulares fueron crecidas en medio de cultivo CellVento (Merck) y en lote alimentado. Los cultivos fueron escalados desde matraces de 200mL hasta biorreactores de tanque agitado de 5, 10 y 50L, manteniendo condiciones de 5% CO2, 30% OD, 37°C y pH 7.2. Los sobrenadantes cosechados fueron concentrados y dializados por filtración de flujo tangencial (TFF) y purificados por afinidad en una resina IMAC (Fractogel Chelate Merck). La proteína purificada fue diafiltrada por TFF en PBS 1X y analizada para determinar pureza por SDS-PAGE, concentración por Bradford, potencia por ELISA y N-glicosilación por HILIC. Las placas de ELISA fueron sensibilizadas con las variantes de RBD en un ensayo adaptado y validado de un protocolo aprobado por agencias reguladoras internacionales (1).

Resultados. El perfil de glicosilación de la RBD Alfa cambió con la escala. Se observan diferencias en el contenido de manosa y ácido siálico entre las variantes, pero no afecta el reconocimiento por ELISA.

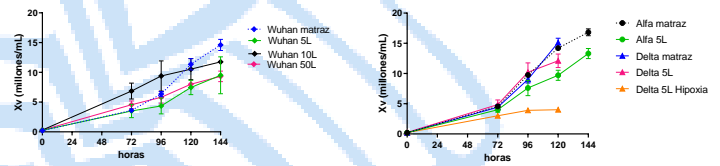


Fig. 1. Cinéticas de cultivo de las diferentes líneas CHO-RBD

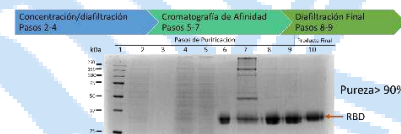


Fig. 2. Tren de purificación para las proteínas RBD

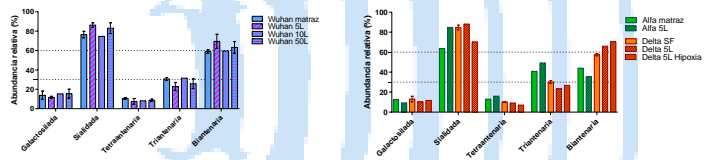


Fig. 3. Perfil de N-glicosilación de las proteínas RBD producidas

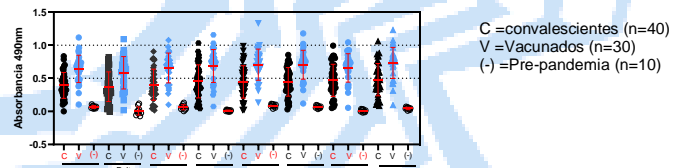


Fig. 4. ELISA indirecto utilizando las variantes de RBD como antígeno y suero de personas

Conclusiones. Resultados preliminares en la determinación de IgG no muestran diferencia entre variantes de RBD.

Agradecimientos. J.C. Rivera, A. Gómez, J. C. Arizmendi, L.G. de la Fuente, R. González, M. Contreras. Dr. J. Martínez-Barnette (INSP) por los sueros donados. Proyectos DGAPA: IV200820, IV200420 e IT200521.

Bibliografía.

1. Amanat F, Stadlbauer D, Strohmeier S, Nguyen THO, et al. (2020) Nat Med. 26(7):1033-6.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área II. Biotecnología enzimática y biocatálisis

IIO01	CONSIDERACIONES RELEVANTES EN LA PRODUCCIÓN DE CELULASAS EN ASPERGILLUS NIGER ITV-02. Autores: Sandra Trinidad del Moral Ventura, Yerarli Isabel Pérez Salazar, Alejandra Miranda Sosa, María Inés Infanzón Rodríguez, Daniel Arturo Zavala Ortiz, Javier Gómez Rodríguez, María Guadalupe Aguilar Uscanga.	117
IIO02	GLUCOSE OXIDASE VIRUS-BASED NANOREACTORS FOR SMART BREAST CANCER THERAP. Autores: Pedro Gama, Patricia Juárez, Ana G. Rodríguez-Hernández, Rafael Vazquez-Duhalt.	118
IIO03	ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE ENZIMAS OXIDATIVAS EN LA DEGRADACIÓN DE LIGNOCELULOSA: PERSPECTIVA SECRETÓMICA, Autores: Mónica Sánchez, Germán Gamboa, Rodrigo Guzmán, Rafael Roja.	119
IIO04.	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD PEPTIDIL-PROLIL ISOMERASA DE TRES PPIASAS RECOMBINANTES DE TRYPANOSOMA CRUZI, Autores: Pacindo-Cabral, E. E., Flores-Pucheta, C. I., Montes-Flores, O., Cárdenas-Guerra, R.E. Arroyo-Verástegui, R. Olin-Sandoval, M.V. Montes-Horcasitas, M. C., Ortega-López J.	120
IIO05.	DEGRADACIÓN DE ÁCIDO POLILÁCTICO POR CUTINASAS RECOMBINANTES DE ASPERGILLUS NIDULANS, Autores: Alvarado Martínez Eric, Castro Rafael y Farrés Amelia.	121
IIO06	DESARROLLO DE UN BIOSENSOR DE GLUCOSA PARA SU CUANTIFICACIÓN EN BAJAS CONCENTRACIONES PRESENTES EN SUDOR, Autores: Ariadna Y. Reséndiz J., Ricardo A. Escalona V. Janet Ledesma G.	122

CONSIDERACIONES RELEVANTES EN LA PRODUCCIÓN DE CELULASAS EN ASPERGILLUS NIGER ITV-02

Sandra Trinidad del Moral Ventura¹, Yerarli Isabel Pérez Salazar², Alejandra Miranda Sosa², María Inés Infanzón Rodríguez², Daniel Arturo Zavala Ortíz, Javier Gómez Rodríguez, María Guadalupe Aguilar Uscanga²

¹Investigador de México-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto Tecnológico de Veracruz/Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Miguel Ángel de Quevedo 2779. Veracruz, Veracruz, México CP 91897 (sandit.dmv@gmail.com, sandra.dv@veracruz.tecnm.mx).

²Instituto Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz/ Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Miguel Ángel de Quevedo 2779. Veracruz, Veracruz, México CP 91897 (maria.au@veracruz.tecnm.mx).

Palabras clave: homopolímeros, fuente de nitrógeno, Aspergillus

Introducción. Las celulasas son enzimas que hidrolizan los enlaces b(1-4) de la celulosa, en los últimos años estas enzimas han tomado importancia debido a su uso imprescindible en la generación de biocombustibles de segunda generación (2G), aquellos provenientes de residuos lignocelulósicos, como el bioetanol, biobutanol, biopropanol, entre otros. A nivel mundial la disponibilidad de las celulasas para uso industrial es limitada, ya que su venta se encuentra monopolizada por las empresas líderes productoras de enzimas. *Aspergillus niger* ITV-02 es una cepa con potencial en la producción de celulasas: b-glucosidasas, endoglucanasas y exoglucanasas. En el Instituto Tecnológico de Veracruz se diseñó y edificó una planta piloto de bioetanol de 1G y 2G. Dado el requerimiento imprescindible de celulasas para la producción de bioetanol 2G, el objetivo de este trabajo es incrementar la producción y expresión de celulasas en *A. niger* ITV-02 evaluando condiciones de cultivo, fuentes de carbono, fuentes de nitrógeno, aditivos y modelos de optimización.

Metodología. Se evaluó el sistema de propagación en la producción de celulasas: en esporas y pellets. Para evaluar el efecto de la fuente de carbono se emplearon distintas fuentes: carboximetil celulosa (CMC), celulosa de bagazo de sorgo, bagazo de caña, bagazo de sorgo (BS), olote de maíz, rastrojo de maíz (RM), paja de cebada y cascarilla de arroz. La optimización se efectuó considerando fuentes de nitrógeno: sulfato de nitrógeno, extracto de levadura y peptona, condiciones de cultivo: pH, temperatura y agitación y Tween 80 mediante un modelo Box-Benhken.

Resultados. Se encontró que la mejor forma de propagación para la generación de celulasas en *A. niger* ITV-02 es a través del uso de esporas como inoculante. En cuanto a la fuente de carbono, la CMC y la celulosa de bagazo que son homopolímeros fueron las fuentes de carbono con menor efecto en la actividad

celulasa, en cambio aquellos materiales con celulosa y hemicelulosa y una relación alta de celulosa/lignina como el RM y BS incrementaron la actividad 4 veces. Es decir para la expresión de celulasas se requiere de una alta concentración de celulosa, hemicelulosa y una baja concentración de lignina. Así mismo la optimización de las fuentes de nitrógeno mediante un modelo Box-Behnken indicaron que se requieren bajas concentraciones de fuentes orgánicas como el extracto de levadura, aunque se requieren fuentes inorgánicas como el sulfato de amonio y urea. En cuanto a las condiciones fisicoquímicas óptimas obtenidas para la producción de celulasas por *A. niger* ITV-02 usando un modelo Box Benkhen fueron: 33°C, pH 5.3 y 200 rpm incrementando la actividad FPAsa de 0.127 U/mL hasta 0.215 U/mL, 1.7 veces. Por otro lado, el empleo de surfactantes como el Tween 80, tiene un efecto positivo en la segregación de celulasas en *A. niger* ITV-02. Todas las condiciones evaluadas y optimizadas han incrementado la expresión de celulasas casi 20 veces hacia la producción de b-glucosidasa pasando de 0.51 U/mL a 10.8 U/mL.

Conclusiones. El empleo de esporas, de sustratos complejos con alto contenido de celulosa y hemicelulosa en conjunto un bajo contenido de lignina, además de fuentes de nitrógeno orgánicas e inorgánicas, con una agitación moderada además del empleo de surfactantes incrementó más de 20 veces la producción de celulasas en *A. niger* ITV-02, confirmando el potencial del microorganismo para la producción de celulasas para la generación de bioetanol 2G.

Agradecimiento. Al COVEICYDET por el proyecto 11111304.

Bibliografía. Infanzon-Rodriguez et al. (2020) <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00765-2>. Pérez-Salazar, Y. I., Peña-Montes, C., del Moral, S., & Aguilar-Uscanga, M. G. Cellulases production from *Aspergillus niger*-ITV-02 using corn lignocellulosic residues

GLUCOSE OXIDASE VIRUS-BASED NANOREACTORS FOR SMART BREAST CANCER THERAPY

Pedro Gama¹, Patricia Juárez², Ana G. Rodríguez-Hernández¹ and Rafael Vazquez-Duhalt^{1,1}
Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Km 107
Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja CA 22860, Mexico. 2 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. gama@ens.cnyn.unam.mx.

Palabras clave: Glucose Oxidase, Nanoreactors, Breast Cancer.

Introducción. Breast cancer is the most common malignant tumor disease and the leading cause of female mortality. The evolution of nanomaterials science opens the opportunity to improve traditional cancer therapies, enhancing therapy efficiency and reducing side effects. This work encapsulated glucose oxidase in VLPs from Brome Mosaic Virus (BMV). The catalytic properties of the resulted nanoreactors were analyzed, and their effect on tumor cell lines was determined. The potential of GOx-based enzymatic nanoreactors for targeted breast cancer therapy is discussed.

Metodología. Herein, protein cages conceived as enzymatic nanoreactors were designed and produced using virus-like nanoparticles (VLPs) and glucose oxidase enzyme (GOx). The GOx enzyme was encapsulated into the BMV capsid (VLP-GOx) by self-assembly method and the resulting enzymatic nanoreactors were coated with human serum albumin (VLP-GOx@HSA) for breast tumor cell targeting. We hypothesized that once the GOx catalytic activity arrives inside tumor media, it would generate hypoxia, starvation, oxidative stress, and kill the breast tumor cells. Therefore, the effect of the synthesized GOx nanoreactors on breast tumor cell lines was studied *in vitro*.

Resultados. Both nanoreactor preparations VLP-GOx and VLP-GOx@HSA showed to be highly cytotoxic for breast tumor cell cultures. Cytotoxicity for human embryonic kidney as healthy model was also found. The monitoring of nanoreactors treatment on triple negative breast cancer cells showed an evident production of oxygen by the catalase antioxidant enzyme induced by the high production of hydrogen peroxide from GOx activity.

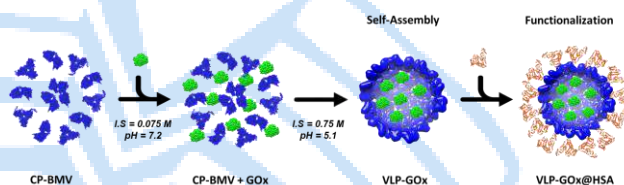


Fig. 1. Schematic representation of VLP GOx-nanoreactors self-assembly encapsulation and HSA functionalization.

Tabla 1. Se pueden insertar Tablas. El título va con letra Arial 8, centrado y arriba. De preferencia evitar el sombreado por renglón.

Preparation	Hydrodynamic diameter (nm)	V_{max} (U/g protein)	K_M (mM)
Free GOx	12.2 ±4.1	237,985	27.8
VLP-GOx	28.8 ±7.9	1,208	34.6
VLP-GOx@HSA	29.7 ±8.9	106	70.4

Conclusiones. The nanoreactors containing GOx activity are fully suitable for cytotoxicity generation in tumor cells. The HSA functionalization of the VLP-GOx nanoreactors could result in a prevailing strategy to improve selective cancer targeting. The GOx containing enzymatic nanoreactors seems to be an interesting alternative to improve the current cancer therapy. *In vivo* and clinical studies are envisaged to reinforce the effectiveness of this treatment strategy..

Bibliografía.

1. Azamjah, N., Soltan-Zadeh, Y., Zayeri, F. (2019). *Asian Pac J Cancer Prev*, 20(7), 2015–2020.
2. Fu, L. H., Qi, C., Lin, J., Huang, P. (2018). *Chem. Soc. Rev*, 47(17), 6454–6472.
3. Tagde, P., Najda, A., Nagpal, K., Kulkarni, G. T., Shah, M., Ullah, O., Balant, S. & Rahman, M. H. (2022). *IJMS*, 23(5), 2856.
4. Gama, P., Cadena-Nava, R. D., Juárez-Moreno, K., Pérez-Robles, J., Vazquez-Duhalt, R. (2021). *ChemMedChem*, 16, 1438.

ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE ENZIMAS OXIDATIVAS EN LA DEGRADACIÓN DE LIGNOCELULOSA: PERSPECTIVA SECRETÓMICA

Mónica Sánchez, Germán Gamboa, Rodrigo Guzmán, Rafael Rojas, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, 97203, monica.sanchez@correo.uady.mx.

Palabras clave: metasecretoma, enzimas oxidativas, lignocelulosa

Introducción. El consorcio PM06 es una comunidad microbiana obtenida del pericarpio de maíz nixtamalizado, con capacidad de degradar 86% de este residuo en 168 h. Estudios metagenómicos indican la presencia de los géneros *Paenibacillus*, *Aneurinibacillus*, *Bacillus*, *Microbacterium*, *Leifsonia* y *Nocardia*, principalmente. El análisis metatranscriptómico, indica la expresión de sistemas modulares enzimáticos que actúan sobre la superficie del residuo; sin embargo, hasta el momento se conoce poco acerca de los sistemas enzimáticos solubles secretados por los microorganismos. Este trabajo tiene como objetivo el análisis del metasecretoma del consorcio PM06 durante la degradación de pericarpio de maíz nixtamalizado.

Metodología. El consorcio PM06 fue crecido en un medio compuesto por 5 g/L de extracto de levadura y 40 g/L de pericarpio de maíz nixtamalizado. Durante la incubación (37 °C, 125 rpm) se analizaron los cambios en la composición del pericarpio, actividad de las enzimas involucradas en la degradación y las proteínas secretadas por proteómica cuantitativa sin etiquetas, en tiempos seleccionados.

Resultados. El análisis metasecretómico indica la abundancia de glicosilhidrolasas en etapas iniciales del proceso principalmente secretadas por *Bacillus* y *Paenibacillus*. El avance de la degradación resulta en un incremento de la recalcitrancia del sustrato y en un aumento en la abundancia de oxidorreductasas principalmente secretadas por el género *Microbacterium*. La carencia de actividad lacasa y peroxidase, así como la abundancia de enzimas que generan peróxido de hidrógeno, sugiere la participación de reacciones Fenton en la degradación.

Conclusiones. Durante la degradación, el consorcio PM06 secreta diversas oxidorreductasas involucradas en el metabolismo de azúcares y compuestos fenólicos y en la producción de peróxido de hidrógeno, un co-sustrato de diferentes enzimas y un reactivo para la generación de radicales libres que podrían participar en el proceso degradativo.

Tabla 1. Abundancia de dominios CAZy en el metasecretoma.

Género	Dominio CAZy	Abundancia másica (%)
4 h		
<i>Paenibacillus</i>	GH2	33.90
<i>Paenibacillus</i>	GH26	17.98
<i>Paenibacillus</i>	GH10	4.10
<i>Leifsonia</i>	AA7	2.33
<i>Bacillus</i>	GH13	2.24
<i>Bacillus</i>	AA10	1.71
<i>Bacillus</i>	GH3	1.65
<i>Bacillus</i>	GH1	1.36
<i>Microbacterium</i>	CBM51	1.16
<i>Bacillus</i>	GH3	1.07
<i>Microbacterium</i>	GH13	1.05
<i>Nocardia</i>	AA4	1.01
96 h		
<i>Bacillus</i>	GH3	12.98
<i>Bacillus</i>	GH1	7.25
<i>Bacillus</i>	CBM12	6.28
<i>Nocardia</i>	CBM51	3.56
<i>Microbacterium</i>	CBM2	2.78
<i>Microbacterium</i>	AA4	1.81
<i>Paenibacillus</i>	GH3	1.61
<i>Leifsonia</i>	GH1	1.01
168 h		
<i>Microbacterium</i>	AA4	28.68
<i>Nocardia</i>	GH2	5.71
<i>Bacillus</i>	GH3	5.09
<i>Microbacterium</i>	CBM2	3.09
<i>Microbacterium</i>	AA15	2.52
<i>Nocardia</i>	CBM23	2.40
<i>Paenibacillus</i>	GH9	2.25
<i>Paenibacillus</i>	GH2	1.44
<i>Microbacterium</i>	GH13	1.29
<i>Microbacterium</i>	GH16	1.23

Agradecimiento. Se agradece el apoyo de becas doctorales CONACyT y del proyecto CB 242952

Bibliografía.

- Serrano-Gamboa JG, Rojas-Herrera RA, González-Burgos A, Folch-Mallol JL, Jiménez D, Sánchez-González MN. (2019) *AMB express*. 9:85.
- Serrano-Gamboa JG, Fócil-Espinosa CA, Cabello-Yeves PJ, Coutinho FH, Rojas-Herrera RA, Sánchez-González MN. (2022). *Microbiol. Spectr.* 10(1) e 02318-21.
- Guzmán-Pedraza R, Medina Peralta S, Rojas-Herrera RA, Sánchez-González MN. (2023). *Biocatal Agric Biotechnol.* 48:102634

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD PEPTIDIL-PROLIL ISOMERASA DE TRES PPIASAS RECOMBINANTES DE *Trypanosoma cruzi*.

Pacindo-Cabral, E. E., Flores-Pucheta, C. I., Montes-Flores, O., Cárdenas-Guerra, R.E. Arroyo-Verástegui, R. Olin-Sandoval, M.V. Montes-Horcasitas, M. C., Ortega-López J. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería. Ciudad de México, 07360. esdras.pacindo@cinvestav.mx

Palabras clave: Peptidil-Prolil Isomerasas, Proteínas recombinantes, Trypanosoma cruzi.

Introducción. La enfermedad de Chagas es causada por *Trypanosoma cruzi* y está catalogada como una enfermedad desatendida. En la búsqueda de alternativas para el tratamiento de esta enfermedad actualmente se desarrolla una vacuna terapéutica basada en los antígenos recombinantes TSA-1 y Tc24^[1,2]. Ambos antígenos se expresan con altos rendimientos en *Escherichia coli*. Sin embargo, TSA-1 contiene en su secuencia varias cisteínas y prolinas que posiblemente afecten la cinética de plegamiento lo que ocasiona que esta proteína solo se exprese como agregados mal plegados^[3,4]. Para mejorar su plegamiento, se propone el uso de PPIasas propias del parásito, las cuales catalizan la isomerización entre las formas cis/trans de los enlaces peptídicos que proceden a la prolina^[5].

El objetivo de este trabajo es expresar, purificar y determinar la actividad PPIasa recombinantes de TcCyP19, TcCyP22 y TcCySEC fusionadas al CBM2 para su posterior uso en el replegamiento cromatográfico de TSA-1.

Metodología. Se subclonaron los ORF que codifican para las PPIasas recombinantes de *T. cruzi* (TcCyP19, TcCyP22 y TcCySEC) en el vector de expresión pET-38b(+), se transformaron en *E. coli* BL21 (DE3) para su expresión. Las proteínas recombinantes se purificaron por cromatografía de afinidad a níquel y finalmente se determinó su actividad de PPIasa mediante el ensayo de la RNasa T1.

Resultados. Las tres PPIasas se expresaron en 500mL de medio 2TY, luego se recuperó la biomasa para su purificación por cromatografía de afinidad y posteriormente la determinación de su actividad enzimática tanto de las proteínas con y sin el CBM2. En la figura 1 se muestra el análisis SDS-PAGE de la expresión y purificación de la TcCySEC-CBM2 a partir de la fracción soluble. En el carril 5 se muestra una banda correspondiente a TcCySEC-CBM2 purificada a la que se le determinó la actividad PPIasa mediante el ensayo de la RNasa T1.

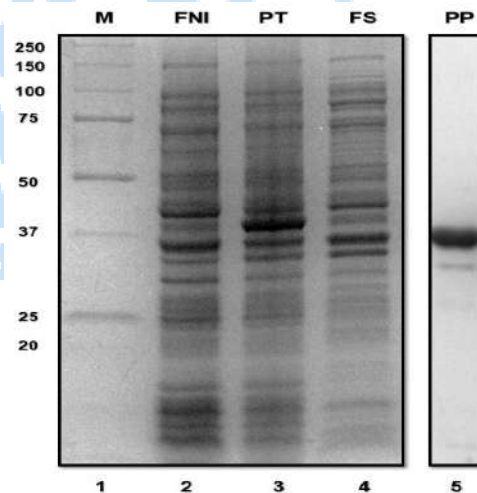


Fig. 1. Análisis electroforético SDS-PAGE de la expresión y purificación de TcCySEC-CBM2. Marcador de PM (carril 1); Fracción No Inducida (carril 2); Proteína Total (carril 3); Fracción Soluble (carril 4); Proteína Purificada (carril 5).

Conclusiones. Las PPIasas recombinantes TcCyP19, TcCyP22 y TcCySEC fusionadas al CBM2 se purificaron y su actividad Peptidil-Prolil-Isomerasa fue aparentemente menor que la de sus homólogos sin el CBM2, pero adecuada para su uso en el replegamiento cromatográfico de TSA-1.

Agradecimiento. CINVESTAV-IPN (FIDSC2018/268) CONACYT (269657,A1-S34224), beca CONACYT para estudio de maestría (No. 1144009).

Bibliografía.

- de la Cruz, J. J., Villanueva-Lizama, L., Dzul-Huchim, V., Ramírez-Sierra, M. J., Martínez-Vega, P., Rosado-Vallado, M., ... & Dumonteil, E. (2019). Human vaccines & immunotherapeutics, 15(1), 210-219.
- Dumonteil, E., Herrera, C., Tu, W., Goff, K., Fahlberg, M., Haupt, E., Kaur, A., Marx, P. A., Ortega-Lopez, J., Hotez, P. J., & Bottazzi, M. E. (2020). Vaccine, 38(29), 4584-4591.
- Dingermann, T. (2008). Biotechnology Journal: Healthcare Nutrition Technology, 3(1), 90-97.
- Villanueva-Lizama, L. E., et al., (2018). PLoS neglected tropical diseases, 12(1), e0006240.
- Lin, W., Bonin, M., Boden, A., Wieduwild, R., Murawala, P., Wermke, M., ... & Zhang, Y. (2019). Communications Biology, 2(1), 58.

DEGRADACIÓN DE ÁCIDO POLILÁCTICO POR CUTINASAS RECOMBINANTES DE *ASPERGILLUS NIDULANS*

Alvarado Martínez Eric, Castro Rafael y Farrés Amelia. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Alimentos y Biotecnología, Avenida Universidad, 3000, CDMX, 04510. farres@ unam.mx

Palabras clave: Cutinasas, ácido poliláctico, degradación, ácido láctico.

Introducción. Los polímeros biodegradables, entre ellos el ácido poliláctico (PLA), han tomado relevancia como una ya que se biodegradan en un periodo menor al de los polímeros sintéticos. El grupo de trabajo demostró la degradación de ácido poliláctico por 3 cutinasas recombinantes de *A. nidulans* (1). Los mejores resultados se obtuvieron con la enzima ANCUT1 (2) En el presente trabajo se presentan los resultados de la modificación de condiciones de reacción para mejorar la degradación de PLA, comprobándose con las observaciones en cambios morfológicos y de cristalinidad del polímero, así como la aplicación de estas condiciones para la degradación de empaques comerciales..

Metodología. Se realizó la expresión de cutinasas recombinantes de *Aspergillus nidulans* en *Pichia pastoris* (Easysselect, Invitrogen). Se procedió a hacer pruebas de degradación en ácido poliláctico en dos presentaciones (lámina y molido-tamizado) usando las enzimas y la proteinasa K. Otras variables fueron temperatura de reacción, pH, proporción enzima sustrato. El ácido láctico liberado se cuantificó mediante un kit colorimétrico (Lactate assay kit, Sigma-Aldrich). para la selección de la mejor enzima, optimizarla y evaluar el cambio morfológico del polímero por SEM y el cambio de cristalinidad por XRD.

Resultados.

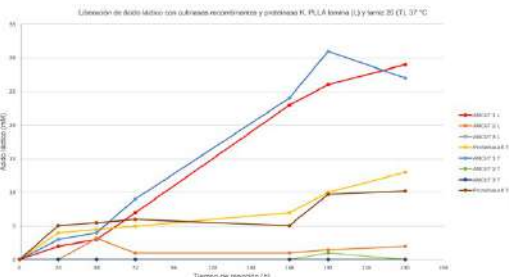


Fig. 1. Concentración de ácido láctico liberado por la degradación de PLA (lámina y tamiz 20) por cutinasas y proteinasa K (1%). Los resultados muestran que la cutinasa recombinante ANCUT1 libera una cantidad mayor de ácido láctico por la degradación de PLA independientemente de la presentación del polímero.

Tabla 1. Condiciones de hidrólisis de PLLA con la enzima ANCUT 1 tras proceso de optimización.

Tamaño de partícula	[] de la enzima	Temperatura	pH del Buffer
#40	3%	40 °C	9

Con esas condiciones se llevó a cabo la evaluación de los cambios morfológicos y de cristalinidad en PLA.

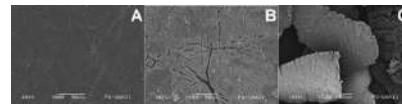


Fig. 2. Morfología de PLA sin tratamiento enzimático (X500) (A). PLA tratado con A1 (X500) (B). PLA tratado con A1 (X100) (C).

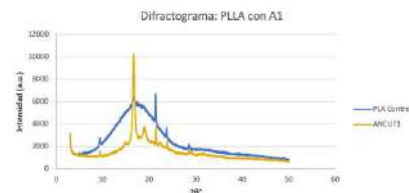


Fig. 3. Difractograma de PLA sin tratamiento enzimático (PLA control) y PLA tratado con A2 después de 7 días.

Las condiciones de reacción determinadas fueron empleadas para evaluar la degradación de empaques comerciales formados por PLA, con resultados similares a los obtenidos por el material de referencia.

Conclusiones. La modificación de condiciones de reacción permitió la mejor hidrólisis de PLLA con la enzima A1.. La degradación provocó cambios en la morfología y en la cristalinidad del polímero. Las condiciones seleccionadas lograron la degradación de empaques comerciales.

Agradecimiento. Becas CONACYT EA, RC. PAIP 5000-9095 FQ UNAM, PAPIIT IN 2019921, PAEP

Bibliografía.

- Llanos-Reyes A. C., (2018). Aplicación de las cutinasas recombinantes A3 y A4 provenientes de *Aspergillus nidulans* en la degradación de poliésteres, Tesis de maestría, Facultad de Química, México, Ciudad de México.
- Alvarado, E. y Farrés, A. (2021). Congreso SMBB.

Desarrollo de un biosensor de glucosa para su cuantificación en bajas concentraciones presentes en sudor

Ariadna Y. Reséndiz J., Ricardo A. Escalona V. Janet Ledesma G, División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Querétaro Cp. 76010, ariresendiz2@gmail.com

Palabras clave: Biosensor, glucosa, dérmico

Introducción. La búsqueda de métodos de identificación y medición de niveles de glucosa es un área de investigación en constante evolución debido a su prevalencia como una de las enfermedades metabólicas más comunes a nivel mundial, especialmente en México [1]. El desarrollo de dispositivos innovadores y no invasivos para el diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad sería muy beneficioso.

Este proyecto en particular tiene como objetivo desarrollar un biosensor no invasivo de glucosa, que sea altamente sensible y tenga un rango de cuantificación en sudor, así como un circuito electrónico que funcione como transductor el cual se calibrará con pruebas electroquímicas estandarizadas en condiciones controladas de reacción y sudor real, el cual será controlado mediante una aplicación de teléfono inteligente.

Metodología. Se inmovilizó la enzima glucosa oxidasa junto con nanotubos de carbono en proporciones 1:1 [2]. Se realizaron pruebas electroquímicas (voltamperometría cíclica, amperometría y cronoamperometría) con electrodos de Ag/AgCl como referencia y carbono como contra electrodo. Se realizó un diseño electrónico configurado como un potencióstato que funciona como transductor [3]. Se desarrolló una aplicación para teléfono inteligente la cual se conecta con el transductor mediante bluetooth [4]

Resultados. Se construyó una celda electroquímica. Se realizaron pruebas electroquímicas (voltamperometría cíclica, amperometrías y cronoamperometrías, Fig. 1) para observar la respuesta del sensor en un pH neutro (7.5) y pH de 5.6 el cual es aproximadamente al que se encuentra el sudor [5], Se realizó una optimización del método y se obtuvo la curva de calibración.

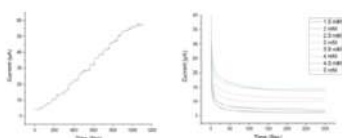


Fig. 1. A) Amperometría a 360 μ A con adiciones de glucosa (0.25mM) en agitación. B) Amperometría estática a 360 μ A con adiciones de glucosa (0.5mM)

Se programó un módulo ESP32 para realizar las pruebas electroquímicas, coteja el valor obtenido en la curva de calibración para saber el valor de glucosa que se tiene en la muestra. Se construyó un circuito electrónico que funciona como transductor. Se desarrolló una aplicación que se conecta mediante bluetooth al sistema electrónico y en la cual se puede ejecutar la medición y visualizar el valor de glucosa que se tiene en la muestra.

Conclusiones. Se realizó la optimización del biosensor de glucosa en la celda electroquímica, para su posterior implementación en electrodos flexibles y su evaluación en sudor. Por otro lado, se desarrolló un sistema electrónico con el cual se ejecuta la transducción de la señal obtenida el cual se conecta por medio de BT a una aplicación la cual proporciona al usuario el nivel de glucosa que tiene en sudor al momento de la medición.

Agradecimiento. Agradecemos al laboratorio Nacional de Micro y Nanofluidica sede UAQ, A la Universidad Autónoma de Querétaro, A la Universidad Autónoma de Zacatecas y al proyecto fronteras de la ciencia 845132 por el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

Bibliografía.

1. Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020-2021. Resumen ejecutivo de resultados. Secretaría de Salud, México-
2. Osorio, D. V. E. (2020). Desarrollo de un biosensor nanofluidoico para la detección de metabolitos en sudor.
3. Cassanelli, G., Del Vecchio, A., Di Carlo, A., & Palazzo, G. (2020). An ESP32-based, open-source potentiostat for in vitro electrochemical biosensing. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 312, 127966.
4. Mijeno, C. G., Cruz, D., Mariel, E. D., Monzón, M. E., & Villa, E. (2020). Low-cost, non-invasive and real-time blood glucose monitoring system using a personalized nutrition plan for diabetes patients. *Sensors*, 20(20), 5993
5. Jiang, B., Li, B., & Gao, X. (2016). Noninvasive biochemical monitoring of physiological glucose levels. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 10(1), 6-13.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina

III001	CULTIVO IN VITRO DEL HONGO ECTOMICORRÍCIDO LACCARIA TRICHODERMOPHORA Y SU EFECTO SOBRE LA INFECTIVIDAD. Autores: Alberto Campos-López, Norma A. Valdez-Cruz, Roberto Garibay-Origel, Mauricio A. Trujillo Roldán	125
III002	EFECTO ANTIFÚNGICO DE EXTRACTOS DE SEMILLA Y EPICARPIO DE AGUACATE (PERSEA AMERICANA) CV. 'HASS' SOBRE COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES. Autores: Adriana Elizabeth Ibarra-Buenavista, Miguel David Dufoo-Hurtado, Dalia Vázquez-Celestino, Edmundo Mateo Mercado-Silva, Lourdes Soto-Muñoz, Ma. Estela Vázquez-Barrios.	126
III004	PRODUCCIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE ENCAPSULADO A PARTIR DE BACILLUS MOJAVENSIS AISLADO DE SARGAZO DEL CARIBE MEXICANO. Autores: César A. Gutiérrez, Karina G. Maldonado, Iván R. Quevedo, Lorena Pedraz.	127
III005	INGENIERÍA DE LA MICROBIOTA DEL CAMARÓN PARA ENRIQUECER BACTERIAS BENÉFICAS. Autores: Juan P. Ochoa-Romo, Fernanda Cornejo-Granados, Alonso López-Zavala, María T. Viana, Filiberto Sánchez, Luigui Gallardo-Becerra, Mirna Luque-Villegas, Yesenia Valdez-López, Rogerio Sotelo-Mundo, Andrés Cota-Huizar, Agustín López-Munguía, Adrián Ochoa-Leyva.	128
III006	PERSPECTIVA DEL HOLOBIONTE: IMPACTO DE LA GENÉTICA EN LA MICROBIOTA DEL CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO (L. VANNAMEI). Autores: Fernanda Cornejo-Granados, Luigui Gallardo-Becerra, Sandra Romero-Hidalgo, Alonso López Zavala, Rogerio Sotelo-Mundo, Andrés Cota-Huizar, Adrián Ochoa-Leyva.	129
III007	IDENTIFICACION MOLECULAR DE HONGOS ENDÓFITOS AISLADOS DE TEOCINTLE (ZEA SPP.) (POALES:POACEAE) PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE LOS CULTIVOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN. Autores: Alexia Banda-Gutiérrez, María Julissa Ek-Ramos.	130
III008	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL BIOCNTROLADOR 2 CEPAS DEL HONGO BEAUVERIA BASSIANA CONTRA EL INSECTO PLAGA SCYPHOPHORUS ACUPUNCTATUS. Autores: Frida Escamilla Barragán, Soley Berenice Nava Galicia, Martha Dolores Bibbins Martínez.	131

	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DIGESTIVA PANCREÁTICA DE JUVENILES DE ACÚMARA ALGANSEA LACUSTRIS ALIMENTADOS CON DIFERENTE CONCENTRACION DE PROTEINA DIETARIA. Autores: Itzia Nallely Ortiz Guzmán, V. Sofía Villa, Y. Analuisa Segura Sánchez, J. Antonio Tello Ballinas, E. Mayra Toledo Cuevas.	132
III009	RESPUESTA TRANSCRIPCIONAL DE RAÍCES DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) A LA INFECCIÓN CON <i>Fusarium verticillioides</i> . Autores: Itzel G. López Soto, Paúl A. Báez-Astorga, Cynthia G. Soto-Cardinault, Melina López-Meyer, Francisco R. Quiroz-Figueroa, Ignacio E. Maldonado Mendoza, Abraham Cruz Mendivil.	133
III010	INDUCCIÓN DE RAÍCES TRANSFORMADAS EN KALANCHOE LAETIVIRENS CON LA CEPA A4 DE AGROBACTERIUM RHIZOGENES. Autores: Araceli Urquiza-López, Alexandre Toshirrico Cardoso-Taketa, Crescencio Bazaldúa, María Luisa Villarreal.	134
III011	ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DE RAÍCES DE MAÍZ INOCULADAS CON LA RIZOBACTERIA BACILLUS CEREUS CEPA B25. Autores: Juan L. Figueroa-Castro, Paúl A. Báez-Astorga, Alejandro M. Figueroa-López, Carlos L. Calderón-Vázquez, Melina López-Meyer, Ignacio E. Maldonado-Mendoza, Abraham Cruz Mendivil.	135
III012		

CULTIVO *IN VITRO* DEL HONGO ECTOMICORRÍICO *LACCARIA TRICHODERMOPHORA* Y SU EFECTO SOBRE LA INFECTIVIDAD

Alberto Campos-López¹, Norma A. Valdez-Cruz¹, Roberto Garibay-Origel², Mauricio A. Trujillo-Roldán¹. Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 70228, 04510 CDMX, México. Laboratorio de Sistemática y Ecología de Micorrizas, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 70614, 04510 CDMX, México.

camposal@outlook.com, maurotru@gmail.com

Palabras clave: *Ectomicorriza, in vitro, biofertilizante.*

Introducción. Los hongos ectomicorrícicos (HEM) han ganado relevancia como biofertilizantes, ayudan en la adquisición y transporte de nutrientes a sus hospederos, principalmente nitrógeno (N), que puede ser transferido en forma de amonio y/o glutamato (1). Para producir inóculo vegetativo de HEM en cultivo líquido, la relación carbono:nitrógeno (C:N) del medio de cultivo es relevante (2). Se ha reportado que muchos HEM son sensibles al incremento en la concentración de N, condición que afecta negativamente la producción de esporas, micelio extrarradical y niveles de colonización de raíces (3). Por ello, en este proyecto evaluamos el efecto del cultivo *in vitro* del HEM *Laccaria trichodermophora* CA15-F10, sometido a diferentes relaciones C:N, sobre su infectividad.

Metodología. Se realizó el cultivo *in vitro* del HEM siguiendo la metodología de Ángeles-Argáiz (4). Se propusieron 4 tratamientos, BAF-M (medio de cultivo BAF modificado con relación C:N 24:1, 20:1, 16:1 y 12:1) utilizando urea como fuente de N y medio BAF convencional como control (BAF-C, C:N 16:1). A 15 días de cultivo el micelio se inoculó en plantas de *Pinus montezumae* para determinar el porcentaje de colonización radical a 6 meses y se evaluó el sobrenadante en busca de metabolitos involucrados en el transporte de N a la planta hospedera (amonio y/o glutamato).

Resultados. Durante las cinéticas realizadas el tratamiento BAF-M C:N 16:1 y 24:1 presentaron los valores más altos de amonio en sobrenadante a 15 días de cultivo 0.056 ± 0.001 g/L y 0.039 ± 0.011 g/L, respectivamente ($p < 0.05$) (Fig. 1), mientras que en el tratamiento control no fue posible detectar la producción de este metabolito. Por otro lado, en ninguno de los tratamientos se detectó producción de glutamato en el sobrenadante. A 6 meses de inoculación, el mayor porcentaje de colonización se observó en el tratamiento BAF-M C:N 16:1 ($12.60 \pm 4.59\%$) ($p < 0.05$). Mientras que, los porcentajes de colonización más bajos se

observaron en el tratamiento BAF-M C:N 24:1 ($4.92 \pm 4.94\%$) ($p < 0.05$) (Fig. 1).

Conclusiones. La principal molécula de transporte de N producida por el HEM (en estas condiciones de cultivo) es amonio (5). El porcentaje de colonización micorrízico se vio afectado negativamente en el micelio cultivado *in vitro* bajo relaciones C:N superiores e inferiores a 16:1 (3). Es posible que el micelio de HEM cultivado en estas relaciones C:N ajuste su metabolismo, demandando más fotosintatos de su hospedero (sacarosa) o transportando menos amonio a éste, provocando bajos porcentajes de colonización radical.

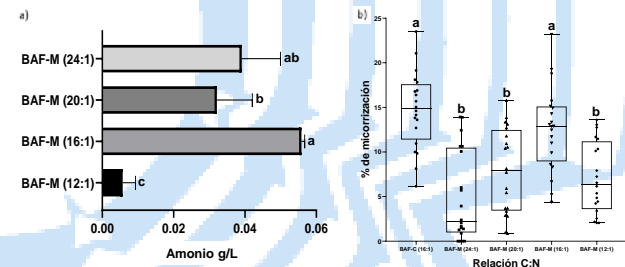


Fig.1.- a) Producción de amonio por parte del HEM *L. trichodermophora* a 15 días de cultivo en medio BAF-M con diferentes relaciones C:N. b) Porcentaje de colonización micorrízico a 6 meses de inoculación en plántulas de *P. montezumae*.

Agradecimiento. Posgrado en Ciencias Bioquímicas, UNAM y CONACYT, por el otorgamiento de becas de doctorado (CVU. No. 553999). DGAPA-UNAM proyectos IV201220, IN211422. Programa Institucional del Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM: “La producción de biomoléculas de interés biomédico en bacterias y hongos”.

Bibliografía. 1.- Rossi M, J; Furigo Jr. A y Oliveira V L. 2007. Food Technol. Biotechnol. 45 (3): 277-286. 2.- Fazenda M L; Seviour R; McNeil B y Harvey L M. 2008. Adv. Appl. Microbiol. 63: 33-103. 3.- Stuart E K y Plett K L. 2020. Front. Plant Sci. 10: 1658. 4.- Ángeles-Argáiz R E; Carmona-Reyes I A et al. 2020. Fungal Biotechnology. 124 (3-4): 205-218. 5.- Ruytinx J, Miyauchi S, Hartmann-Wittulsky S, et al. 2021. Microorganisms. 9: 2612.

EFFECTO ANTIFÚNGICO DE EXTRACTOS DE SEMILLA Y EPICARPIO DE AGUACATE (*Persea americana*) CV. 'HASS' SOBRE *Colletotrichum gloeosporioides*

Adriana Elizabeth Ibarra-Buenavista¹, Miguel David Dufoo-Hurtado¹, Dalia Vázquez-Celestino¹, Edmundo Mateo Mercado-Silva², Lourdes Soto-Muñoz², Ma. Estela Vázquez-Barrios². ¹Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial. Universidad Politécnica de Guanajuato. Cortázar, Gto. C. P. 38496. ²Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, Qro. C. P. 76010. mdufoo@upgto.edu.mx

Palabras clave: aguacate, antifúngico, descompresión instantánea controlada

Introducción. *Colletotrichum gloeosporioides* es el hongo fitopatógeno causante de la antracnosis en frutos de aguacate y puede llegar a mermar la producción y calidad de éstos hasta en un 30%. Se ha demostrado que los tratamientos con extractos de fuentes vegetales, como la cáscara y semilla de aguacate contribuyen al control de hongos fitopatógenos, debido a que son una fuente importante de compuestos bioactivos. La técnica de descompresión instantánea controlada (DIC) es una tecnología que promete maximizar la obtención y concentración de compuestos bioactivos de fuentes vegetales mediante un pretratamiento termo-mecánico de tipo HTST (High Temperature Short Time) combinado con una descompresión instantánea a vacío.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial antifúngico *in vitro* de extractos fenólicos de cáscara (C), semilla sin tratar (SNT) y pretratada con DIC de aguacate cv. 'Hass' sobre *C. gloeosporioides*.

Metodología. Se utilizaron dos condiciones de pretratamiento con DIC: el primero (PT1) consistió en someter a las semillas a 5 bar de presión durante 30 s a 49 °C; el segundo (PT2) consistió en 6 bar, 40 s a 74 °C. Se realizaron extractos metanólicos para la determinación de fenoles totales (CFT), flavonoides (FT), así como para la detección de los compuestos fenólicos por HPLC. La capacidad antioxidante (CA) fue determinada por las técnicas DPPH y ABTS (1). Se determinó la capacidad inhibitoria de los extractos *in vitro* sobre *C. gloeosporioides* mediante la prueba de halos de inhibición (2), porcentaje de germinación (3) y efectividad inhibitoria por contacto directo (4).

Resultados. En la Tabla 1 se puede apreciar que la aplicación de la tecnología DIC incrementó el CFT (expresados como mg equivalentes de ácido gálico/100 g de materia seca) y de FT (expresados como mg equivalentes de catequina/100 g de materia seca), así mismo los valores de la CA se triplicaron (expresados como mg equivalentes de trólox/100 g de materia seca). Se logró una inhibición en el crecimiento

in vitro de *C. gloeosporioides* usando extractos de semilla de aguacate (SNT) con una concentración mínima fungicida (CMF) de 5 mg EAG/mL. Los extractos de semilla pretratada (PT1 y PT2) mostraron mayor efecto inhibitorio en la germinación de conidios y mostraron una CMF de 50 mg EAG/mL, mostrando el potencial del uso de los extractos de semilla pretratada con DIC en el control de *C. gloeosporioides*. Los extractos de cáscara no mostraron efecto inhibitorio eficaz. Se identificó mediante HPLC la presencia de catequina, ácido clorogénico y epicatequina, los cuales se encontraron con mayor concentración en los extractos de semilla pretratada con DIC (PT2).

Tabla 1. Contenido de CFT, FT y CA de los extractos de cáscara y semilla de aguacate obtenidos por diferentes condiciones de tratamiento DIC y extractos de semillas no tratadas.

Tratamiento	CFT (mg EAG/100 g de MS)	FT (mg EC/100 g de MS)	ABTS (µmol ET/100 g de MS)	DPPH (µmol ET/100 g de MS)
C	2247.0 ^b	665.1 ^b	258.1 ^{bc}	263.1 ^{ab}
SNT	970.5 ^c	106.3 ^c	151.8 ^c	100.3 ^c
PT1	5145.0 ^a	837.6 ^b	360.86 ^b	165.52 ^{bc}
PT2	5128.0 ^a	1363.4 ^a	521.6 ^a	363.1 ^a

Letras diferentes en la misma columna indica diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Conclusiones. El uso de la tecnología DIC incrementa la extracción de compuestos bioactivos de semilla de aguacate y presenta mayores efectos fungicidas de los extractos obtenidos contra *C. gloeosporioides*.

Agradecimiento. Esta investigación fue financiada gracias al proyecto: SAGARPA DF1600000645. A. E. I. B. agradece a la UPG por la beca otorgada.

Bibliografía.

- Corral R. D., Yahia, E. M., Carrillo A., González, G. (2010). *Acta Hortic.* Vol (877): 1267-1274.
- Melgar, B., Dias, M. I., Ciric, A., Sokovic, M., Garcia-Castello, E. M., Rodriguez-Lopez, A. D., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R. (2018). *Ind. Crops Prod.* Vol (111): 212-218.
- Rana, B. K., Singh, U. P., Taneja, V. (1997). *J. Ethnopharmacol.* Vol (57): 29-34.
- Gomes-Correa, R. C., de Souza, A. H. P., Calhella, R. C., Barros, L., Glamoclija, J., Sokovic, M., Peralta, R. M., Bracht, A., Ferreira, I. C. F. R. (2015). *Food Funct.* Vol (6): 2155-2164.

PRODUCCIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE ENCAPSULADO A PARTIR DE *BACILLUS MOJAVENSIS* AISLADO DE SARGAZO DEL CARIBE MEXICANO

César A. Gutiérrez, Karina G. Maldonado, Iván R. Quevedo, Lorena Pedraza, Universidad Iberoamericana A. C. (Departamento de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos), Ciudad de México, C.P. 01219, cesarmciq@gmail.com

Palabras clave: biofertilizantes, secado por aspersión, Bacillus mojavensis,

Introducción. Hoy en día, el sector agrícola enfrenta desafíos importantes para satisfacer la demanda mundial de alimentos, fibras y combustibles; al mismo tiempo que se pretende establecer una agenda de gestión sostenible.(1) La estrategia principal para aumentar el rendimiento de los cultivos se ha centrado principalmente en el uso intensivo de agroquímicos.(2) Desafortunadamente, el uso indiscriminado de estos compuestos ha provocado el deterioro del suelo, la contaminación de los ecosistemas, efectos negativos en la salud pública, entre otros.(3) Una alternativa prometedora para lograr una agricultura sostenible es el uso de biofertilizantes a partir de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR). No obstante, los efectos benéficos de las PGPR se ven comprometidos al no tener una protección adecuada que pueda mantener la biodisponibilidad por tiempos prolongados. Por lo anterior, el objetivo del trabajo es obtener un biofertilizante encapsulado para garantizar su biodisponibilidad para aplicaciones potenciales en la agricultura.

Metodología. Un cultivo de *B. mojavensis* (24 horas) se centrifugó a 4000 rpm por 10 min. El pellet se agregó a una dispersión de quitosano 1 % p/v. El secado por aspersión se realizó en un secador piloto MM-PSR (GEA-NIRO) a 140 °C. Las cápsulas se almacenaron a temperatura ambiente y refrigeración (~8 °C). Para la viabilidad las capsulas se resuspendieron en buffer salino y se sembraron en placas de medio YPD, se incubaron a 30 °C y se contabilizaron las UFC. Además, se midió el tamaño de partícula en un equipo Masterziser 2000 (MalvernPanalytical) y se hizo microscopía electrónica de barrido (SU3500, Hitachi).

Resultados. Las capsulas del biofertilizante tienen un tamaño de partícula promedio de 3.704 µm (Fig 1), son de forma esférica y presentan una superficie rugosa como puede verse en las micrográficas (Fig 1). La viabilidad de las cápsulas fue mayor al 80 % para ambas condiciones de almacenamiento (Tabla 1), por lo que el recubrimiento de quitosano presenta cualidades idóneas para proteger a la PGPR.

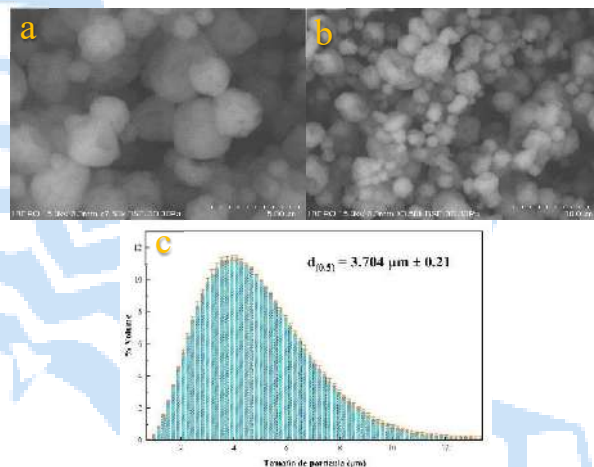


Fig. 1. Micrográficas de las cápsulas de biofertilizante (a: 5 µm, b: 10 µm) y distribución de tamaño de partícula (c).

Tabla 1. Conteo de UFC de *B. mojavensis* después de 2 meses.

Almacenamiento	% viabilidad
T ambiente	83
Refrigeración	90

Conclusiones. La encapsulación de *B. mojavensis* en una matriz de quitosano por secado por aspersión permitió mantener viable al microorganismo a temperatura ambiente y refrigeración por más de 2 meses. El biofertilizante obtenido tiene potencial para aplicaciones agrícolas.

Agradecimiento. Los autores agradecen al InIAT-IBERO por el proyecto 0050 y al CONACyT por la beca de doctorado para CAG.

Bibliografía.

1. Backer R., Rokem S., Ilangumaran G., Lamont J., Praslickova D., Ricci E., Subramanian S. y Smith D. (2018) *Front. Plant Sci.* Vol (9): article 1473.
2. Chandran H., Meena M. y Swapnil P. (2021). *Sustainability.* Vol (13), 10986.
3. Gutiérrez C., Ledezma A., Juárez G., Neri E., Ibanez J. y Quevedo I. (2022). *ACS Agric. Sci. Technol.* Vol (2), Issue (6), 1101–1125.

INGENIERÍA DE LA MICROBIOTA DEL CAMARÓN PARA ENRIQUECER BACTERIAS BENÉFICAS.

Juan P. Ochoa-Romo¹, Fernanda Cornejo-Granados¹, Alonso López-Zavala², María T. Viana³, Filiberto Sánchez¹, Luigui Gallardo-Becerra¹, Mirna Luque-Villegas¹, Yesenia Valdez-López¹, Rogério Sotelo-Mundo⁴, Andrés Cota-Huizar⁵, Agustín López-Munguía¹, Adrián Ochoa-Leyva¹

1. Dpto. Microbiología Molecular, Instituto de Biotecnología (IBT), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuernavaca, Morelos, 62210. 2. Dpto. de Ciencias Químico Biológicas. Universidad de Sonora (UNISON), Hermosillo, Sonora, 83000. 3. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Ensenada, Baja California, 22860. 4 Laboratorio de Estructura Biomolecular, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Hermosillo, Sonora, 83304. 5 Camarones El Renacimiento SPR de RI. Higuera de Zaragoza, Sinaloa, 81330, México. Correo: adrian.ochoa@ibt.unam.mx.

Palabras clave: metagenómica, probióticos, acuicultura.

Introducción. Actualmente la producción de camarón está afectada principalmente por factores ambientales y enfermedades infecciosas(1). En este sentido, el buen manejo de la microbiota intestinal puede favorecer la nutrición y el sistema inmune de cualquier organismo(1). Estudios muestran que el uso de fructanos como la agavina pueden disminuir la carga viral en el síndrome de mancha blanca(2) y promover la altura de las células epiteliales en los túbulos del hepatopáncreas(3). Sin embargo, no se conocen sus efectos en la microbiota. Por ello, en este trabajo exploramos los cambios en la microbiota del intestino y el hepatopáncreas de *L. vannamei* por el uso de la agavina(4).

Metodología. Se alimentaron camarones en condiciones reales de producción durante 28 días con tres dietas: control (BD), suplementada con 2% (AG2) y 10% (AG10) de agavina. Al final del bioensayo se evaluaron índices de eficiencia de crecimiento y se caracterizó la región V3-V4 del gen ribosomal 16S en el hepatopáncreas y el intestino de cada camarón.

Resultados. El índice de conversión alimenticia, la ingesta total y la eficiencia protéica mejoraron significativamente en los camarones alimentados con AG2. Por otro lado, la riqueza y diversidad de la microbiota aumentaron en el intestino y el hepatopáncreas de los camarones alimentados con AG10 en comparación al control (Fig. 1 A y B). El análisis de diversidad beta mostró un agrupamiento significativo en el hepatopáncreas de los camarones alimentados con agavina (Fig. 1 C y D). Así mismo, observamos un aumento significativo de bacterias benéficas como *L. pentosus*, *P. putida* y *P. synxantha* en el hepatopáncreas de AG10 y *R. palustris* y *S.*

thermophiles en el hepatopáncreas de AG2, ambos comparados con el control.

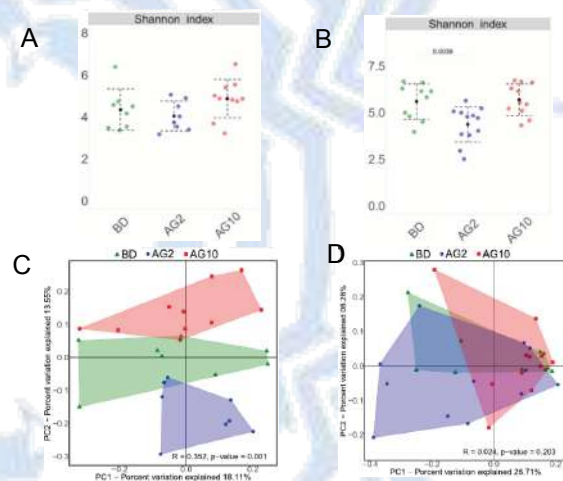


Fig. 1. Índice de diversidad de Shannon en el A. hepatopáncreas y el B. intestino de las diferentes dietas. Análisis de diversidad beta de las muestras etiquetadas por dieta en el C. hepatopáncreas e D. intestino.

Conclusiones. El uso de agavina modifica la microbiota de manera selectiva en cada uno de los órganos. Su uso como prebiótico promueve el crecimiento de bacterias benéficas para el camarón en condiciones de cultivo.

Agradecimiento. DGAPA PAPPIT UNAM IN215520 y CONACYT Ciencia-Frontera 2019-263986. Al Programa de Actividades de Intercambio Académico 2018–2019 CIC-UNAM-CIAD y CIC-UNAM-UNISON.

Bibliografía. 1. Cornejo-Granados F, et al. (2018) PeerJ 6, e5382. 2. Luna-González A, et al. (2012) Aquaculture 362, 28-32. 3. Peña-Rodríguez A, et al. (2020) Aqua Res 51(4), 1336-1345. 4. Ochoa-Romo JP, et al. (2022) Sci Rep. 12, 6392.

PERSPECTIVA DEL HOLOBIONTE: IMPACTO DE LA GENÉTICA EN LA MICROBIOTA DEL CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO (*L. vannamei*).

Fernanda Cornejo-Granados¹, Luigui Gallardo-Becerra¹, Sandra Romero-Hidalgo², Alonso López-Zavala³, Rogerio Sotelo-Mundo⁴, Andrés Cota-Huizar⁵, Adrián Ochoa-Leyva¹.

1. Dpto. Microbiología Molecular, Instituto de Biotecnología (IBT), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuernavaca, Morelos, 62210. 2 Dpto. Genómica Computacional, Instituto Nacional de Medicina Genómica, (INMEGEN), Ciudad de México, 14610. 3 Dpto. de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad de Sonora (UNISON), Hermosillo, Sonora, 83000. 4. Laboratorio de Estructura Biomolecular, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Hermosillo, Sonora, 83304. 5 Camarones El Renacimiento SPR de RI., Higuera de Zaragoza, Sinaloa, 81330, México. Correo: fernanda.cornejo@ibt.unam.mx

Palabras clave: metagenómica, microbiota, hologenoma.

Introducción. El hologenoma contempla que hay una simbiosis y co-evolución entre el hospedero y su microbiota. Esta interacción ayuda a la adaptación del hospedero gracias a las funciones que aporta la microbiota(1). En crustáceos como el camarón el manejo adecuado de la microbiota es esencial para una producción sostenible y de calidad(2,3). Sin embargo, la información sobre la relación entre la genética del hospedero y la microbiota es escasa. Por ello, en este trabajo analizamos la microbiota del hepatopáncreas y el intestino asociada a dos líneas genéticas de *L. vannamei* en condiciones reales de cultivo.

Metodología. Se caracterizó la región V3-V4 del gen ribosomal 16S en el hepatopáncreas y el intestino de dos líneas genéticas de *L. vannamei* criados en tres estanques de producción (Fig. 1). Este diseño experimental permitió determinar el impacto de la genética descartando la influencia del estanque.



Fig. 1. Distribución de los estanques y las líneas genéticas de *L. vannamei*.

Resultados. Los análisis de varianza (Anosim y Permanova) mostraron que el órgano era la variable con mayor impacto ($p=0.001$) en la diversidad de la microbiota (Fig. 2). Por otro lado, la microbiota del hepatopáncreas mostró enriquecimiento en funciones de metabolismo de ácidos grasos, energía y cuerpos cetónicos, mientras que el intestino mostró metabolismo de aminoácidos, almidón y sacarosa. Al comparar las líneas genéticas, observamos que esta

explica un 30% ($r=0.30$, $p<0.05$) de las diferencias en la microbiota del hepatopáncreas, mientras que en el intestino el efecto no fue significativo. Notablemente, Gen1 mostró mayor diversidad y amplitud de nicho (Fig. 2) sugiriendo que la microbiota de Gen1 aprovecha mejor los recursos disponibles. Además, la microbiota de Gen1 mostró mayor abundancia de bacterias con potencial probiótico, lo que puede asociarse a un mejor estado de salud.

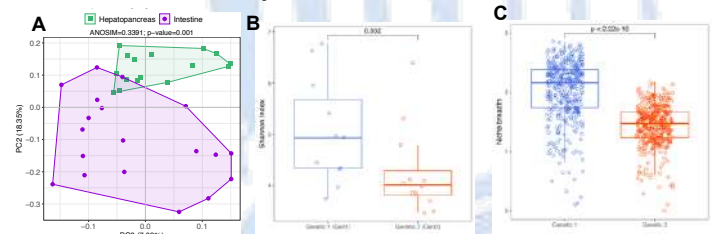


Fig. 2. A. Análisis de beta diversidad de la microbiota en las muestras etiquetadas por órgano. B. Índice de diversidad de Shannon y C. Amplitud de nicho en la microbiota de Gen1 y Gen2.

Conclusiones. i) El órgano tuvo el impacto más significativo en la composición de la microbiota. ii) La microbiota realiza actividades que complementan la función de cada órgano. iii) La genética tiene una mayor influencia en la microbiota del hepatopáncreas.

Agradecimiento. A los programas DGAPA IN-219723, CONACyT Ciencia-Frontera-2019-263986 y al Programa de Intercambio Académico 2018–2019 CIC-UNAM-CIAD y CIC-UNAM-UNISON. Al CONACyT por la beca posdoctoral de F.C-G (CVU 443238) Programa Estancias Posdoctorales por México 2022, y por la Beca doctoral de L.G-B (CVU 778192).

Bibliografía. 1. Zilber-Rosenberg I, Rosenberg E. (2008) *FEMS Microbiol Rev* 32, 723-735. 2. Cornejo-Granados F, Lopez-Zavala AA, et al. (2017) *Sci Rep* 7, 11783 (2017). 3. Cornejo-Granados F., Gallardo-Becerra L, et al. (2018) *PeerJ* 6, e5382.

IDENTIFICACION MOLECULAR DE HONGOS ENDOFITOS AISLADOS DE TEOCINTLE (*Zea spp.*) (POALES:POACEAE) PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE LOS CULTIVOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION CONTEMPORANEOS

Alexia Banda-Gutiérrez, María Julissa Ek-Ramos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL, Av. Pedro de Alba s/n, Ciudad Universitaria, San Nicolas de los Garza, Nuevo León, CP 66455; alexia.bandag@uanl.edu.mx; maria.ekramos@uanl.edu.mx

Palabras clave: Hongos endófitos, Zea spp., agricultura sostenible.

Introducción. Los parientes silvestres de las plantas domesticadas muestran mayor resistencia y adaptabilidad a condiciones de estrés que sus contrapartes modernas. De igual manera, pueden ser colonizadas por microorganismos endófitos, por lo que éstos son de gran importancia para su aplicación como agentes de control biológico y para la promoción del crecimiento de las plantas y su tolerancia al estrés abiótico. El pariente silvestre más cercano al maíz, el teocintle (*Zea spp.*), alberga hongos endófitos capaces de combatir plagas insectiles de los cultivos modernos del maíz (*Zea mays L.*), además de conferir efectos positivos en su crecimiento.

El objetivo del trabajo es identificar molecularmente cepas fúngicas procedentes de semillas de teocintle con posible potencial biotecnológico, cuya aplicación pretende enfocarse en impulsar una agricultura más sostenible.

Metodología. Las semillas de teocintle (*Zea mays spp. parviglumis*) de las regiones de Los Naranjos y Las Raíces, Jalisco fueron esterilizadas en su superficie (1). El aislamiento de cepas fúngicas se realizó tras la incubación de semillas y tegumentos fragmentados en dos secciones, en contacto con medio de cultivo sólido (Agar-Agua, PDA, Agar-V8 y Agar nutritivo) hasta la aparición de micelio. Para la extracción de DNA genómico se empleó el método del DNAzol® BD. Los endófitos aislados se identificaron por morfología micro/macroscoópica, y mediante secuenciación de sus regiones ITS, empleando los *primers* universales ITS1 e ITS4 (2).

Resultados. De las semillas de teocintles de Los Naranjos, de clima semiseco y suelo dominante luvisol, se aislaron 4 taxones fúngicos, agrupados en 3 géneros diferentes: *Aspergillus*, *Daldinia* y *Chaetomium*. De las semillas de teocintles de Las Raíces, de clima semiseco y suelo vertisol pélico, se aislaron 3 taxones fúngicos, agrupados en 3 géneros diferentes: *Rhizopus*, *Penicillium* y *Aspergillus*, coincidiendo este último que fue aislado de semillas de ambas localidades.

Es bien conocido que géneros como *Aspergillus* y *Penicillium* poseen un papel en la solubilización de fósforo en el suelo (3). Algunas especies de *Daldinia*

pueden sintetizar compuestos orgánicos volátiles con actividad nematocida en huevos y en estadios jóvenes de *Meloidogyne javanica* (4). Además, se informa que *Chaetomium globosum* afecta la fecundidad de hembras adultas de *Spodoptera exigua* y causa el desarrollo temprano de las larvas (5).

Tabla 1. Identificación de taxones de hongos endófitos aislados de semillas de teocintle (*Zea mays. spp parviglumis*) colectadas de las regiones de Los Naranjos y Las Raíces, Jalisco.

Región	Número de acceso Genbank	Taxón fúngico	Aislado
LN	MT597427.1	<i>Aspergillus fumigatus</i>	1
LN	KY610388.1	<i>Daldinia theissenii</i>	1
LN	ON989647.1	<i>Chaetomium globosum</i>	2
LN	KP055593.1	<i>Chaetomium madrasense</i>	2
LR	MT803963.1	<i>Rhizopus arrhizus</i>	1
LR	MT835279.1	<i>Aspergillus fumigatus</i>	2
LR	MT801879.1	<i>Penicillium ochrochloron</i>	2

*LN. Los Naranjos

*LR. Las Raíces

Conclusiones. La bioprospección de los parientes silvestres de los cultivos modernos en busca de microorganismos benéficos puede abrir una vía prometedora para el biocontrol contra las enfermedades más devastadoras de la agricultura moderna e impulsar una más sostenible. Como perspectiva, se pretende evaluar nuestra cepa de *C. globosum* contra *S. frugiperda*, una plaga de importancia económica para maíz moderno.

Agradecimiento. Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Bibliografía.

- Johnston-Monje, D and Raizada, MN (2011) *PLoS ONE* 6(6): e20396.
- Ek-Ramos, M. J., Zhou, W., Valencia, C. U., Antwi, J. B., Kalns, L. L., Morgan, G. D., ... & Sword, G. A. (2013). *PLoS One*, 8(6): e66049.
- Beltrán Pineda, M. E. (2014). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(1): 101-113.
- Liarzi, O., Bucki, P., Braun Miyara, S., & Ezra, D. (2016). *PloS one*, 11(12): e0168437.
- Zhou, W., Starr, J. L., Krumm, J. L., & Sword, G. A. (2016). *FEMS microbiology ecology*, 92(10): fiw158.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL BIOCONTROLADOR 2 CEPAS DEL HONGO *BEAVERIA BASSIANA* CONTRA EL INSECTO PLAGA *SCYPHOPHORUS ACUPUNCTATUS*

Frida Escamilla Barragán , Soley Berenice Nava Galicia , Martha Dolores Bibbins Martínez

Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada Tepetitla, Tlaxcala CP 90700
friescamillab@gmail.com

Palabras clave: Entomopatógenos, control biológico, *Beauveria bassiana*.

Introducción. Los hongos entomopatógenos han sido enemigos naturales de plagas a lo largo de la historia, por ello se comenzaron a utilizar como controladores de insectos plaga que afectan plantas cultivadas, siendo el hongo *Beauveria bassiana* uno de los más utilizados hoy en día para dicho objetivo, este hongo ha sido reportado como enemigo del insecto *Scyphophorus acupunctatus* mejor conocido como picudo del agave el cual provoca pérdidas significativas en el cultivo. El objetivo de este trabajo fue caracterizar 2 cepas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* identificadas como Bb16 y S2 y definir su potencial biocontrolador contra *S. acupunctatus*. Se evaluó primeramente la actividad enzimática en placa de las enzimas asociadas a la virulencia de los hongos entomopatógenos, al tener resultados satisfactorios se realizaron bioensayos en especímenes adultos del insecto *S. acupunctatus* y se definió el porcentaje de mortalidad y TL₅₀.

Metodología. Fueron utilizados 5 medios de cultivo para evaluar la actividad enzimática en placa, los resultados fueron interpretados según los criterios de Gabriel y Gresten (1992), para los bioensayos y la prueba de patogenicidad se siguió la metodología de De la Rosa (1997), se obtuvieron el tiempo letal medio y el porcentaje de mortalidad de ambas de ambas cepas contra *Scyphophorus acupunctatus*.

Resultados. Se evaluaron 4 enzimas asociadas a la virulencia de hongos entomopatógenos (quitinasas, proteasas, amilasas y lipasas) en placa, ambas cepas presentaron actividad alta de las enzimas evaluadas (Fig. 1 y 2).



Fig. 1. Actividad enzimática en placa de la cepa Bb16.



Fig. 2. Actividad enzimática en placa de la cepa S2.

Posteriormente se inocularon especímenes de *Scyphophorus acupunctatus* con una concentración de esporas de 1×10^{12} para correr un bioensayo y poder observar la patogenicidad de las cepas contra el insecto. La cepa Bb 16 fue altamente efectiva, presentando un 100 % de mortalidad y TL₅₀ de 4.8 días.

Tabla 2. Bioensayo de patogenicidad de las cepas Bb16 y S2 contra especímenes de *Scyphophorus acupunctatus*.

CEPA	Dosis (con/ml)	Insectos tratados	%Mc	TL ₅₀ (días)
Bb16	1×10^{12}	6	100%	4.8
S2	1×10^{12}	6	50%	9

Conclusiones. Ambas cepas mostraron actividad enzimática alta en las 4 enzimas asociadas a la virulencia de hongos entomopatógenos, por lo tanto, se asumió que serían virulentas en cierto porcentaje contra el insecto plaga *Scyphophorus acupunctatus*, en los bioensayos con especímenes vivos del insecto ambas cepas mostraron ser patógenas en diferente porcentaje siendo la cepa Bb16 la mejor en cuanto a mortalidad y tiempo letal medio, ambas podrían ser utilizadas en campo como controladores biológicos de *Scyphophorus acupunctatus*.

Agradecimiento. Proyecto SIP 20231995.

Bibliografía.

- García-Espejo, C. N., Mamani-Mamani, M. M., Chávez-Lizárraga, G. A., & Álvarez-Aliaga, M. T. (2016). Evaluación de la actividad enzimática del *Trichoderma inhamatum* (BOL-12 QD) como posible biocontrolador. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 7(1), 20-32
- Agrawal T, Kotasthane A. Chitinolytic assay of indigenous *Trichoderma* isolates collected from different geographical locations of Chhattisgarh in Central India. Springerplus. 2012; 73(1): 2-3
- Gabriel, O. and Gersten, D.M. (1992). Staining for enzymatic activity after gel electrophoresis. *Analytical Biochemistry*. 203:695-698.
- Bridge, P.D., Abarra, Y.J., Cornish, M.C., Prior, C. and Moore, D. (1990). The chemotaxonomy of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina hyphomycete) isolates from the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Mycopathologia*. 111:85-90.
- Paterson, R.R. and Bridge, P.D. (1994). Biochemical techniques for filamentous fungi. International Mycological Institute (CAB International). IMT Technical Handbooks, No. 1, pp 21.

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DIGESTIVA PANCREÁTICA DE JUVENILES DE ACÚMARA *Algasea lacustris* ALIMENTADOS CON DIFERENTE CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA DIETARIA

¹Iltzia Nallely Ortiz Guzmán, ²V. Sofía Villa, ¹Y. Analuisa Segura Sánchez, ³J. Antonio Tello Ballinas, ¹E. Mayra Toledo Cuevas, ¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Tarímbaro Michoacán 58880; ²Universidad Minerva, CA, EUA; ³Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Pátzcuaro (CRIAP), del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA), 1595902e@umich.mx

Palabras clave: enzimas digestivas pancreáticas, acúmara, concentración proteína dietaria

Introducción. La acúmara *Algasea lacustris* es una especie agástrica endémica del Lago de Pátzcuaro, cuyas poblaciones han disminuido drásticamente debido a la sobrepesca y a la contaminación de este cuerpo de agua. Su acuicultura tiene potencial ya que ofrece una alternativa para abastecer la necesidad alimentaria y económica de la población y salvaguardar a la especie. Existen muy pocos estudios sobre la especie, por lo que es necesario conocer la relación entre su nutrición y fisiología digestiva. Determinar la actividad digestiva pancreática en juveniles de acúmara alimentados con diferentes concentraciones de proteína en dietas balanceadas apoyará a conocer la concentración óptima de proteína para la especie.

Metodología. Grupos de peces juveniles fueron sometidos a 5 tratamientos con diferente concentración de proteína dietaria (20 a 60%), además de un grupo de juveniles alimentados con pulga de agua. Una vez sacrificados, después de 175 días de evaluación, se determinaron actividades digestivas de tripsina, amilasa (Zambonino et al. 2008), proteasas alcalinas (Kunitz (1947), modificado por Walter (1984)), lipasa (Nolasco-Soria et al. 2018) y proteína soluble (Bradford 1976). Los valores de actividad de cada enzima fueron analizados con un ANOVA de una vía seguida de la prueba de Tukey.

Resultados. La actividad individual de tripsina fue significativamente más alta en el tratamiento 4 (Fig. 1) y en el alimento vivo, cuando éste fue incluido en el análisis (Fig. 2).

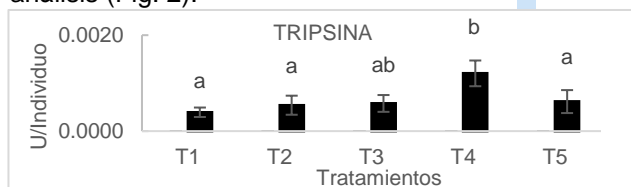


Fig. 1. Actividad individual de tripsina en juveniles de acúmara alimentados con diferentes concentraciones de proteína en dietas balanceadas.

La mayor actividad específica de lipasa fue detectada en los tratamientos 2 al 4 (Fig. 3).

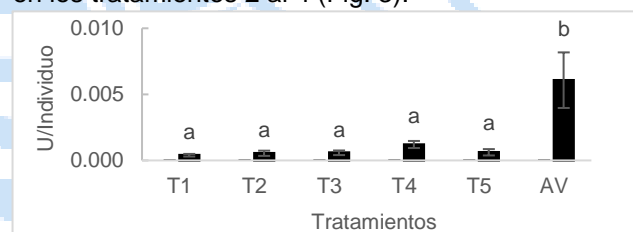


Fig. 2. Actividad individual de tripsina en juveniles de acúmara alimentados con diferentes concentraciones de proteína dietaria y alimento vivo (AV).

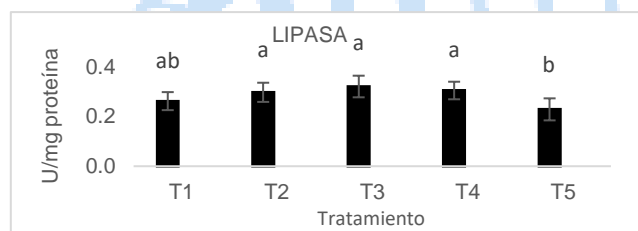


Fig. 3. Actividad específica de lipasa en juveniles de acúmara con diferentes concentraciones de proteína dietaria.

Conclusiones. De acuerdo a la actividad individual y específica de tripsina y lipasa parece ser que la mejor concentración de proteína dietaria se encuentra en el tratamiento 4, pero no es posible observarlo en la actividad específica de tripsina debido a las bajas actividades detectadas (ver valores de tripsina en las acúmaras alimentadas con alimento vivo).

Agradecimientos. Proyecto apoyado por la Coordinación de la Investigación Científica, UMSNH. Se agradece a los Doctores Guadalupe Zavala y Joel López (CMEB-UMSNH) por su apoyo para la realización del trabajo experimental.

Bibliografía

- Bradford, M. M. (1976). *Anal Biochem* 72:248–254.
- Cortés, E., et al. (2020). *Ciencia Pesquera*, 28 (1-2):61-69
- Nolasco-Soria, H., et al. (2018)1835:139–167.
- Péres, A., et al. (1998). *Pez. Fisiol. Bioquímica* 19, 145–152.
- Zambonino, J. Y Cahu, C. (2007). *Aquaculture*, 268, 98-105.

RESPUESTA TRANSCRIPCIONAL DE RAÍCES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) A LA INFECCIÓN CON *Fusarium verticillioides*

Itzel G. López Soto¹, Paúl A. Báez-Astorga¹, Cynthia G. Soto-Cardinault², Melina López-Meyer¹, Francisco R. Quiroz-Figueroa¹, Ignacio E. Maldonado Mendoza¹, Abraham Cruz Mendivil¹.

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Guasave 81101, México. ²Lieber Institute for Brain Development, Baltimore 21205, MD. ilopezs2100@alumno.ipn.mx

Palabras clave: RNA-Seq, GED, fusariosis.

Introducción. El cultivo de maíz es sumamente importante a nivel nacional, constituyendo la base de nuestra alimentación. Desafortunadamente, esta planta se encuentra expuesta a una gran cantidad de patógenos dentro de los cuales se encuentra la especie fúngica *Fusarium verticillioides* (*Fv*). Diversos grupos de trabajo han estudiado la respuesta transcripcional de los tejidos del maíz a la infección por *Fv*, destacando estudios en mazorca y grano (1,2). Hasta el momento solo existe un estudio que analizó la respuesta transcripcional de raíces de maíz a *Fv*, pero se enfocó en genes relacionados con pared celular (3); por tanto, aún se desconocen los genes y rutas implicadas en la respuesta global de este tejido.

El objetivo del presente trabajo es caracterizar la respuesta transcripcional de raíces de maíz a la infección con *Fv*.

Metodología. Se partió de lecturas crudas de tejido de raíces de maíz en dos condiciones, control e infectadas con *Fv* (7 dpi). Se realizó un filtrado de calidad con trimmomatic v0.39 (Q>20) conservando lecturas de longitud mínima >50pb. Las lecturas filtradas se mapearon al genoma de referencia B73v5 utilizando STAR v2.7.0. Posteriormente, se cuantificaron los niveles de expresión con HTSeq-Count v0.11.2. Para analizar los cambios en la expresión de los transcritos se utilizó el programa R/DESeq2 v1.32, considerando como genes expresados diferencialmente (GED) a aquellos con un valor de p-ajustado <0.01 y un fold change (FC) \pm 2. Los términos gene ontology (GO) del genoma del maíz B73 se obtuvieron de la base de datos de BioMart. Las categorías funcionales sobrerrepresentadas fueron identificadas a partir de los GED mediante el programa R/goseq v1.44.0.

Resultados. Las bibliotecas de RNA-Seq tenían en promedio 21.3 millones de lecturas crudas; después del filtrado de calidad se conservaron en promedio el 89.3% de las lecturas. Del total de lecturas filtradas, un promedio del 82.62% se mapeo de manera única al genoma de referencia. El análisis bioinformático arrojó un total de 5,502 GED en las raíces de maíz después de 7 días de la inoculación con *Fv*. De estos GED,

1,422 se encontraron regulados a la baja y 4,080 se encontraron regulados a la alza. El enriquecimiento de categorías GO permitió identificar 64 categorías sobrerrepresentadas, de las cuales resultaron de interés (Tabla 1) las siguientes: respuesta a estrés oxidativo, actividad peroxidasa, actividad de glutatión transferasa, actividad de UDP-glucosiltransferasa, procesos biosintéticos de fenilpropanoides, procesos biosintéticos de oxilipinas, unión a ácido abscísico, respuesta de defensa a otros organismos, resistencia sistémica adquirida y procesos biosintéticos de lignina.

Tabla 1. Categorías sobrerrepresentadas en la interacción maíz-*Fv*.

Categoría	GED	Término	Ontología	P-adj
GO:0006979	83	RESPUESTA A ESTRÉS OXIDATIVO	BP	1.10E-11
GO:0004601	79	ACTIVIDAD DE PEROXIDASA	MF	1.28E-10
GO:0004364	31	ACTIVIDAD DE GLUTATION TRANSFERASA	MF	3.65E-05
GO:0035251	56	ACTIVIDAD DE UDP-GLUCOSILTRANSFERASA	MF	9.41E-05
GO:0009699	18	PROCESOS BIOSINTÉTICOS DE FENILPROPANOIDEOS	BP	0.000192327
GO:0031608	13	PROCESOS BIOSINTÉTICOS DE OXILIPINAS	BP	0.00179857
GO:0010427	12	UNIÓN A ÁCIDO ABSCÍSCICO	MF	0.001910674
GO:0098542	22	RESPUESTA DE DEFENSA A OTROS ORGANISMOS	BP	0.015399909
GO:0009627	9	RESPUESTA SISTÉMICA ADQUIRIDA	BP	0.029279526
GO:0009809	9	PROCESOS BIOSINTÉTICOS DE LIGNINA	BP	0.031207072

Conclusiones. Tras la inoculación con *Fv*, las raíces de maíz expresaron 5,502 genes de manera diferencial, dentro de estos se encontraron algunos genes que pertenecen a categorías con términos que pudieran estar involucrados en la respuesta de la planta a fitopatógenos.

Agradecimientos. Proyecto SIP-IPN-20232027.

Bibliografía.

- Lambarey, H., Moola, N., Veenstra, A., Murray, S. & Suhail M. 2020. *Plants*, 28(9):1112
- Wang, Y., Zhou, Z., Gao, J., Wu, Y., Xia, Z., Zhang, H., Wu, J. 2016. *Front Plant Sci.*4(7):1654
- Arcos, U. 2018. Caracterización transcriptómica de los genes involucrados en pared celular de raíz de maíces tolerantes y susceptibles durante la infección por *Fusarium verticillioides*. [Tesis de Maestría]. Instituto Politécnico Nacional.

INDUCCIÓN DE RAÍCES TRANSFORMADAS EN *Kalanchoe laetivirens* con la cepa A4 de *Agrobacterium rhizogenes*

^{1,*}Araceli Urquiza-López, ¹Alexandre Toshirrico Cardoso-Taketa, ²Crescencio Bazaldúa, ¹Maria Luisa Villarreal. ¹Centro de investigación en Biotecnología de la Universidad Autónoma de Morelos, Laboratorio de Investigación en Plantas Medicinales. Cuernavaca, 62209. ²Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Biotecnología Vegetal. Yautepec, 6273. *Correo: urquiza.l.araceli@gmail.com

Palabras clave: *Kalanchoe laetivirens*, hairy roots, cultivo *in vitro*

Introducción. Las especies del género *Kalanchoe* (Crassulaceae) producen compuestos con actividad citotóxica, antioxidante y antiinflamatoria, entre otras (1). Kaewpiboon y col. (2014) reportaron que una fracción polar obtenida a partir de un extracto metanólico de hojas de *Kalanchoe laetivirens* tuvo actividad apoptótica intrínseca sobre la línea celular A549RT-eto, derivada de cáncer de pulmón resistente a etopósido (2). La transformación genética mediada por *Agrobacterium rhizogenes* es un método que se utiliza para producir metabolitos de interés medicinal, porque las raíces transformadas tienen una mayor velocidad de crecimiento y de producción de compuestos (3-4).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la inducción de raíces transformadas en diferentes explantes de *Kalanchoe laetivirens*.

Metodología. A partir de plantas de *K. laetivirens* cultivadas *in vitro* en medio MS y B5 se obtuvieron tres tipos de explantes (hojas, tallos y raíces) para inducir raíces transformadas, mediante infección con la cepa A4 de *A. rhizogenes*, la cual se cultivó en medio YMB para su activación. Se infectaron 10 explantes de cada órgano mediante la técnica de herida con bisturí (3). El co-cultivo de los explantes infectados se realizó en medio MS y B5 con cefotaxima (200 mg/L) y se realizaron lavados con cefotaxima (500 mg/L) cada 3 días para eliminar residuos de la bacteria. La eficiencia de transformación se determinó a los 25 días de la infección mediante conteo de las raíces obtenidas por explante.

Resultados. A los 8 días de la infección con *A. rhizogenes* (A4) se observó el desarrollo de raíces putativamente transformadas en los explantes de tallo y hoja (Figura 1). Durante los siguientes días se observaron nuevas raíces en los sitios de infección y a los 25 días se determinó la eficiencia de la transformación.

La mayor cantidad de raíces inducidas se observó en explantes de tallo (15). Asimismo, se observó que en

medio B5 se obtuvo mayor número de raíces (16) que en medio MS (6). (Tabla 1).



Fig. 1. Explantes infectados con *A. rhizogenes* (A4), las flechas negras indican el sitio de formación de las raíces putativamente transformadas (pilosas y con geotropismo negativo).

Tabla 1. Eficiencia de transformación en tres tipos de explantes de *K. laetivirens* con la cepa A4 de *Agrobacterium rhizogenes*.

Medio de cultivo	Tipo de explante	Eficiencia de transformación (%)	Número de raíces transformadas
B5	Hoja	40	3
	Tallo	60	9
	Raíz	60	4
MS	Hoja	-	-
	Tallo	60	6
	Raíz	-	-

Conclusiones. La mayor eficiencia de transformación en *Kalanchoe laetivirens* se obtuvo al infectar el tallo con la cepa A4 de *Agrobacterium rhizogenes*. El medio de cultivo fue determinante en el número de raíces inducidas.

Agradecimiento.

Al Centro de Investigación en Biotecnología, a la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN por el soporte financiero. Araceli Urquiza-López agradece al CONACyT por la beca otorgada.

Bibliografía.

- Milad R., El-Ahmady S., Singab S. (2014) *European J Med Plants*. Vol. (4): 86-104.
- Kaewpiboon C., Srisuttee R., Malilal W., et al., (2014) *Oncol. Rep.* Vol. (31): 161-168.
- Bazaldúa C., Cardoso-Taketa A., Trejo-Tapia G., et al., (2019). *PLoS One*. Vol. (14):1-20.
- Ionkova I., Sasheva P., Ionkov T., Momekov G. (2013) *Phcog. Mag.* Vol. (9): 39-44.

ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DE RAÍCES DE MAÍZ INOCULADAS CON LA RIZOBACTERIA *BACILLUS CEREUS* CEPA B25

Juan L. Figueroa-Castro¹, Paúl A. Báez-Astorga¹, Alejandro M. Figueroa-López², Carlos L. Calderón-Vázquez¹, Melina López-Meyer¹, Ignacio E. Maldonado-Mendoza¹, Abraham Cruz-Mendivil¹

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Guasave 81101, México. ²Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón 85860, México. Email: jfigueroac2103@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Transcriptómica, Maíz, Bacillus cereus, Endofítica

Introducción. El maíz es el principal cultivo producido en México, además forma parte integral de la cultura y dieta de la población, sin embargo, presenta una alta incidencia por hongos fitopatógenos, causando importantes pérdidas económicas y daños a la salud tanto de animales como humanos [1]. Actualmente destacan el uso de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) como *Bacillus cereus* cepa B25, una bacteria endofítica capaz de promover el crecimiento de la planta de maíz y otorgarle resistencia a la infección por *Fusarium verticillioides* [2]. Sin embargo, aún se desconocen los genes y mecanismos moleculares implicados en este proceso, por lo que el uso de la transcriptómica permitirá mejorar nuestro entendimiento de esta interacción planta-bacteria. El objetivo fue describir la respuesta transcripcional de raíces de maíz inoculadas con *Bacillus cereus* B25.

Metodología. Los datos de RNA-Seq se obtuvieron de raíces de maíz control e inoculadas con *Bacillus cereus* cepa B25, después de 7 días de germinación e inoculación. Las lecturas crudas (2x150 pb) fueron filtradas con Trimmomatic (v0.39), conservando aquellas con Q>20 y longitud>50 pb. Las lecturas filtradas fueron mapeadas al genoma de referencia de maíz B73 v5, empleando STAR (v2.7.0), y la cuantificación de niveles de expresión se realizó con HTSeq-Count (v0.11.2). El análisis de expresión diferencial se realizó con R/DESeq2 (v1.32), definiendo como genes expresados diferencialmente (GED) aquellos con p-ajustado <0.01 y log2 Fold Change \pm 1. A partir de los GED se identificaron categorías funcionales sobrerrepresentadas (p-ajustado<0.05) con R/Goseq (v1.44.0).

Resultados. Se obtuvo un rendimiento total de 21.1 Gb, con un promedio de 23.4 millones de lecturas por biblioteca (Tabla 1). En el filtrado se conservaron en promedio 21 millones de lecturas por biblioteca, correspondientes al 91% de las lecturas crudas. En promedio, un 84.86% de las lecturas se mapearon de forma única contra el genoma de referencia (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de filtrado y mapeo de lecturas al genoma de referencia. M= Maíz control, MB= Maíz + bacteria, mill= millones.

Muestra	Lecturas crudas	Lecturas filtradas		Lecturas con mapeo único	
M-1	22.07 mill.	21.29 mill.	96.46%	19.33 mill.	90.7%
M-2	19.49 mill.	13.95 mill.	71.58%	12.71 mill.	91.1%
M-3	22.75 mill.	21.65 mill.	95.16%	17.32 mill.	80.0%
MB-1	24.09 mill.	23.19 mill.	96.25%	19.98 mill.	86.1%
MB-2	28.78 mill.	27.77 mill.	96.50%	24.75 mill.	89.1%
MB-3	23.21 mill.	22.01 mill.	94.86%	15.84 mill.	71.9%

Se encontraron un total de 4353 GED en raíces de maíz inoculadas con B25, predominando los genes inducidos con 3903 y solo 450 genes reprimidos. El análisis de enriquecimiento a partir de los GED mostró 83 categorías funcionales sobrerrepresentadas, destacando 10 categorías implicadas directamente en el crecimiento vegetal y resistencia a enfermedades (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías funcionales sobre-representadas en la interacción maíz-B25.

Category	Deg	term	Ontology	p_adjust
GO:0000272	30	Polysaccharide catabolic process	BP	0.001046408
GO:0009699	15	Phenylpropanoid biosynthetic process	BP	0.001216638
GO:0019438	12	Aromatic compound biosynthetic process	BP	0.013226151
GO:0009627	8	Systemic acquired resistance	BP	0.019807404
GO:0005576	205	Extracellular region	CC	2.81E-47
GO:0005618	48	Cell wall	CC	7.30E-07
GO:0004601	83	Peroxidase activity	MF	2.95E-18
GO:0005506	93	Iron ion binding	MF	0.000626996
GO:0010427	9	Abscisic acid binding	MF	0.033280076

Conclusiones. Se identificaron 4353 GED tras la inoculación con B25, implicados principalmente en la producción de hormonas, metabolitos secundarios, pared celular, polisacáridos y enzimas antioxidantes.

Agradecimientos. Proyecto SIP-IPN-20232027.

Bibliografía.

- Lambarey, H., Moola, N., et al. (2020). *Plants*, 9(9), 1112.
- Figueroa, A.M., Cordero, J.D., et al. (2016) *SpringerPlus* 5, 330.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área IV. Biotecnología alimentaria

IVO01	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA INFLORESCENCIA DE ASTROCARYUM MEXICANUM Y DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS DE RESERVA. Autores: Adriana Misshel Vilaseca Vargas, Juan Guzmán Ceferino, Areli Carrera Lanestosa.	138
IVO02	ASOCIACIONES DE COMUNIDADES MICROBIANAS EN FERMENTACIONES ESPONTÁNEAS DE CACAO Y SU RELACIÓN CON LA GENERACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES. Autores: Dulce Velásquez, Manuel Kirchmayr, Pedro García, Eugenia Lugo, Anne Gschaedler.	139
IVO03	PRODUCCIÓN Y ESTUDIO DE LAS SUSTANCIAS ANTIMICROBIANAS PRODUCIDAS POR STREPTOCOCCUS LUTETIENSIS CEPA A45212 AISLADA DEL POZOL. Autores: Gabriela Mellado, Elizabeth Lara, Sandra Pérez, Carmen Wachter, Gloria Díaz-Ruiz.	140
IVO05	ESTABILIDAD DE UN REQUESÓN ELABORADO CON LACTOSUERO FERMENTADO. Autores: Luis Fernando Patlan Velazquez, Alma Elizabeth Cruz Guerrero, Carlos Jiménez Pérez, Lorena Gómez Ruíz, Sergio Alatorre Santamaría, Francisco Guzmán Rodríguez, Luis Guillermo González Olivares, José Mariano García Garibay.	141
IVO06	PRODUCCIÓN DE PÉPTIDOS ANTIMICROBIANOS Y ANTIHIPERTENSIVOS POR L. RHAMNOSUS GG UTILIZANDO PREBIÓTICOS. Autores: María Isabel Chávez de la Vega, Alma Elizabeth Cruz Guerrero, Gabriela Rodríguez Serrano, Lorena Gómez Ruiz, José Mariano García Garibay	142
IVO07	EVALUACIÓN DE UN ALIMENTO CON LARVA DE MOSCA SOLDADO Y MICROALGAS SOBRE LA FISIOLOGÍA DE OCHREMIS NILOTICUS. Autores: M. I. Nieto-Ramírez, J. F. García-Trejo, A. A. Feregrino-Pérez, M. V. Oviedo-Olvera y B. Parra Pacheco.	143
IVO08	ANÁLISIS DE LAS APORTACIONES METABÓLICAS DE LOS MICROORGANISMOS MÁS COMUNES DURANTE LA FERMENTACIÓN DEL PULQUE. Autores: Filiberto Bautista Moreno, Georgina Hernández Chávez, Francisco Bolívar, Adelfo Escalante.	144
IVO09	EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN SUERO DE LECHE DE CABRA. Autores: Mayana Zavala-Gutiérrez, Stefanny Michel Noriega	145

	Paz, Jonathan Ulises Armendáriz-Flores, Servando Rojas-González, Gabriela Rodríguez-Hernández.	
	EMPAQUES INTELIGENTES PARA EL MONITOREO DE PH A BASE DE BETALAÍNAS. Autores: Noemi Takebayashi-Caballero, Monserrat Escamilla-García, Carlos Regalado-González, Víctor Castaño-Meneses, Jorge Gracida-Rodríguez.	146
IVO10		
	ESPECTROSCOPIA FT-IR ATR APLICADA A CACAOS MEXICANOS. Autores: Karen Rocio Villarreal-Silva, Ana María Rodríguez-Cano, Blanca Estela González-Rodríguez, Leslie Rubí Montiel-Tadeo, Pedro García-Alamilla. D.	147
IVO11		
	DETECCIÓN MOLECULAR DE BACTERIAS PATÓGENAS EN QUESO BOLA DE OCOSINGO. Autores: Tania Olivera, Mariana Sánchez, Cindy A. Estrada, Maricarmen Quirasco.	148
IVO12		

COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA INFLORESCENCIA DE *Astrocaryum mexicanum* Y DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS DE RESERVA

Adriana Misshel Vilaseca Vargas; Juan Guzmán Ceferino; Areli Carrera Lanestosa. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco- División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa Tabasco, CP 86298 areli.carrera@ujat.mx

Palabras clave: inflorescencia, proteína, funcionalidad

Introducción. Las proteínas son uno de los macronutrientes esenciales que nuestro cuerpo necesita para funcionar correctamente. Son fundamentales para el crecimiento, la reparación y el mantenimiento de los tejidos corporales, entre otros. Las proteínas se les asocia más frecuentemente con los alimentos de origen animal, existen también fuentes de proteínas de origen vegetal, que pueden ser una alternativa saludable y sostenible para aquellas personas que siguen dietas vegetarianas o veganas ya que las proteínas de origen vegetal pueden proporcionar todos los aminoácidos esenciales que nuestro cuerpo necesita para mantenerse saludable. Además, las proteínas de origen vegetal se han relacionado con una serie de beneficios para la salud, como la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y la diabetes tipo 2.

Objetivo. Evaluar la composición nutrimental de la inflorescencia de *A. mexicanum* y determinar el contenido proteico de las fracciones de reserva

Metodología. Se llevó a cabo la técnica de determinación de humedad por Nollet (1996), utilizando estufa y balanza analítica; en el cual se incluyó la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. Para la determinación de ceniza se empleó el método de cenizas totales por Nollet (1996). En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550-600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. El método de determinación y cuantificación de lípidos que se llevó a cabo fue el método de Soxhlet, el cual consiste en una extracción semicontinua con disolvente donde una cantidad de disolvente rodea la muestra y se calienta a ebullición, una vez que, dentro del Soxhlet, el líquido condensado llega a cierto nivel realiza el reflujó de regreso al matraz de ebullición, la grasa se midió por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida (Nielsen, 1998). Para

finalizar se llevó a cabo la determinación y cuantificación de proteína por el método de micro Kjeldahl y método de Lowry (Nollet, 1996).

Resultados. En la tabla 1 se muestra la composición nutrimental de la inflorescencia de *A. mexicanum*. La cual representa una fuente de nutrientes, en la que se destaca su contenido proteico y su bajo contenido graso.

Tabla 1. Composición bromatológica de la chapaya (*A. mexicanum*).

Humedad (%)	Extracto etéreo (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)	Fibra (%)
15.390±0.439	0.939±0.0099	27.402±0.147	8.329±0.188	52.062±0.453

En la figura 1, se indica el contenido de fracciones de reserva encontrados en la inflorescencia de *A. mexicanum*. Los valores fluctúan de aproximadamente 18 a 100 mg/g de muestra seca, lo cual representa diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre las fracciones. Por lo que el mayor rendimiento de las fracciones se presenta en la fracción glutelina.

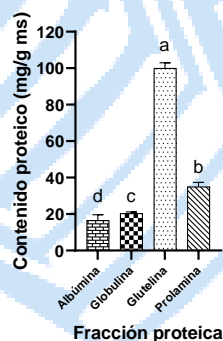


Fig. 1. Contenido de proteínas de reserva de *A. mexicanum*

Conclusiones. La inflorescencia de *A. mexicanum* es una materia prima potencial para su aprovechamiento, y destaca su contenido de glutelinas; particularmente para su uso como fuente de proteína con propiedades bioactivas.

Bibliografía. Nollet, Leo M. L.; Handbook of food analysis; M. Dekker, New York 1996.

ASOCIACIONES DE COMUNIDADES MICROBIANAS EN FERMENTACIONES ESPONTÁNEAS DE CACAO Y SU RELACION CON LA GENERACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES

Dulce Velásquez^a, Manuel Kirchmayr^a, Pedro García^b, Eugenia Lugo^a, Anne Gschaedler^a. ^aCIATEJ, A.C. CP 45019 Zapopan, Jal., México. ^bDivisión Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, La Huasteca, Centro, Tabasco, CP 86280, México.

*agschaedler@ciatej.mx

Palabras clave: cacao, fermentación espontánea, metagenómica

Introducción. Las fermentaciones espontáneas de cacao forman parte de las prácticas post-cosecha (1). Los consorcios microbianos como levaduras, bacterias ácido-lácticas (BAL) y ácido-acéticas (BAA) son los encargados del proceso fermentativo. En conjunto desencadenan reacciones metabólicas que generan metabolitos como los compuestos volátiles (CV), que son los encargados del aroma y sabor del cacao (2). El objetivo del presente trabajo es asociar los compuestos volátiles con los microorganismos mayoritarios de fermentaciones espontáneas de cacao mediante un análisis de componentes principales (ACP).

Metodología. Se monitorearon por duplicado fermentaciones espontáneas de cacao (caja A y caja B) en Aldama, Tabasco, muestreando dentro de los cajones aleatoriamente al tiempo inicial, intermedio y final. Las muestras se almacenaron a -20 °C. El análisis microbiológico se realizó como lo reportado por (3). La secuenciación masiva se llevó a cabo con la región ITS-5F para levaduras y 16S región V3-4 para bacterias (Illumina; Novogene Genomics, China). Las secuencias consenso se obtuvieron con CLC Main Workbench v.22 (Qiagen). El análisis de CV se realizó como lo reportado por (1). El análisis de componentes principales se realizó con el software XLSTAT 2022. Ver 2.2. (Addinsoft, USA).

Resultados. La fermentación de ambas cajas tuvo una duración de 6 días. Los resultados del análisis microbiológico dieron a conocer un total de 366,054 (promedio de 61,009 por muestra) lecturas de secuencia en 243 OTU después del filtrado de calidad para levaduras y un total de 619,571 (promedio de 103,261 por muestra) lecturas de secuencia en 534 OTU para bacterias.

Los resultados del análisis de CV identificaron y cuantificaron 29 compuestos entre los que se distinguieron aldehídos, cetonas, ácidos, ésteres y alcoholes.

Los datos obtenidos en el análisis microbiológico y los CV de ambas fermentaciones se utilizaron para el ACP.

El ACP describió en dos principales componentes el 36.80 y 23.13% de la variación de los datos (F1 y F2), respectivamente (Figura 1). De acuerdo con el ACP, las muestras se agruparon en tiempos inicio, intermedio y final de la fermentación.

Las muestras de A y B-Inicio tienen agrupadas levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* y algunos ésteres como lactato de etilo, palmitato de etilo, y alcoholes como alcohol etílico, 3-metil-2-butanol. Las muestras A y B-intermedio se encontraron diversidad de levaduras y BAL, y de CV alcoholes como 2-pentanol, ésteres como 2-pentanol acetato, etil acetato. En el punto final de la fermentación BAA como *Acetobacter pasteurianus* y *Acetobacter* sp se asociaron con la producción de ácidos como ácido acético y acetato de isobutilo.

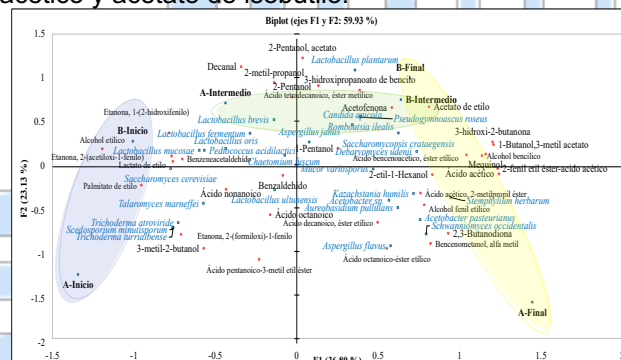


Fig. 1. Biplot de ACP con microorganismos vs compuestos volátiles de las cajas A y B en inicio, intermedio y final de la fermentación.

Conclusiones. El ACP permitió asociar los microorganismos de fermentaciones espontáneas de cacao con la producción de CV. Estos resultados ofrecen más información hacia la selección de cultivos iniciadores.

Bibliografía.

- Rodríguez-Campos, J., Escalona-Buendía, H., Orozco-Avila, I., Lugo-Cervantes, E., Jaramillo-Flores, M. (2011). Food Res. Int. 44 (1), 250–258.
- Utrilla, M., Rodríguez, J., Avendaño, C., Gschaedler, A., Lugo, E. (2020). Food Res. Int. 129. 108834
- Camu, N., de Winter, T., Verbrugghe, K., Cleenwerck, I., Vandamme, P., Takrama, J. S., Vancanneyt, M., de Vuyst, L. (2007). AEM, 73(6), 1809–1824.

PRODUCCIÓN Y ESTUDIO DE LAS SUSTANCIAS ANTIMICROBIANAS PRODUCIDAS POR STREPTOCOCCUS LUTETIENSIS CEPA A45212 AISLADA DEL POZOL

Gabriela Mellado, Elizabeth Lara, Sandra Pérez, Carmen Wachter, Gloria Díaz-Ruiz.
Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM, Ciudad de México, 04510. gloriadr@unam.mx.

Palabras clave: actividad antimicrobiana, pozol, estreptococo

Introducción. El pozol es una bebida fermentada de maíz. Entre las bacterias que habitan el pozol, destacan las bacterias lácticas (1). En un trabajo previo, se evaluó la capacidad de una colección de cepas de *Streptococcus* de producir sustancias antimicrobianas de tipo proteico (2). Se seleccionó la cepa *S. lutetiensis* A45212 por presentar el mejor efecto antimicrobiano frente a bacterias patógenas y de descomposición presentes en alimentos.

El objetivo de este proyecto es determinar las mejores condiciones para el crecimiento y la producción de proteínas con actividad antimicrobiana (AA) por *S. lutetiensis* cepa A45212, así como avanzar en su estudio.

Metodología. Para evaluar el efecto del pH inicial (5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8) y de la temperatura (30 y 37°C) en el crecimiento y la producción de sustancias proteicas con AA, se utilizó el medio MRS inoculado al 1% con *S. lutetiensis* A45212. Las mejores condiciones de pH y temperatura se determinaron ensayando la AA sobre *L. monocytogenes* con el método de difusión en agar, cuantificando proteína total y la concentración de la bacteria durante 24 horas de incubación en cada una de las condiciones. Para concentrar las proteínas se utilizaron los métodos de precipitación con sulfato de amonio y de adsorción-desorción. Mediante una electroforesis SDS-PAGE se estimó el peso molecular de la proteína y mediante un zimograma, se observó su AA (3).

Resultados. En la figura 1 se muestran los resultados del crecimiento de *S. lutetiensis* A45212 en el medio MRS, modificando la temperatura y el valor de pH inicial del medio. La mayor producción de proteína con AA en el medio MRS fue a 37°C y con un valor de pH inicial de 7.5 (tabla 1).

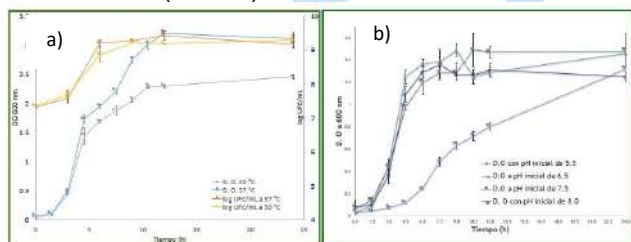


Fig. 1. a) Efecto de la temperatura sobre el crecimiento (D.O. y cuenta viable) de *S. lutetiensis* A45212 en el medio MRS a pH 6.5.

b) Efecto del pH sobre el crecimiento de *S. lutetiensis* A45212 (D.O.) en el medio MRS, 37°C.

Tabla 1. Actividad antimicrobiana de *S. lutetiensis* A45212 contra *L. monocytogenes* (mm; morado) y concentración de proteína total (µg/ml; azul) durante su crecimiento en MRS a diferentes valores de pH inicial, 37°C.

Tiempo (h)	5.5	5.5	6.5	6.5	7.5	7.5	8	8
0	16	0.534	19	0.557	19	0.635	17	0.543
3	19	0.536	21.25	0.544	21	0.645	21	0.556
6	20	0.517	22	0.562	24.5	0.655	23	0.579
9	20	0.508	21.75	0.537	25.25	0.65	23	0.563
12	21.75	0.497	21	0.503	24.75	0.681	22	0.546
24	21	0.512	20	0.542	23.25	0.65	21.75	0.572

Durante la concentración de las proteínas, se precipitó más proteína y se tuvo la mayor AA en la fracción de 60% de sulfato de amonio (datos no mostrados). Se observó que la proteína asociada con la AA en las muestras del método adsorción y desorción se encuentra entre 10 y 15 kDa (figura 2).

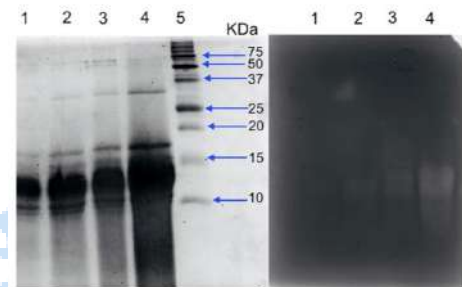


Fig 2. Perfil electroforético (16.5%) y zimograma (*L. innocua*) de muestras liofilizadas obtenidas con el método de adsorción y desorción. Carriles: 1) dilución 1:10, 2) dilución 1:5, 3) dilución 1:3, 4) sin dilución, 5) Marcador BioRad, Precision Plus Protein.

Conclusiones. El mayor crecimiento y producción de proteína con acción antimicrobiana por *Streptococcus lutetiensis* cepa A45212 en el medio MRS fue a 37°C, pH inicial=7.5, incubando por 9 horas. El mejor método para concentrar las proteínas con acción antimicrobiana fue el de adsorción-desorción. El peso molecular estimado de la proteína con actividad antimicrobiana es menor a 15 kDa.

Agradecimiento. Proyecto PAPIIT/UNAM IN-223917 y proyecto PAIP 5000-9099 de la Fac. Química, UNAM.

Bibliografía.

1. Wachter, C. 2014. *Revista Digital Universitaria*, 15(8), 2-14.
2. Maldonado, C. 2016. Tesis de licenciatura. UNAM. 1-103.
3. Laemmli U. K. 1970. *Nature*, 227(5259), 680-685.

ESTABILIDAD DE UN REQUESÓN ELABORADO CON LACTOSUERO FERMENTADO

Luis Fernando Patlan Velazquez, Alma Elizabeth Cruz Guerrero, Carlos Jiménez Pérez, Lorena Gómez Ruíz, Sergio Alatorre Santamaría, Francisco Guzmán Rodríguez, Luis Guillermo González Olivares, José Mariano García Garibay. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Ciudad de México. 09340, México. fer2447@gmail.com

Palabras clave: lactosuero, exopolisacáridos, estabilidad

Introducción. El lactosuero es un subproducto de la industria láctea con cantidades considerables de lactosa y proteínas, que se emplea como fuente de diversos productos [1]. Una alternativa para aumentar el rendimiento en diversos productos es el uso de exopolisacáridos (EPS), compuestos generados por diversos microorganismos que interactúan con las macromoléculas de la matriz donde se encuentran [2]. El objetivo de este trabajo fue utilizar lactosuero que contiene EPS para desarrollar un nuevo producto tipo requesón y evaluar su estabilidad.

Metodología. El lactosuero dulce se fermentó en dos lotes, uno con *Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus* NCFB 2772 y otro con *Streptococcus thermophilus* SY-102. Ambas fermentaciones se corrieron hasta obtener la máxima producción de EPS y se procedió a elaborar requesón con los mismos. El requesón elaborado se mantuvo en refrigeración para evaluar sus cambios en parámetros fisicoquímicos e instrumentales de forma semanal durante 21 días. Se evaluó el pH, humedad, dureza (con texturómetro) y color (con colorímetro). En el caso del color se evaluó la diferencia cromática CIELAB (ΔE) que es un indicador de que tan perceptibles son los cambios en el producto [3].

Resultados.

Los cambios en el pH y humedad de los dos lotes se muestran en la Figura 1

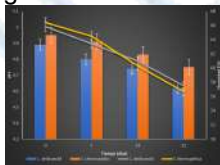


Fig. 1. pH y Humedad evaluados durante 21 días en requesón

La disminución en el pH de los quesos durante el almacenamiento es un comportamiento que ya se ha observado y suele asociarse a procesos de proteólisis dentro del mismo [4]. En el caso de la humedad, la disminución en la misma podría verse asociada con cambios en la estructura de la matriz alimenticia, donde los enlaces entre el EPS y las

proteínas del suero se debilitan, lo que fomenta la pérdida de humedad.

Los cambios en la dureza y color del requesón se muestran en las Tablas 1 y 2

Tabla 1. Cambios en la dureza del requesón durante almacenamiento

Formulación	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
<i>L. delbrueckii</i>	2.13 ± 0.035 ^a	2.75 ± 0.19 ^b	3.57 ± 0.072 ^c	4.70 ± 0.24 ^d
<i>S. thermophilus</i>	2.29 ± 0.04 ^a	2.89 ± 0.065 ^b	3.55 ± 0.13 ^c	4.34 ± 0.13 ^d

Tabla 2. Diferencia cromática (ΔE) del requesón durante el almacenamiento

Formulación	Día 7	Día 14	Día 21
<i>L. delbrueckii</i>	0.4402	2.146	6.82
<i>S. thermophilus</i>	0.481	2.429	7.67

El aumento en la dureza del requesón se puede asociar directamente a la pérdida de humedad, reflejando los cambios en las interacciones entre los componentes del requesón. Los cambios en color indican que para el día 21 la diferencia es considerable comparado con el color inicial del mismo [3]. Estos cambios en el color no implican necesariamente una mayor o menor aceptación en el producto final, pero pueden ser indicadores de los cambios en la estructura del producto.

Conclusiones. Se elaboró un producto tipo requesón a partir de lactosuero con exopolisacárido que mostró cambios en sus características durante el almacenamiento.

Bibliografía.

- Gutiérrez-Hernández, C. A., Hernández-Almanza, A., Hernández-Beltrán, J. U., Balagurusamy, N., Hernández-Teran, F. (2022). *Food Bosco*. 50: 102086
- Kaur, N., Dey, P. (2022). *Res. Microbiol.* 104024.
- Ramírez-Navas, J. (2010). *Téc. Lact Latam*. 61: 52-58
- Guo, M., Sheng, Z., Wang, P., Zhang, Y., Zhang, X., Zhang, Y., Szeto, I. M.-Y., Wang, Y., Ren, F., Luo, J. (2023). *Int. Dairy J.* 137: 105504

PRODUCCIÓN DE PÉPTIDOS ANTIMICROBIANOS Y ANTIHIPERTENSIVOS POR *L. rhamnosus* GG UTILIZANDO PREBIÓTICOS

María Isabel Chávez de la Vega¹, Alma Elizabeth Cruz Guerrero¹, Gabriela Rodríguez Serrano¹, Lorena Gómez Ruiz¹, José Mariano García Garibay^{1,2}

¹Departamento de Biotecnología, UAM-Iztapalapa, Ciudad de México C.P. 09340.

²Departamento de Ciencias de la Alimentación, UAM-Lerma, Lerma de Villada C.P. 52006.

Correo electrónico: chavezdlvega@gmail.com

Palabras clave: péptidos bioactivos, *L. rhamnosus* GG, prebióticos

Introducción. El sistema proteolítico de bacterias ácido-lácticas (BAL) juega un papel muy importante para su crecimiento ya que necesitan una fuente externa de aminoácidos que adquieren a través de la proteólisis, por ejemplo, de la caseína y de las proteínas de suero de leche¹. De la hidrólisis de las proteínas se generan péptidos que pueden presentar diversas actividades biológicas². Se ha demostrado que las BAL crecen cuando se adicionan prebióticos al medio de cultivo y son capaces de mejorar la actividad proteolítica de las bacterias probióticas³. Por lo que se evaluaron distintos prebióticos para determinar si tienen un efecto en la producción de péptidos con actividad antihipertensiva y antimicrobiana.

Metodología. Se llevaron a cabo fermentaciones con *L. rhamnosus* GG en medio MRS y sustituyendo la fuente de carbono por los prebióticos inulina, lactulosa y β -glucano extraído de avena. Se incubaron a 37 °C por 24 h. Se realizó una extracción de proteínas de las células a cada una de las fermentaciones para obtener las proteasas y estos extractos se incubaron en leche por 24 h. Se determinó el grado de proteólisis por medio de la técnica del TNBS. Se evaluaron dos bioactividades de los péptidos generados, la antimicrobiana⁴ y la antihipertensiva⁵.

Resultados. En la Figura 1 se observa la producción de grupos amino libres en leche con los extractos enzimáticos obtenidos a partir de *L. rhamnosus* GG. El tratamiento donde se presentó mayor producción fue aquel en el que se utilizó el extracto enzimático en presencia de β -glucano.

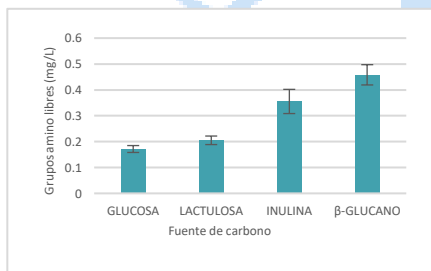


Fig. 1. Grupos amino libres producidos con extractos obtenidos de *L. rhamnosus* GG y las diferentes fuentes de carbono

En la figura 2A se aprecia el porcentaje de inhibición de los microorganismos indicadores. Los péptidos inhibieron mayormente a *L. innocua* ATCC 33090. En la figura 2B se observa la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) de los péptidos, siendo con el extracto obtenido con β -glucano en donde mayor inhibición se presentó.

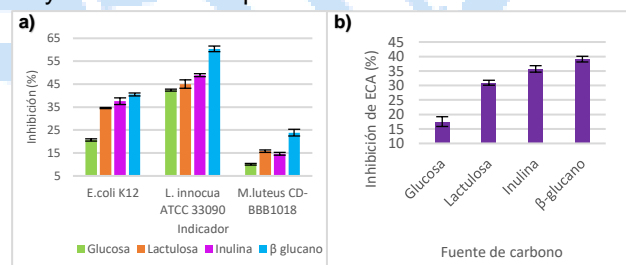


Fig. 2. Actividad a) antimicrobiana y b) antihipertensiva de los péptidos generados

En todos los casos se obtuvo actividad antimicrobiana y antihipertensiva, sin embargo, los extractos obtenidos con los prebióticos aumentaron las actividades biológicas de los péptidos. Especialmente con el β -glucano.

Conclusiones. El β -glucano tiene potencial para mejorar la actividad proteolítica de las BAL. Los prebióticos mejoran la síntesis de péptidos bioactivos.

Agradecimiento. El primer autor agradece al CONACyT por la beca 940425

Bibliografía.

- Rodríguez-Serrano, G.M.; García-Garibay, J.M.; Cruz-Guerrero, A.E.; Gómez-Ruiz, L.D.C.; Ayala-Nino, A.; Castañeda-Ovando, A.; González-Olivares, L.G. J. *Microbiol. Biotechnol.* 2018, 28, 1581–1588
- Martínez-Medina, G. A., Prado-Barragán, A., Martínez-Hernández, J. L., Ruíz, H. A., Rodríguez, R. M., Contreras-Esquivel, J. C., & Aguilar, C. N. (2019). *Rev Cient Univ Auton Coah.* 13(22).
- Jaimez-Ordaz, J., Martínez-Ramírez, X., Cruz-Guerrero, A. E., Contreras-Lopez, E., Ayala-Nino, A., Castro-Rosas, J., & González-Olivares, L. G. (2019). *Food Sci Technol.* 39(1), 188-194.
- Simova, E. D., Beshkova, D. B., & Dimitrov, Z. P. (2009). *J Appl Microbiol.* 106(2), 692-701.
- Hernández-Ledesma, B., Recio, I., Ramos, M., & Amigo, L. (2002). *Int Dairy J.* 12(10), 805-812.

EVALUACION DE UN ALIMENTO CON LARVA DE MOSCA SOLDADO Y MICROALGAS SOBRE LA FISIOLÓGIA DE *Oreochromis niloticus*

M. I. Nieto-Ramírez, J. F. García-Trejo, A. A. Feregrino-Pérez, M. V. Oviedo-Olvera y B. Parra-Pacheco. División de Investigación y posgrado. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Carretera a Chichimequillas Km 1, s/n, Amazcala, El Marques, Querétaro. C.P. 76010. mnieto05@alumnos.uaq.mx.

Palabras clave: Harinas alternativas, Parámetros de producción, Tilapia.

Introducción. Las harinas de larva de mosca soldado negro y de microalgas han sido una de las principales fuentes de proteína alternativas al uso de harina de pescado en la producción de alimentos acuícolas [1-2]. Las características nutricionales de estas harinas, principalmente de aminoácidos, vitaminas y minerales, han permitido un buen desarrollo de diversas especies acuáticas [3]. La tilapia es uno de los peces de mayor producción debido a su alto consumo como proteína para humanos [4]. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un alimento con larva de mosca soldado y microalgas sobre el desarrollo y sus parámetros de producción de tilapia.

Metodología. Se utilizaron 200 alevines de tilapia con 5 días de vida y se alimentaron durante 120 días con 4 dietas isoproteicas distintas: con larva (DLMS), con microalgas (DMC), con larva y microalgas (DB) y comercial (DC). Se registró semanalmente su peso y longitud, así como la calidad de agua (T, pH, O₂, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₃-N). Además, se realizó el análisis órgano-somático de 3 peces por cada tratamiento.

Resultados. De acuerdo con los resultados sobre los parámetros de producción de tilapia, el alimento con mayor ganancia de peso fue el alimento mezcla (Tabla 1). Sin embargo, la tasa de conversión alimenticia mayor se presentó en el alimento solo con larva de mosca soldado.

Tabla 1. Parámetros de producción de tilapia alimentada con cuatro diferentes dietas.

Dieta	Ganancia de peso (%)	Tasa de conversión alimenticia
DMC	4,287±383.7ab	2.16±0.6c
DLMS	5,557±992.7ab	2.30±0.13a
DB	10,068±857.5a	2.24±0.26b
DC	2,640±494.7b	1.88±0.11d

Los resultados de calidad de agua presentaron temperaturas que van desde 22 °C hasta los 27 °C (Figura 1). La concentración de oxígeno fue en un

rango desde 2 hasta 12 mg/L y un pH de 7.2 a 9.1 con tendencias similares entre cada tratamiento.

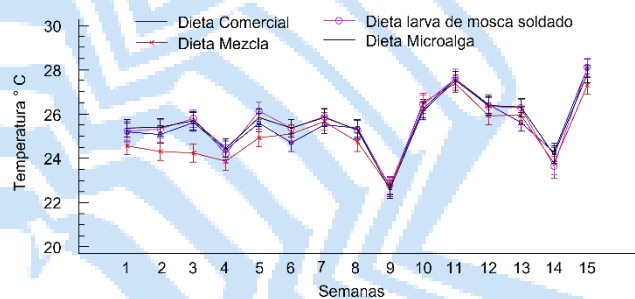


Fig. 1. Temperatura registrada de los sistemas de cultivo de tilapia alimentada con 4 dietas diferentes.

Además, la concentración de NO₂⁻, NO₃⁻ y NH₃-N fue similar en todos los tratamientos con diferencias entre la semana 13 y 16.

Conclusiones. De acuerdo con los resultados obtenidos, la sustitución de harina de pescado por harina de larva y microalga permite el desarrollo de tilapia a pesar de tener condiciones de temperatura menores a las óptimas para el cultivo de este organismo (28 °C). La dieta con larva de mosca soldado negro y microalga es la combinación que permite un mayor porcentaje de ganancia en peso.

Agradecimiento. A CONACyT por su apoyo de manutención con la beca 620684.

Bibliografía.

- Ikram Belghit, Nina S. Liland, Petter Gjesdal, Irene Biancarosa, Elisa Menchetti, Yanxian Li, Rune Waagbø, Åshild Krogdahl, Erik-Jan Lock. (2019) *Aquaculture*. Vol (503): 609-619. Apellido e inicial del nombre de cada coautor, separados por comas. (Año) *Abreviatura de la revista en letra cursiva*. Vol (num): pág-pág.
- Mohamed F. Abdelghany, Hanan B. El-Sawy, Samah A.A. Abd El-hameed, Mohamed K. Khames, Hany M.R. Abdel-Latif, Mohammed A.E. Naiel. (2020) *Fish & Shellfish Immunology*. Vol (107): 277-288.
- Kannan Mohan, Durairaj Karthick Rajan, Thirunavukkarasu Muralisankar, Abirami Ramu Ganesan, Palanivel Sathishkumar, Nagarajan Revathi. (2022) *Aquaculture*. Vol (553): 738095.
- Dawood, M.A.O., Ali, M.F., Amer, A.A., Gewaily, M.S., Mahmoud, M.M., Alkafafy, M., Assar, D.H., Soliman, A.A., Van Doan, H., (2021) *Fish Physiol*. Vol (47): 869-880.

ANÁLISIS DE LAS APORTACIONES METABÓLICAS DE LOS MICROORGANISMOS MÁS COMUNES DURANTE LA FERMENTACIÓN DEL PULQUE

Filiberto Bautista-Moreno, Georgina Hernández-Chávez, Francisco Bolívar, Adelfo Escalante;
Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de biotecnología; Cuernavaca 62209;
adelfo.escalante@ibt.unam.mx, filiberto.bautista@ibt.unam.mx

Palabras clave: Pulque, microbiota, metabolismo.

Introducción. A lo largo de 100 años de investigación microbiológica se ha identificado una larga lista de microorganismos presentes durante la producción del pulque. Algunos de estos microorganismos se han encontrado de manera regular, aun en muestras colectadas en puntos separados geográfica y temporalmente. Por lo tanto, se ha razonado que la fermentación del pulque depende de un grupo de microorganismos cuyo metabolismo en conjunto provee a la bebida de los compuestos necesarios para desarrollar sus propiedades organolépticas características.

El objetivo de este proyecto fue generar conocimiento experimental respecto a la aportación de los géneros de microorganismos más comunes del pulque a la composición de esta bebida, con el fin de ponderar su importancia en la producción del pulque y dar un paso hacia la definición del conjunto mínimo de microorganismos necesarios para la producción industrial de esta bebida.

Metodología. Se realizó un análisis comparativo de tres trabajos metagenómicos de pulque (1-3) para identificar aquellos géneros de microorganismos comunes en las bibliotecas estudiadas. Posteriormente, se obtuvieron cepas aisladas de pulque de cada uno de los géneros identificados y se realizó la caracterización de su crecimiento en aguamiel estéril. Finalmente, se cuantificó mediante HPLC la producción de compuestos claves (etanol y ácidos orgánicos) por parte de cada cepa estudiada, así como su consumo de carbohidratos (sacarosa, glucosa y fructosa).

Resultados. Se identificaron 4 géneros de bacterias y dos de levaduras comunes en las bibliotecas de DNA públicas de pulque disponibles en línea hasta el 2022. Los géneros presentes en todas las bibliotecas analizadas son: *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Zymomonas*, *Saccharomyces* y *Kluyveromyces*. Tras realizar el análisis de las fermentaciones individuales de representantes de cada uno de los géneros mencionados, se determinó que, en el caso de las levaduras, ambos géneros producen de manera independiente niveles de alcohol y ácido succínico similares a los que se suelen encontrar en el pulque comercial. En el caso de la bacteria

Zymomonas se observó que, produce niveles de alcohol por debajo de los esperados en el pulque. Por su parte, la cepa de *Lactobacillus* empleada produjo por sí misma una concentración de ácido láctico similar a la presente en el pulque comercial.

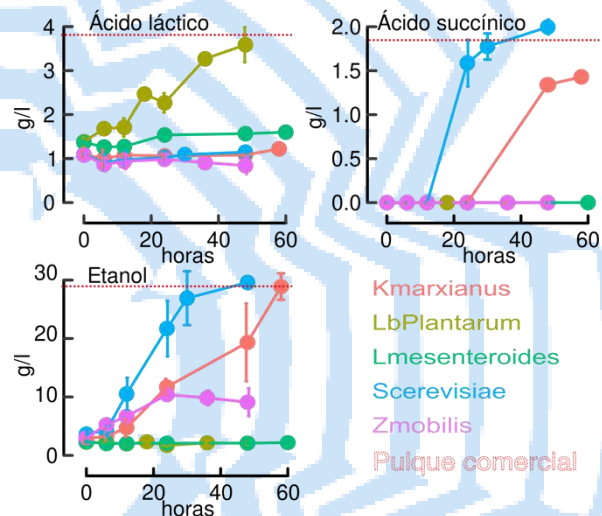


Fig. 1. Producción de algunos metabolitos claves del pulque producidos por los microorganismos estudiados a lo largo de 60 horas de fermentación.

Conclusiones. Se observó que un conjunto de tan solo tres o cuatro bacterias y dos levaduras son suficientes para producir los compuestos claves del pulque de manera independiente. Estos resultados son el primer acercamiento experimental moderno a la definición de un conjunto mínimo de microorganismos necesarios para la fermentación del pulque y establecen un punto de partida para potenciar la industrialización de la bebida.

Agradecimiento. Este trabajo fue financiado por el proyecto PAPIIT IN227023.

Bibliografía.

- Escobar-Zepeda, A., Montor, J. J., Olvera, C., Sánchez-Flores, A. y Lopez-Munguia, A. (2020) *J Food Sci Technol*. 5(2): 83-97.
- Chacón-Vargas, K., Torres, J., Giles-Gómez, M. et al. (2020) *Sci Rep* 10(15115): 1-13.
- Rocha-Arriaga, C., Espinal-Centeno, A., Martínez-Sánchez, S., Caballero-Pérez, J., Alcaraz, L. D., Cruz-Ramírez, A. (2020) *Microbiol. Res.* 241

EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN SUERO DE LECHE DE CABRA.

Mayana Zavala-Gutierrez¹, Stefanny Michel Noriega Paz¹, Jonathan Ulises Armendáriz-Flores¹, Servando Rojas-González², Gabriela Rodríguez-Hernández^{1*}.

Universidad de Guanajuato. Departamento de alimentos¹. Universidad de Guanajuato. Departamento de Veterinaria y Zootecnia². Cd. Irapuato Guanajuato. C.P. 36500. gabriela.rodriguez@ugto.mx*

Palabras clave: bioactividades, DPPH, lactosuero.

Introducción. La leche y sus derivados como el lactosuero son alimentos con alto valor nutritivo, que además ejercen efectos positivos, gracias a sus componentes bioactivos como proteínas, lípidos y carbohidratos (1). Adicionalmente la leche de cabra posee los más altos valores nutricionales y terapéuticos, solo superada por la leche materna (2). El objetivo del presente proyecto es monitorear la actividad antioxidante en lactosuero de leche de cabra.

Metodología. Se obtuvo el lactosuero de la leche de cabra, por la fermentación del cultivo *Lactococcus lactis* R-704[®] y se separó en tres tratamientos con diferente pasteurización (1: sin pasteurizar, 2: a 65°C por 30 minutos y 3: a 90°C por 10 minutos) y se monitoreó durante vida en anaquel (a 4°C), su pH (3), acidez titulable (3) y actividad antioxidante (4,5). Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS System, versión 9.0, con los procedimientos GLM (Modelo Lineal General) y TUKEY (Análisis de medias).

Resultados. Se observaron diferencias entre tratamientos y durante el monitoreo en el pH (Gráfico 1), acidez titulable (Gráfico 2) y la actividad antioxidante (Tabla 1), esta última siendo mas alta en el tratamiento 2.

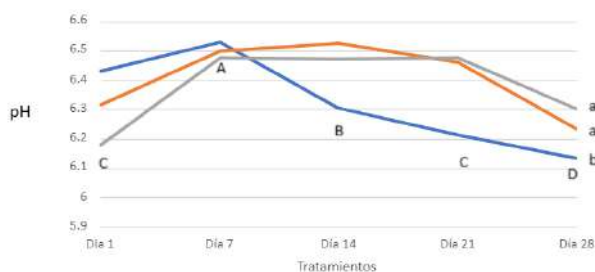


Gráfico 1. pH de lactosuero de cabra durante vida en anaquel. ^{A,B} Literales mayúsculas indican diferencias entre día de monitoreo ($p < 0.01$). ^{a,b} Literales minúsculas indican diferencias entre tratamientos ($p < 0.01$). Tratamientos: 1. Sin pasteurización, 2. A 65°C por 30 minutos y 3 a 90°C por 10 minutos.

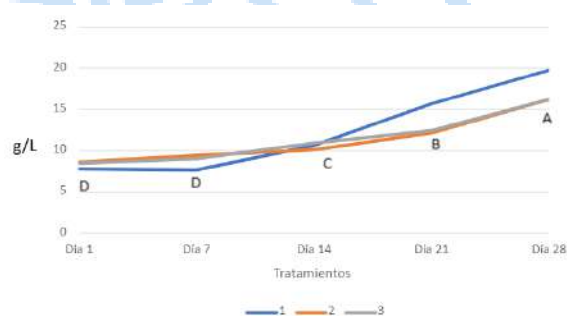


Gráfico 2. Acidez titulable de lactosuero de cabra durante vida en anaquel. ^{A,B} Literales indican diferencias entre día de monitoreo ($p < 0.01$). Tratamientos: 1. Sin pasteurización, 2. A 65°C por 30 minutos y 3 a 90°C por 10 minutos.

Tabla 1. Monitoreo de actividad antioxidante en lactosuero de cabra durante vida en anaquel.

Tratamientos	Día de monitoreo				
	1	7	14	21	28
1	15.4±6.3 ^{Ba}	14.8±4.4 ^{Ba}	9.7±4.1 ^{Bb}	5.2±2.4 ^{Bb}	3.5±0.9 ^{Bb}
2	24.1±10.6 ^{Aa}	17.6±8.0 ^{Aa}	11.6±3.8 ^{Ab}	13.0±3.9 ^{Ab}	12.1±2.4 ^{Ab}
3	3.0±1.2 ^{Ca}	1.3±0.4 ^{Ca}	0.2±0.4 ^{Cb}	0.2±0.2 ^{Cb}	0.5±0.5 ^{Cb}

^{A,B} Literales mayúsculas indican diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$). ^{a,b} Literales minúsculas indican diferencias por día de monitoreo ($p < 0.05$). Tratamientos: 1. Sin pasteurización, 2. A 65°C por 30 minutos y 3 a 90°C por 10 minutos.

Conclusiones. Se observó que la actividad antioxidante en el lactosuero de cabra es más alta entre los días 1 al 7 y con una pasteurización lenta de 65°C por 30 minutos.

Agradecimiento. A la empresa Chr-Hansen de México S.A de C.V., por la donación del cultivo R-704[®].

Bibliografía.

- Bhat Z.F., Bhat H. (2014). Int. J. Dairy Sci. 6: 1-12.
- Bidot-Fernández A. (2017). CIMAGT.29(2): 32-41.
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010.
- Donkor O.N., Henriksson A., Singh T.K., Vasilijevic T., Shah N.P. (2007). Int. Dairy J. 17:1321-1331.
- Pritchard S.R., Phillips M., Kailasapathy K. (2010). Food Research Int. 43(5):1545-1548.

EMPAQUES INTELIGENTES PARA EL MONITOREO DE pH A BASE DE BETALAÍNAS

Noemi Takebayashi-Caballero, Monserrat Escamilla-García, Carlos Regalado-González, Víctor Castaño-Meneses, Jorge Gracida-Rodríguez, UAQ, Facultad de Química, Querétaro 76010, ntakebayashi13@alumnos.uaq.mx

Palabras clave: recubrimientos inteligentes, betalaínas, indicador-pH

Introducción.

Los empaques inteligentes permiten monitorear la calidad de los alimentos. Se han usado colorantes sintéticos, pero debido a su toxicidad, se ha emigrado hacia pigmentos naturales, como lo son las betalaínas, que se pueden extraer de residuos como el bagazo de betabel. Los pigmentos pueden fungir como indicadores de pH⁽¹⁾. Se ha reportado que las betalaínas son estables en un pH de 3-6 y son rojas; se tornan amarillas en condiciones alcalinas debido a una hidrólisis del enlace aldimina, mientras que la acidificación produce recondensación del ácido betálmico con un grupo amino, cambiando de color a morado⁽²⁾. El objetivo del trabajo es elaborar recubrimientos comestibles inteligentes que sirvan como indicadores de pH para monitorear el estado de la comida.

Metodología.

Se elaboraron recubrimientos comestibles a partir de investigaciones previas de Escamilla-García y col⁽³⁾. Se elaboraron recubrimientos de quitosano al 1% y almidón al 3% (p/v), adicionados con betalaínas (50% v/v) y aceite esencial de romero (0.5% v/v). Teniendo los 4 tipos de recubrimientos en 10 cajas Petri, se adicionó buffer en cada película, siguiendo el método de Kuswandi y col.⁽⁴⁾. Se esperó hasta que la película cambiara de color (45 min), se secó a 40 °C por 2 h. Se midieron los cambios de color del recubrimiento usando un colorímetro para obtener los parámetros de colores.

Resultados.



Fig. 1. Elaboración de películas comestibles y sus parámetros de color. A: almidón; Q: Quitosano; R: Aceite esencial de romero.

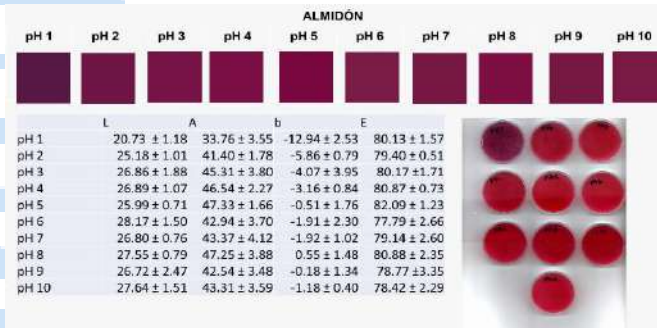


Fig. 2. Cambio de color en pH 1-10 para la película de almidón con sus parámetros de colores.

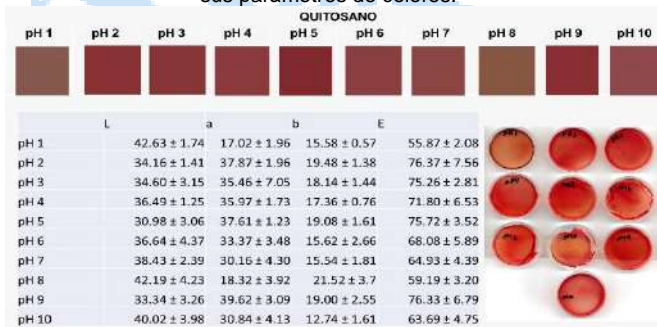


Fig. 3. Cambio de color en pH 1-10 para la película de quitosano con sus parámetros de colores.

Conclusiones.

El recubrimiento mostró diferentes colores. A obtuvo una tonalidad morada, AQ y Q presentaron una coloración roja y al incorporar R se tornó a naranja. La película A, se observa un cambio de color en pH 1, Q, AQ y AQ+R se obtienen diferencias significativas para la película pH 1 y 8, aunque existen diferencias de tonalidades a lo largo de la escala.

Agradecimiento. Fondo para el Desarrollo del conocimiento (FONDEC-UAQ-2021)

Bibliografía.

- Balbinot-Alfaro E, Craveiro DV, Lima KO, y col., Prentice C. (2010). *Food Eng Rev.* Vol 11:1-10.
- Jadhav RV, y col. (2020). *Pharm Reson.* Vol 2:12-20.
- Escamilla-García M, Reyes-Basurto A, Garcia-Almendarez BE, Hernández-Hernández E, Calderón-Domínguez G, Rossi-Marquez G, Regalado-Gonzalez C. (2017). *Coatings.* Vol 7:1-15.
- Kuswandi B, Asih NP, Pratoko DK, Kristiningrum N, Moradi M. (2020). *Packag Technol Sci.* Vol 33:321-332.

ESPECTROSCOPIA FT-IR ATR APLICADA A CACAOS MEXICANOS

Karen Rocio Villarreal-Silva, Ana María Rodríguez-Cano, Blanca Estela González-Rodríguez, Leslie Rubí Montiel-Tadeo, Pedro García-Alamilla, División Académica de Ciencias Agropecuarias, UJAT, Km 25 Carret. Villahermosa-Teapa, Tabasco, C.P. 86298, México. pedro.garciaa@ujat.mx

Palabras clave: Análisis multivariado, cacao, espectroscopia

Introducción. El cacao representa un cultivo de alta importancia en el sureste mexicano (Tabasco y Chiapas). Hoy en día el cacao es apreciado no solamente por ser la materia prima para el chocolate, sino también por su contribución a la salud. Las diferencias en composición química de origen en el cacao es función del cultivar, la región geográfica, las condiciones edafoclimáticas y el manejo poscosecha (1-3). En México no se conoce exactamente la genética y si los cacaos de diferentes regiones muestran diferencias como cultivares, además de investigación sobre composición química, sin embargo, ello implica el uso de plataformas analíticas costosas y tiempo. El objetivo de la investigación fue aplicar espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FT-IR) con reflectancia total atenuada (ATR) a polvos de cacao mexicanos de diferentes orígenes geográficos y análisis multivariado con metaboanalyst 5.0.

Metodología. El trabajo se llevó a cabo con 49 muestras de granos de cacao seco de Tabasco, Chiapas y Oaxaca. Las muestras fueron congeladas a -20°C, se retiró testa del cotiledón, se molieron y tamizaron por malla no. 40 (Montinox, México). El polvo se utilizó para realizar las mediciones de espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier “FT-IR” (Perkin Elmer, Frontier, EUA) con ATR a 4 cm⁻¹ y 32 scan de 4000 a 400 cm⁻¹. El espectro generado se utilizó para formar la matriz de datos, a la cual se aplicó análisis multivariado con metaboanalyst 5.0.

Resultados. Los espectros del polvo de cotiledón muestran distintas señales, asignándose entre 34 a 36 señales de frecuencia. Las cuales se utilizaron para definir la matriz de datos a la que se le aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis Discriminante por Mínimos Cuadrados Parciales (ADMCP). El ACP mostró que el componente uno (CP1) contribuyó con un 86.5% a la varianza total, mientras que el segundo (CP2) contribuyó con un 12.1%. Los tres primeros contribuyeron con 98.6% de la varianza total. Cuatro grupos se diferenciaron por ACP y ADMCP (Figura 1 y 2) que corresponde a las siguientes señales: 1732 cm⁻¹; 1062 cm⁻¹; 1471, 1385,

1252 1177, 1176, 1108, 1109, 1112 cm⁻¹ y 1646-1436 cm⁻¹. Dos grupos estuvieron formados por un solo productor T19 (Ignacio Allende, Chiapas), T48 (Huimanguillo, Tabasco).

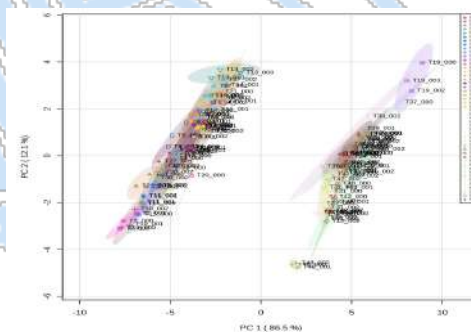


Fig. 1. Gráfica de score por ACP mostrando los agrupamientos en las señales de vibración de FT IR de muestras de cacaos mexicanos.

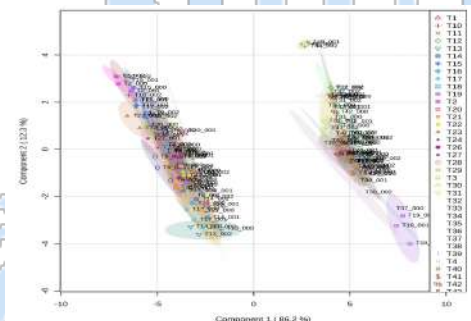


Fig. 2. Gráfica de score por Análisis discriminante con mínimos cuadrados parciales (ADMCP) de polvos de cacaos por FT IR.

Conclusiones. El análisis de ACP y ADMCP mostró la formación de cuatro grupos de diferentes orígenes de cacaos mexicanos. Señales de espectros de FT-IR ATR fueron encontradas para diferenciar estos grupos.

Agradecimiento. Financiado: Fondos mixtos TAB-2018-01-01.

Bibliografía.

1. Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., Ryan, A. (2008). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9): 840–857
2. Hue, C., Gunata, Z., Breyse, A., Davrieux, F., Boulanger, R., Sauvage, F. X. (2016). *Food Chemistry*, 192: 958–964
3. Niemenak, N., Rohsius, C., Elwers, S., Omokolo Ndoumou, D., Lieberei, R. (2006). *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7): 612-619, 2006.

DETECCIÓN MOLECULAR DE BACTERIAS PATÓGENAS EN QUESO BOLA DE OCOSINGO

Tania Olivera, Mariana Sánchez, Cindy A. Estrada y Maricarmen Quirasco, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Depto. de Alimentos y Biotecnología, Ciudad de México, 04510, quirabma@unam.mx.

Palabras clave: PCR en tiempo real (qPCR), bacterias patógenas, queso artesanal madurado

Introducción. El queso bola es un producto lácteo elaborado de manera artesanal a partir de leche no pasteurizada en el municipio de Ocosingo, Chiapas y, a pesar de que es sometido a un proceso de maduración de 21 días como mínimo (1), surge la necesidad de buscar bacterias que puedan poner en riesgo la salud del consumidor. El alcance de este proyecto involucró la evaluación de quesos artesanales elaborados en Ocosingo. Las técnicas tradicionales para detección de patógenos en alimentos implican tiempos largos y un riesgo al analista, por lo que aquí se planteó como alternativa utilizar la técnica de qPCR, que además es muy específica y sensible, para el análisis microbiológico de las muestras.

El objetivo de esta investigación fue determinar la presencia de *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* (O157:H7 y ETEC), *Listeria monocytogenes* y *Brucella spp.* en muestras de quesos de Ocosingo a través de PCR en tiempo real.

Metodología. Se analizaron muestras de Queso bola provenientes de 8 productores de la región, cada uno por duplicado. 25 g del producto se homogenizaron en Stomacher y se inocularon en medios de cultivo selectivos para la etapa de enriquecimiento. Se extrajo el ADN de los paquetes celulares obtenidos mediante un kit comercial. La qPCR, de genes específicos para cada bacteria, se realizó mediante la química TaqMan®, en el equipo ABI7500. Se comprobó la especificidad de los cebadores con cepas de colección (controles positivos y negativos).

Resultados. Para validar el método y corroborar la especificidad tanto de sondas como cebadores, se realizó la qPCR con ADN de diferentes microorganismos patógenos y no patógenos que se podrían encontrar presentes en la microbiota del queso. Como se esperaba, sólo hubo amplificación a partir del ADN de la bacteria blanco. De igual manera se corroboró la sensibilidad y la eficiencia del método. Se comprobó que la reacción era óptima, pues cada vez que diluyó una muestra 10 veces, el valor de Ct aumentó aproximadamente 3.3 ciclos (2) (Tabla 1). Se realizó la amplificación de la región ribosomal V3 16S del ADN extraído del pellet celular obtenido

después del paso de enriquecimiento. Se obtuvieron amplicones de aprox. 200 pb, característico de dicha región, con lo que se demostró que en los medios de enriquecimiento sí hubo crecimiento de biomasa y que el ADN extraído tenía calidad amplificable.

Tabla 1. Valores de los promedios de Ct obtenidos para los genes específicos de cada microorganismo patógeno.

Microorganismo (gen blanco)	Ct con 100 ng de ADN	Ct con 10 ng de ADN
<i>Salmonella spp (invA)</i>	12.94 ± 0.03	16.32 ± 0.4
<i>S. aureus (nucA)</i>	13.96 ± 0.07	16.68 ± 0.05
<i>L. monocytogenes (hly)</i>	13.56 ± 0.18	16.82 ± 0.3
<i>Brucella spp (per)</i>	12.55 ± 0.33	15.57 ± 0.25
<i>E. coli ETEC (elt BI)</i>	12.79 ± 0.3	N.r
<i>E. coli O157:H7 (eae)</i>	13.93 ± 0.09	N.r
NTC	NA	NA

NTC, control sin molde. NA, no amplificó. N.r, no realizado

Los resultados del análisis indicaron la ausencia total de ADN de *L. monocytogenes*, *Brucella spp*, *E. coli ETEC* y O157: H7. Se detectó la presencia de ADN proveniente de *Salmonella enterica* y *S. aureus* en un 1.5% y 0.5% de las muestras, respectivamente. Sin embargo, por el Ct obtenido, correspondería a microorganismos no viables.

Conclusiones. Se determinó la ausencia de los microorganismos patógenos de interés alimentario en muestras representativas de ocho productores de Queso bola de Ocosingo, con lo que se demostró que es un producto inocuo a pesar de provenir de leche no pasteurizada. La técnica de qPCR es una alternativa rápida, específica y poco riesgosa para el analista, por lo que se propone como un método alternativo de evaluación microbiológica a comparación de los métodos tradicionales.

Agradecimiento. PAPIIT IN229319, PAIP 5000-9102.

Bibliografía.

- Cervantes, F., Villegas, A., Cesin, A. y Espinoza, A. 2013. *Los quesos mexicanos genuinos. Patrimonio cultural que debe rescatarse*. 2ª edición. Guadalajara: Biblioteca Básica de Agricultura.
- Dorak, T., 2006. *Real time PCR*. UK; Taylor & Francis group, 3-29, 45-47

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área V. Biotecnología ambiental

VO01	EL SARGAZO COMO RECURSO POTENCIAL EN LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÉTICOS. Autores: Iván Ehecatl López-González, Pablo Antonio López-Pérez, Carlos Escamilla-Alvarado, Dulce Jazmín Hernández-Melchor.	151
VO02	VO02. EFECTO DE LOS MICROPLÁSTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO. Autores: Honorio Patiño Galván, María de la Luz Xóchilt Negrete Rodríguez, Ileana Castro González, Dioselina Álvarez Bernal, Aurea Bernardino Nicanor, Eloy Conde Barajas.	152
VO03	VO03. BACTERIAS POTENCIALMENTE PATÓGENAS EN PTAR DE LACDMX. Autores: Yovany Cuetero Martínez, Daniel de los Cobos Vasconcelos, Adalberto Noyola Robles.	153
VO04	EL DESTINO AMBIENTAL COMO INDICADOR PARALELO AL USO DE BIOENSAYOS PARA EVALUAR TOXICIDAD DE HIDROCARBUROS EN SUELOS. Autores: Paulina Gómez-Flores, Tania Volke-Sepúlveda.	154
VO05	TASAS DE CONSUMO DE METANO Y PERFIL BIOQUÍMICO DE UNA ESPECIE METANOTRÓFICA ALCALÓFILA A DIFERENTES PH. Autores: Brenda Rodríguez Reyes, Patricia Elizabeth Ruiz Ruiz, Sergio Revah Moiseev.	155
VO06	DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA PRESENCIA DE PERCLORATO SOBRE LA SOLUBILIZACIÓN DE FÓSFORO POR KLEBSIELLA SPP. Autores: Daniel Fernando Cortez Acosta, Luc Dendooven, Miguel Ángel Gómez Lim, Emir Martínez Gutierrez, Víctor Olalde Portugal.	156
VO07	BIODEGRADACIÓN DE NEGRO 22 USANDO SACCHAROMYCES CEREVISIAE INMOVILIZADA EN PERLAS DE ALGINATO. Autores: Daniela Andaluz Rochel, Lorena Cuevas Albarrán, María Fernanda Rotter Vela, Daniel Toledo Aranda, Laura Catalina Castillo Carvajal.	157
VO08	BIODEGRADACIÓN DE AMINAS AROMÁTICAS ORIGINADAS DE LA REDUCCIÓN DEL COLORANTE ROJO ALLURA EN UN PROCESO METANOGÉNICO. Autores: Edna R. Meza E., Diana L. Saavedra, Denisse Serrano, Luis H. Alvarez.	158
VO09	REMOVAL OF VOLATILE METHYL SILOXANES IN A TWO-PHASE PARTITIONING BIOREACTOR. Autores: Gratia Flores-Salgado, Guillermo Quijano.	159

VO10	<p>TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE UN SUELO CONTAMINADO CON ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ UTILIZANDO BACTERIAS AUTÓCTONAS. Autores: José Rocaber Vargas Rodríguez, Guadalupe López Avilés, Francisco Javier Almendariz Tapia, Kadiya del Carmen Calderón Alvarado, Alfonso Álvarez Villa.</p>	160
VO11	<p>POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE RESIDUOS CERVECEROS PARA EL CULTIVO Y OBTENCIÓN DE ENZIMAS EXTRACELULARES DE PLEUROTUS DJAMOR. Autores: Luis Alejandro Castillo González, Rubén Darío Cárdenas Duarte, José Luis Martínez Salgado, Luz María Teresita Paz Maldonado.</p>	161
VO12	<p>ELIMINACIÓN DE ANTIMONIO SB(III) Y SB(V) MEDIANTE PROCESO DE REDUCCIÓN DE SULFATO BIOLÓGICO. Autores: María Rosario Sánchez Macías, Jesús Leobardo Valenzuela García, Guadalupe López Avilés, Kereen Krizzan Encinas Soto, Francisco Javier Cervantes Carrillo, Aurora M. Pat Espadas.</p>	162
VO13	<p>ESTUDIOS DE BIORREMEDIACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL JALE “LA CONCHA” GUERRERO. Autores: Nayely López Delgado; Paloma Lara Figueroa; Sara Beltrán; Luz Bretón Deval; Giovanni Hernández Flores; Jazmín López Díaz; Katy Juárez.</p>	163
VO15	<p>EVALUACIÓN DE AZOTOBACTER VINELANDII EN LA DEGRADACIÓN DE CLORPIRIFÓS Y SU MICROENCAPSULACIÓN PARA LA FORMULACIÓN DE UN INOCULANTE. Autores: Victoria Conde-Ávila, Carmen Martínez-Valenzuela, Luis Daniel Ortega-Martínez, Beatriz Pérez Armendáriz, Octavio Loera, Carlos Peña.</p>	164

EL SARGAZO COMO RECURSO POTENCIAL EN LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÉTICOS

Iván Ehecatl López-González¹, Pablo Antonio López-Pérez¹, Carlos Escamilla-Alvarado², Dulce Jazmín Hernández-Melchor³. ¹Escuela Superior de Apan, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo 42184, ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León 66629, ³Colegio de Postgraduados, Estado de México 56230, México. hernandez.dulce@colpos.mx

Palabras clave: Sargazo, biocombustibles, integración de procesos.

Introducción. El cambio climático ha provocado la proliferación excesiva de macroalgas pardas como *Sargassum* sp., ocasionando graves problemas socioeconómicos y ambientales que perjudican a miles de seres vivos a nivel mundial (1). Ante esta situación emergente, los investigadores se han enfocado en formas efectivas de utilizar al sargazo como materia prima y convertirla en compuestos de valor agregado para diversas industrias; tales como productos agrícolas, cosmecéuticos, farmacéuticos y biocombustibles, que representan una alternativa energética al consumo insostenible y perjudicial para el medio ambiente de los combustibles fósiles (2). *Sargassum* sp. es considerada una excelente materia prima para la producción de bioenergéticos debido a su tasa de crecimiento rápido, alta composición de polisacáridos y poco contenido de lignina, lo que facilita la extracción de carbohidratos complejos (3). En este sentido, se han propuesto algunas técnicas de conversión de sargazo que son de gran utilidad, no obstante, estas son poco factibles para su escalamiento industrial debido a la deficiencia en la integración de sus procesos y la falta de evaluación tecnoeconómica y ambiental. El presente trabajo tiene como objetivo valorar las vías de producción existentes para el subgénero *Sargassum*, destacando su importancia y analizando las oportunidades y desafíos que su uso representa.

Metodología. Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura utilizando tres motores de búsqueda; Web of Science, PubMed y Science Direct con el fin de identificar artículos publicados del año 2012 hasta 2023 que estuvieran enfocados en la producción de bioenergéticos y co-productos a partir de sargazo. La estrategia de búsqueda consistió en introducir palabras clave de manera jerárquica, procurando resumir el objetivo de estudio. Adicionalmente, se realizó una búsqueda avanzada utilizando la base de datos Patentscope y los resultados de la consulta se filtraron a través del análisis de títulos, resúmenes y conclusiones. La organización de la información se realizó mediante el uso del gestor bibliográfico EndNote X9 donde se crearon 3 grupos inteligentes.

Resultados. La covalorización de múltiples productos generados a partir de la biomasa de sargazo ha incrementado en los últimos años como parte de su aprovechamiento, ver figura 1.

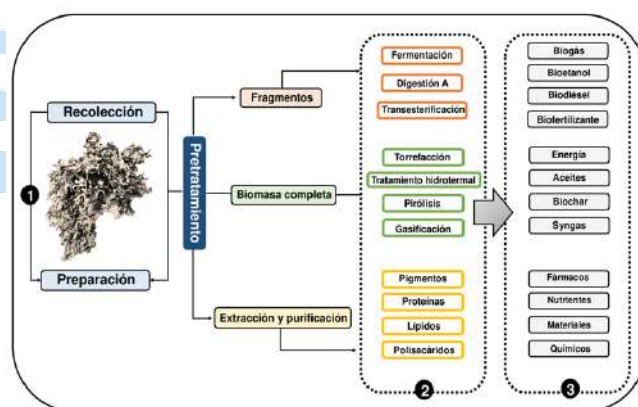


Figura 1. Diagrama de flujo de las rutas de producción en *Sargassum* sp. Adaptado de Kostas *et al.* (2021). Donde 1) proceso upstream, 2) proceso midstream y 3) proceso downstream.

Conclusiones. El uso del sargazo en la generación de bioenergéticos y co-productos permite abordar parte de las problemáticas económicas, sociales y ambientales derivadas de la proliferación excesiva que afecta a miles de especies en la región del Caribe. Es necesario el desarrollo de tecnologías que permitan la conversión eficiente de la biomasa y la escalabilidad de los procesos.

Agradecimiento. Los autores agradecen a COLPOS por las facilidades prestadas y al CONACyT por la beca de posgrado otorgada a IE-LG (CVU #1234673).

Bibliografía

- Orozco J., Amador F., Gordillo A., García T., Alper H., Carrillo D. (2022) *Frontiers in Marine Science*.
- Del Río P., Gullón B., Pérez A., Romání A., Garrote G. (2021). *Bioresour. Technol.* 340: 125733.
- Kostas, E.T., Adams, J.M., Ruiz, H.A., Durán-Jiménez, G., Lye G.J. (2021) *Renew Sust Energy Rev.* 151: 111553.

EFECTO DE LOS MICROPLASTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO

Honorio Patiño Galván, María de la Luz Xóchilt Negrete Rodríguez, Ileana Castro González, Dioselina Álvarez Bernal, Aurea Bernardino Nicanor, Eloy Conde Barajas; Departamento de Ingeniería Ambiental y Posgrado de Ingeniería Bioquímica, Tecnológico Nacional de México/ IT de Celaya, Antonio García Cubas 600, Col. Fovissste, CP 38010 Celaya, Guanajuato
eloy.conde@itcelaya.edu.mx

Palabras clave: suelo, microplásticos, polipropileno

Introducción. Un problema ambiental que últimamente está llamando la atención es la presencia de microplásticos (MP's), los cuales se definen como porciones plásticas menores a 5 mm (1). Aunado a lo anterior, la creciente demanda de cubrebocas por la pandemia de COVID 19 y su disposición inadecuada, la cantidad de plástico, principalmente de polipropileno (PP) se ha incrementado en cuerpos de agua y en suelo (2).

Por esa razón en esta investigación se evaluó el efecto que tienen los MP's en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo.

Metodología. Se llevó a cabo un experimento durante 4 semanas a nivel microcosmos donde se mezclaron diferentes concentraciones de MP's (0% PP, 0.5% PP, 1% PP, 5% PP) con suelo agrícola previamente caracterizado. Se evaluaron características fisicoquímicas como NO_3^- utilizando la metodología de Alef y Nannipieri (3), Nitrógeno Total (NT) mediante digestión micro *Kjeldahl*, Carbono Orgánico Total (COT) mediante oxidación con dicromato de potasio, referente a parámetros biológicos se determinó Actividad Enzimática FDA mediante la metodología de Green et al. (4), y se finalmente se determinó el CO_2 emitido mediante la captación con NaOH 1 M y titulación volumétrica con HCl 0.1 M.

Resultados. De los parámetros fisicoquímicos antes mencionados el que presentó mayor diferencia a lo largo del experimento fue el COT siendo siempre mayor en el tratamiento 5%PP con respecto a los demás (Fig. 1A), y aunque el NT no mostró una diferencia significativa a lo largo del experimento la relación C/N si se vio afectada por el COT. El NO_3^- presentó una diferencia significativa para el día 3, 14 y 28, ya que para el día 14 y 28 la cantidad de NO_3^- era casi del doble en el tratamiento de 5% PP respecto a los demás con un valor de 49.36 y 60.39 mg NO_3^-/kg suelo respectivamente (Fig. 1B).

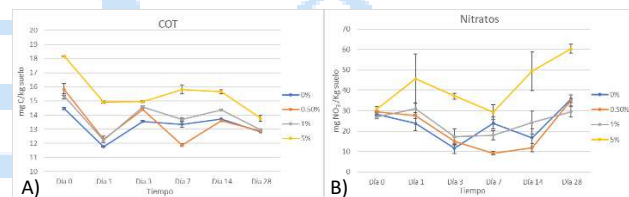


Fig. 1 A) Grafica de concentraciones de COT y B) Grafica de concentración de NO_3^- durante el experimento

La actividad enzimática FDA mostró una diferencia, ya que en el día 1, los tratamientos de 1% PP y 5% PP tenían los valores más bajos, y para el día 28 el tratamiento 5%PP presentó el valor más alto (Fig. 2A). El CO_2 a partir del día 7 presentó una diferencia significativa en el tratamiento 5% PP con respecto a los demás (Fig.2B).

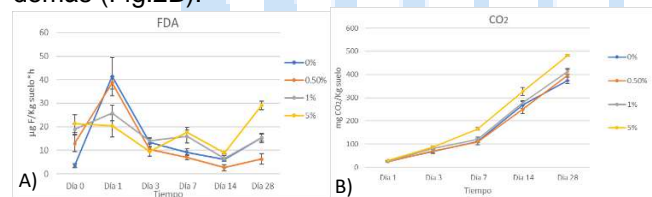


Fig. 2 A) Grafica de actividad FDA y B) Grafica de CO_2 acumulado durante el experimento

Conclusiones. La adición de MP's (5%) en suelo, tuvo un efecto en sus propiedades, destacando principalmente una diferencia significativa en la cantidad de NO_3^- y CO_2 al día 28 con 60.39 mg NO_3^-/kg suelo y 482.4 mg /kg suelo de CO_2 acumulado respectivamente.

Agradecimiento. Al TECNМ en Celaya por financiar este proyecto

Bibliografía.

1. Rocha-Santos T, Duarte A. C. (2015). *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 65, 47-53.
2. Patrício Silva A. L, Prata J. C, Mouneyrac C, Barcelò D, Duarte A. C, Rocha-Santos T. (2021). *Science of The Total Environment*, 792, 148505.
3. Alef K., Nannipieri P. (1995). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry* (No. 631.46 M592ma). Academic Press. 82-84
4. Green V. S, Stott D. E, Diack M. (2006). *Soil Biology and Biochemistry*, 38(4), 693-701.

BACTERIAS POTENCIALMENTE PATÓGENAS EN PTAR DE LA CDMX

Yovany Cuetero Martínez, Daniel de los Cobos Vasconcelos, Adalberto Noyola Robles
Subdirección de Hidráulica y Ambiental del Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX. C.P. 04510 YCueteroM@iingen.unam.mx

Palabras clave: aguas residuales, PacBio® Sequel II, gen 16S RNA.

Introducción. En la actualidad, la eficacia de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) es regida por parámetros convencionales que, entre otros, establecen límites para coliformes fecales, *Salmonella spp* y huevos de helmintos. Sin embargo, no son considerados otros contaminantes emergentes como las bacterias potencialmente patógenas para el humano (BPH) que pueden sobrevivir en las aguas tratadas a reusar¹.

El objetivo de esta investigación fue conocer la remoción y persistencia de BPH en las diversas PTAR de la CDMX.

Metodología. Se realizaron dos campañas de muestreo (temporada de lluvias y estiaje) en cuatro PTAR municipales de la Ciudad de México (fig. 1), que representaban cinco procesos de tratamiento biológico diferentes: lodos activados convencionales en CE, lodos activados de aireación extendida en SF, biorreactor de membrana en CH, digestión anaerobia seguido humedal construido en ED. Estos fueron seguidos de procesos de desinfección con luz ultravioleta en CH o cloración en CE y SF.

Se caracterizaron las comunidades bacterianas en diferentes puntos de la PTAR (fig. 1) mediante secuenciación del gen 16S rRNA completo con PacBio® Sequel II y análisis bioinformáticos².

Resultados. Análisis de componentes principales (PCA) muestran que los cambios en las comunidades bacterianas se deben más al punto de muestreo que a la temporada (Fig 1). Generalmente, los influentes fueron similares entre sí y difirieron de las demás muestras; particularmente, *Arcobacter* fue el género bacteriano dominante en influentes con abundancias relativas del 62 al 86 %. Los influentes contenían BPH como *Acinetobacter johnsonii*, *Acinetobacter junii*, *Aeromonas caviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas veronii*, *A. butzleri*, *A. cryaerophilus*, *Laribacter hongkongensis* y *Moraxella osloensis*.

En ED, los influentes y los efluentes intermedios congregaron en un mismo grupo, debido posiblemente a que el sistema de digestión anaerobia en ED no generó condiciones que resultaran en cambios en la composición bacteriana³ cómo si lo hicieron los sistemas de las otras PTAR. Además, en éstas se observó una gran similitud entre las composiciones

bacterianas en lodos secundarios, efluente tratado biológicamente y efluentes finales. Esto debido a que las bacterias involucradas en los tratamientos biológicos son transportadas en efluentes finales y se acumulan en lodos residuales¹. Lo anterior tiene como consecuencia que algunas BPH de importancia médica⁴ y ambiental como *A. johnsonii*, *A. junii*, *A. caviae*, *A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. butzleri*, *A. cryaerophilus*, *M. osloensis*, *Chryseobacterium indologenes*, *Hafnia paralvei*, *Pseudomonas putida* y *Vibrio cholerae* persistan o sean enriquecidas a través de los procesos de tratamiento y sean así detectadas en efluentes finales y lodos residuales^{1,3}.

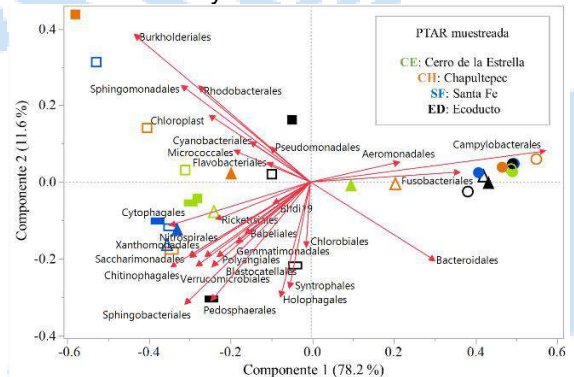


Fig. 1. PCA de las comunidades bacterianas de las PTAR en la categoría taxonómica de orden. Influente (○●); efluentes intermedios (△▲), efluentes finales (□■) y lodos secundarios (◇◆) para las estaciones de lluvia (○△□◇) y estiaje (●▲■◆). PCA basado en covarianzas.

Conclusiones. BPH de importancia médica y ambiental no contemplados en las normativas pueden resistir las condiciones en los tratamientos de aguas residuales. Se requieren estudios que demuestren su viabilidad y patogenicidad.

Agradecimiento. A Conacyt por la beca de doctorado de YCM. A SECTEI por el financiamiento del proyecto 265/2019, A Félix Aguirre Garrido, Yolanda López Vidal y Margarita E. Cisneros Ortiz por la asistencia técnica.

Bibliografía.

1. Cuetero-Martínez, Y., Cobos-Vasconcelos, D. de los, Aguirre-Garrido, J. F., Lopez-Vidal, Y. & Noyola (2023). Curr. Med. Chem. 29, 5–29.
2. Caporaso, J. G. et al (2010). Nat Methods. 7, 335–336.
3. Lira, F., Vaz-Moreira, I., Tamames, J., Manaia, C. M. & Martínez, J. L (2020). Sci. Rep. 10, 1–9.
4. PUCRA. Estado Actual de la Resistencia Antimicrobiana México 2018. (2019).

EL DESTINO AMBIENTAL COMO INDICADOR PARALELO AL USO DE BIOENSAYOS PARA EVALUAR TOXICIDAD DE HIDROCARBUROS EN SUELOS

Paulina Gómez-Flores, Tania Volke-Sepúlveda, Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, 09340, CDMX. apgf@xanum.uam.mx

Palabras clave: destino ambiental, biodisponibilidad, bioaccesibilidad

Introducción. El *destino ambiental* (DA) proporciona información sobre cómo se comporta una molécula en los distintos compartimentos ambientales. En suelos contaminados, el DA depende de (i) la afinidad de los contaminantes por los componentes del suelo, (ii) los tipos de transporte involucrados, (iii) el tiempo de contacto, y (iv) la tasa de transformación (1). Estos factores influyen en cómo los contaminantes se reparten en el suelo, lo que se relaciona con el riesgo ambiental que representan. La cuantificación del DA permite determinar indirectamente la variabilidad del riesgo, ya que considera a la *biodisponibilidad* (BD) y a la *bioaccesibilidad* (BA) como medidas transitorias de interacción biológica inmediata y potencial (2 y 3). Hasta ahora el riesgo se evalúa mediante bioensayos en sistemas que no siempre representan al compartimento ambiental del suelo debido a que no contemplan al conjunto suelo-contaminantes *per-se*, lo que genera resultados poco representativos (4). En este trabajo se busca validar al DA como un indicador paralelo a los bioensayos en la evaluación de riesgo en suelos contaminados con hidrocarburos.

Metodología. Se contaminó suelo seco con hexadecano (HXD), fenantreno (FEN) y pireno (PIR) (100:1:1 p/p, 25000 mg MHC/kg de suelo) dentro de tubos de teflón (1 g, n= 3), frascos de vidrio (5 g, n= 20) y cajas Petri (7 g, n= 15). El suelo se humectó con agua destilada estéril a 115% de su capacidad de campo (4) y se mantuvo a 28°C. El DA se determinó en muestras de 1 g mediante una técnica de especiación (3), cuantificando los hidrocarburos BD y BA. La toxicidad se determinó por cambios de peso y mortalidad de *Eisenia foetida* (en muestras de 5 g, bioensayos de 48 h), y a través de la germinación de semillas de *Lactuca sativa* (en muestras de 7 g, bioensayos de 72 h). En todos los casos se utilizó suelo no contaminado como control. El DA y la toxicidad se evaluaron a los 0, 12 y 20 días posteriores a la contaminación. Se determinaron diferencias significativas mediante análisis de varianza con prueba post hoc de Tukey ($\alpha < 0.05$).

Resultados. El DA se modifica con el tiempo de tratamiento de manera independiente para cada hidrocarburo (Tabla 1). Para el FEN y el PIR, la BD se mantiene constante en el tiempo, mientras que la BD del HXD muestra una tendencia creciente. Por otro

lado, los hidrocarburos BA tienen una tendencia creciente a los 12 días para HXD y FEN, mientras que para PIR no se observan cambios significativos.

Tabla 1. Hidrocarburos biodisponibles (BD) y bioaccesibles (BA) en un suelo contaminado en función del tiempo.

HC	DA (mg/kg de suelo)	Día 0	Día 12	Día 20
HXD	BD	0.0 ± 0.0 a	54.60 ± 70.7 a	109.87 ± 137.3 a
	BA	315.2 ± 138.3 A	2615.7 ± 461.2 B	843.97 ± 146.3 C
FEN	BD	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
	BA	13.0 ± 4.7 A	80.9 ± 10.6 B	11.6 ± 2.4 A
PIR	BD	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
	BA	55.5 ± 12.6 A	56.4 ± 5.8 A	51.3 ± 11.3 A

Los cambios en el DA podrían relacionarse con la presencia de microorganismos que favorecen la transformación de hidrocarburos y su reparto en el suelo. Se observó, tanto en las pruebas con lombrices como en las pruebas con semillas de lechuga, que la toxicidad inicial de los hidrocarburos se debe principalmente a los hidrocarburos BA, no a los BD (Fig.1). Sin embargo, el efecto tóxico de los hidrocarburos BA disminuye conforme aumenta el tiempo de contacto, posiblemente porque se favorecen procesos de intemperización en el suelo.

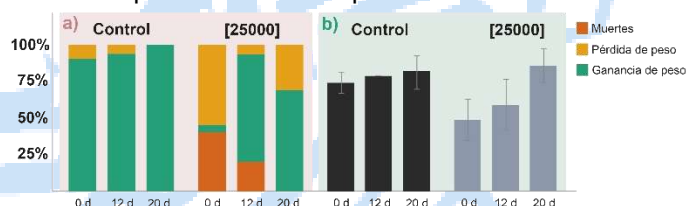


Fig. 1. Bioensayos en suelo contaminado y control a distintos tiempos. a) Mortalidad, pérdida y ganancia de peso de lombrices. b) Germinación de semillas de lechuga.

Conclusiones. La toxicidad de una mezcla de hidrocarburos en el suelo estudiado se debe principalmente a la fracción bioaccesible, y ésta depende del tiempo de contacto.

Agradecimiento. Trabajo financiado por CONACyT (beca posdoctoral 31230, proyecto 287972).

Bibliografía.

- Covaci, A. (2014). Environmental fate and behavior. En: *Encyclopedia of Toxicology*. Wexler, P. Academic Press. 372-374.
- Riding, M.J., Doick, K.J., Martin, F.L., Jones, K.C., Semple, K.T. (2013). *J Hazard Mater*, 261, 687-700.
- Gómez-Flores, P., Gutiérrez-Rojas, M., Gómez, S.A., González, I. (2021). *Sci Total Environ*, 752, 0048-9697.
- Domínguez-Rodríguez, V.I., Adams, R.H., Sánchez-Madrugal, F., Pascual-Chablé, J.L.S., Gómez-Cruz, R. (2019). *Heliyon*. 6: e03131.

TASAS DE CONSUMO DE METANO Y PERFIL BIOQUÍMICO DE UNA ESPECIE METANOTRÓFICA ALCALÓFILA A DIFERENTES PH

Brenda Rodríguez Reyes¹, Patricia Elizabeth Ruiz Ruiz¹, Sergio Revah Moiseev².

¹Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa. ²Departamento de Procesos y Tecnología. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa. Ciudad de México, C.P. 05348.

email: brenda.rodriguez.r@cua.uam.mx

Palabras clave: metanótrofos, tasas de consumo, perfil bioquímico.

Introducción. El metano (CH₄), es un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global 34 veces superior al del CO₂ (1). Entre las alternativas biotecnológicas para lograr su mitigación se ha propuesto el uso de microorganismos metanotróficos, los cuales utilizan el CH₄ como única fuente de carbono y energía (2) y, además pueden acumular compuestos de valor agregado como biopolímeros, metanol, ectoína, proteína unicelular, entre otros.

El objetivo de este trabajo fue determinar las tasas de consumo de CH₄ a diferentes pH de una especie metanotrófica alcalófila, y su perfil bioquímico para posibles aplicaciones.

Metodología. Se realizó el aislamiento de una colonia metanotrófica en cajas Petri, a partir de un consorcio metanotrófico alcalófilo (3) y se propagó en botellas serológicas de 125 mL con medio mineral con nitrato (4) y 15% de CH₄ v/v. La colonia aislada se cultivó en un reactor de tanque agitado de 3L, con un volumen de operación de 1L, 5% de CH₄ v/v, 28 ± 0.2 °C y agitación a 500 rpm. Posteriormente se realizaron cinéticas de consumo de CH₄ a pH 8, 8.7, 9.4 y 10.

Finalmente se realizó un nuevo experimento utilizando el pH que presentó el mejor desempeño y se determinó la composición del perfil bioquímico (proteínas, carbohidratos y lípidos). Los métodos analíticos están reportados por (3).

Resultados. La tasa específica de consumo de CH₄ más alta fue 0.6 gCH₄/gbiomasa * día a pH de 8.7 (Tabla 1), sin embargo, este valor disminuyó a más de la mitad cuando se utilizó pH 10.

El perfil bioquímico (Fig.1) mostró que el contenido más alto de proteínas fue de 51.82% durante la fase de crecimiento (día 10) y 8.60% de carbohidratos (día 17). El contenido de lípidos más alto se obtuvo al día 27 con 47.36%, lo cual está relacionado con la limitación de nitrógeno en el sistema.

Tabla 1. Resultados durante las cinéticas a diferentes pH.

pH inicial	Día	% CH ₄ inicial	Tasa de consumo de metano gCH ₄ / gbiomasa * día	Tasa volumétrica gCH ₄ /L * día	ER de CH ₄ (%)	% CO ₂ final	Biomasa final (g/L)	Y CO ₂ /CH ₄	Y molar CO ₂ /CH ₄	NaOH mmol/h	Y molar CH ₄ /NaOH
8.0	5	10.3	0.48	0.17	57.29	1.71	0.35	0.17	0.29	0.36	1.24
8.7	6	12.2	0.60	0.23	76.46	0.51	0.50	0.007	0.05	0.68	1.09
9.4	7	11.4	0.46	0.18	85.28	0.12	0.51	0.003	0.013	0.69	0.91
10.0	11	8.6	0.27	0.19	61.86	0.04	0.97	0.3	0.009	1.81	0.39

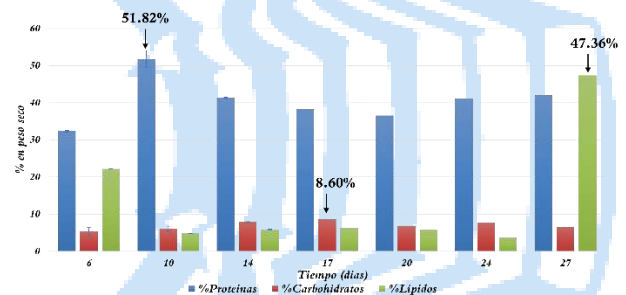


Fig. 1. Perfil bioquímico de la bacteria metanotrófica a pH 8.7.

Conclusiones. Se logró aislar una bacteria alcalotolerante y se determinó que tiene mejor actividad en un rango de pH entre 8 y 9. El perfil bioquímico indicó que esta bacteria puede acumular productos intracelulares de reserva a medida que el nitrógeno se agota, además de generar una importante cantidad de proteína unicelular, lo cual la podría hacer interesante para futuras aplicaciones, por ejemplo, obtención de biopolímeros como el PHA o como suplemento alimenticio.

Agradecimiento. Los autores agradecen a CONACYT por la beca otorgada para este proyecto.

Bibliografía.

- (1) Guerrero-Cruz, S., Vaksmaa, A., Horn, M. A., Niemann, H., Pijuan, M., & Ho, A. (2021). *Front. Microbiol.* 12:678057.
- (2) Hanson, R. S., & Hanson, T. E. (1996). *Microbiol. Rev.* Vol. 60, Issue 2, pp. 439–471. American Society for Microbiology.
- (3) Ruiz-Ruiz, P., Gómez-Borraz, T. L., Revah, S., & Morales, M. (2020). *Chemosphere*, 259.
- (4) Aaronson, S., (1970). *Academic Press*. New York.

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA PRESENCIA DE PERCLORATO SOBRE LA SOLUBILIZACIÓN DE FÓSFORO POR *KLEBSIELLA SPP.*

Daniel Fernando Cortez Acosta¹, Luc Dendooven², Miguel Ángel Gómez Lim³, Emir Martínez Gutiérrez³ y Víctor Olalde Portugal¹

¹Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Irapuato, Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Irapuato, Gto. 36824. ²Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CDMX 07360. ³Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Irapuato, Departamento de Ingeniería Genética, Irapuato, Gto. 36824.

daniel.cortez@cinvestav.mx

Palabras clave: fósforo, perclorato, *Klebsiella*

Introducción. En algunos países existen problemas de contaminación por perclorato en los suelos, que puede ser de origen antropogénica o natural. La presencia de perclorato en alimentos y sus posibles riesgos para la salud siguen siendo un tema de debate a nivel mundial (Calderón *et al.* 2017); sin embargo, existen pocos estudios en donde se evalúe el efecto que puede tener el perclorato sobre las actividades benéficas que bacterias usadas como biofertilizantes (como lo pueden ser *Klebsiella*, *Bacillus* o *Azospirillum*) pueden tener sobre las plantas.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la presencia de perclorato en el medio de cultivo sobre la capacidad solubilizadora de fósforo, el crecimiento y el consumo de glucosa de *Klebsiella spp.*

Metodología. *Klebsiella spp.* fue aislada del suelo de la mina "La Tortuga" ubicada en el municipio de Valle de Santiago, Guanajuato. De manera breve, para evaluar el efecto de la concentración de perclorato sobre algunos parámetros de crecimiento de *Klebsiella spp.*, se prepararon 12 matraces con 50mL de caldo Pikovskaya (PK) de la siguiente forma: 3 controles, 3 inoculados con *Klebsiella*, 3 inoculados con *Klebsiella* y 10 g/L de perclorato de magnesio (PC) y 3 inoculados con *Klebsiella* y 20 g/L de PC. Se tomaron muestras al tiempo 0 y a los 3 días para determinar crecimiento microbiano por conteo en placa, consumo de glucosa por DNS (Miller, 1959) y solubilización de fósforo por el método del ácido cloro estañoso (Senthilkumar *et al.* 2021). Finalmente, se llevó a cabo un análisis estadístico por la prueba de Fisher para determinar diferencias significativas con una confianza del 95% utilizando MATLAB^{MR}.

Resultados. Los resultados de las determinaciones de consumo de glucosa, crecimiento microbiano y solubilización de fósforo se muestran en las tablas 1, 2 y 3, respectivamente. A manera de resumen, en el consumo de glucosa, existe diferencia significativa

entre los tratamientos^{b,c,d} y el control^a; en el caso del crecimiento microbiano, la presencia de perclorato mostró un efecto inhibitorio de manera significativa^a y finalmente, la presencia de perclorato no afectó de manera significativa la solubilización de fósforo entre los tratamientos^b.

Tabla 1. Efecto del perclorato sobre el consumo de glucosa

	Día 0	Día 3
Control	10.32 ± 0.04	10.94 ± 0.06 ^a
PK	10.57 ± 0.27	2.02 ± 0.18 ^b
PK con 1% de PC	10.61 ± 0.15	2.88 ± 0.21 ^c
PK con 2% de PC	10.34 ± 0.16	5.49 ± 0.12 ^d

Tabla 2. Efecto del perclorato sobre el crecimiento bacteriano

	Día 0	Día 3
Control	0 ± 0	0 ± 0 ^a
PK	3.45*10 ⁷ ± 2.59*10 ⁶	5.88*10 ¹⁰ ± 1.26*10 ¹⁰ ^b
PK con 1% de PC	1.59*10 ⁷ ± 4.26*10 ⁵	1.23*10 ⁹ ± 1.08*10 ⁹ ^a
PK con 2% de PC	1.57*10 ⁷ ± 2.39*10 ⁶	Menor a 1*10 ⁶ ^a

Tabla 3. Efecto del perclorato sobre la solubilización de fósforo

	Día 0	Día 3
Control	112.28 ± 588.65	76 ± 263.08 ^a
PK	-173.74 ± 392.43	1020.58 ± 444.44 ^b
PK con 1% de PC	163.69 ± 449.69	705.00 ± 121.21 ^b
PK con 2% de PC	73.28 ± 199.10	1616.26 ± 373.64 ^b

Conclusiones. La alta concentración de perclorato en el medio de cultivo afecta de manera negativa el crecimiento microbiano y el consumo de glucosa, pero no afecta de manera significativa la actividad solubilizadora de fósforo en *Klebsiella spp.*

Agradecimiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada (206275) y a Rosalinda Serrato Flores por su apoyo en la realización de técnicas de laboratorio.

Bibliografía.

- Calderón R., Godoy F., Escudey M. y Palma P. (2017) *Environ Monit Asses.* 189 (82): 1-13.
- Senthilkumar M., Amaresan N. y Sankaranarayanan A. (2021) *Estimation of Phosphate Solubilizing Capacity.* Springer. Estados Unidos de América, 59-60.
- Miller G. (1959) *Analytical Chemistry.* 31 (3): 426-428.

BIODEGRADACIÓN DE NEGRO 22 USANDO *Saccharomyces cerevisiae* INMOVILIZADA EN PERLAS DE ALGINATO

Daniela Andaluz Rochel, Lorena Cuevas Albarrán, María Fernanda Rotter Vela, Daniel Toledo Aranda, Laura Catalina Castillo Carvajal, Universidad Anáhuac México, Facultad de ciencias de la Salud, Huixquilucan, Estado de México, código postal 52786, laura.castillo@anahuac.mx.

Palabras clave: biodegradación, inmovilización, colorante azoico

Introducción. El rápido crecimiento de las industrias ha conducido el aumento de la demanda de productos textiles, que está directamente relacionado al aumento de contaminación de agua debido a los efluentes liberados durante la producción de los mismos (1). Se conoce que entre un 2% a un 50% de colorante que no se une a las fibras durante el procesamiento textil se descarga en el medio ambiente y estos productos causan efectos tóxicos en algas, peces y crustáceos, entre otros (2). Los colorantes azoicos se caracterizan por ser resistentes y estables, lo que indica una gran capacidad para tolerar un ataque fisicoquímico, por lo que se considera que un proceso biológico, puede resultar más efectivo para su remoción (3,4).

El objetivo del presente trabajo es utilizar alginato de calcio como una matriz para inmovilizar *Saccharomyces cerevisiae*, y evaluar la capacidad de remover el colorante azoico Negro 22.

Metodología. Previo a los ensayos de remoción, se realizó una prueba de toxicidad en placa, para conocer la concentración de negro 22 que tolera *S. cerevisiae*, se utilizaron 20, 40 y 60 ppm en agar PDA, se realizaron siembras por duplicado y se incubaron a 28°C por 48 horas. Para el crecimiento de células libres de *S. cerevisiae*, se utilizó caldo YPD, la biomasa se incubó a 125 rpm, 30°C, 48 horas, la biomasa obtenida se centrifugó a 5100 rpm durante 10 min, se lavó con solución salina 0.85% (p/v) y se re suspendió para posteriormente realizar la inmovilización en alginato de calcio, de acuerdo a la metodología descrita por Jaramillo-Flórez et. al., 2018. Para las pruebas de degradación, se usaron 100 mL de medio con 250 ppm de colorante y 7 g de perlas de alginato, los matracos se incubaron a 30°C, 125 rpm durante 9 días y se midieron a 490 nm, siendo la longitud de onda de mayor absorbancia del colorante.

Resultados. En la prueba de toxicidad en placa, se observa que la levadura creció, incluso a 60 ppm (Figura 1), por lo tanto, se decide usar concentraciones más altas en las pruebas de remoción en medio líquido.



Figura 1. Crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* a 60 ppm de Negro 22.

En las pruebas de degradación en medio líquido, se observó que, de 250 ppm, la concentración se redujo, demostrando que el microorganismo inmovilizado en alginato de sodio, es capaz de remover más del 50% del colorante presente en 4 días (Figura 2), sin embargo, posterior a ese tiempo, se observa un incremento de las absorbancias, lo que podría indicar un proceso de desorción del colorante que estaba en el sistema.

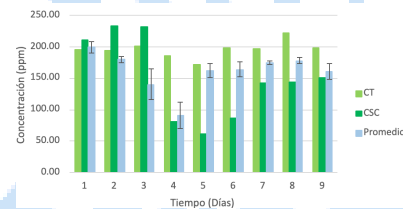


Figura 2. Remoción del colorante Negro 22 usando *S. cerevisiae* inmovilizada en perlas de alginato de sodio. Tiempo de tratamiento 9 días, 125 rpm, 30°C.

Conclusiones. Los resultados muestran que *Saccharomyces cerevisiae* inmovilizada en perlas de alginato, tiene la capacidad de remover 54.6% de colorante azoico Negro 22.

Agradecimiento. Los autores agradecen a la Universidad Anáhuac México, por permitir desarrollar el presente trabajo.

Bibliografía.

- Banu R.J., Shin H., Bharagava R.N., Saratale G.D. (2020). Textile industry wastewater as major sources of environmental contamination: Bioremediation approaches for its degradation and detoxification. En: *Bioremediation of industrial waste for environmental safety*. Saxena G., Bharagava R.N. Springer, Singapore, 135-167.
- Narjes J., Soudi M.R., Kasra-Kermanshahi R. (2014) *Microbiol.* Vol. 83: 488-497
- Ruscasso F., Cavello I., Curutchet G., Cavalitto S. (2022) *Biores and Bioproc.* Vol. 9 (18): 1-12.
- Jaramillo Flórez M.C., Quiroz Betancur M., Jaramillo Ciro M., Medina Betancur S. (2018) *Ingenierías USBMed*, Vol. 9(1): 30-38.

BIODEGRADACIÓN DE AMINAS AROMÁTICAS ORIGINADAS DE LA REDUCCIÓN DEL COLORANTE ROJO ALLURA EN UN PROCESO METANOGENICO

Edna R. Meza E.¹, Diana L. Saavedra¹, Denisse Serrano¹, Luis H. Alvarez²

¹Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, ²Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de febrero 818 Sur. Col. Centro. Cd. Obregón, Sonora. edna.meza@itson.edu.mx

Palabras clave: aminas aromáticas, rojo allura, digestión anaerobia

Introducción. La producción de colorantes asciende a 1 millón de toneladas al año en el mundo y cerca del 40% termina como desecho en aguas residuales (1). Alrededor del 70% de los colorantes producidos y que son utilizados en la industria son de tipo azoico. Estos compuestos y sus posibles productos de degradación pueden tener efectos tóxicos y /o mutagénicos en los seres vivos (2, 3). La reducción anaerobia de compuestos azoicos ocasiona el rompimiento del enlace azo generando aminas aromáticas, las cuales son difícil de degradar bajo estas condiciones y requieren de un tratamiento aerobio para una rápida y completa mineralización, lo que conlleva a elevar los costos para su tratamiento, por lo que es de interés la búsqueda de estrategias para incrementar la degradación de aminas bajo condiciones anaerobias. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la adición de cosustratos y pulsos de oxígeno en el tratamiento anaerobio de aminas aromáticas, anilina y *p*-cresidina, provenientes de la reducción del colorante rojo azo Allura.

Metodología. De manera inicial se realizaron cinéticas con diferentes cosustratos (glucosa, metanol y etanol) a una relación 1:2 (cosustrato:sustrato). Seguido a esto, se realizaron pruebas en lote con diferentes concentraciones iniciales de oxígeno disuelto (0.1, 0.3, 0.6 y 1 mg de OD/L). Finalmente, se operó un reactor tipo UASB a escala laboratorio en condiciones metanogénicas y la estrategia resultante de las cinéticas que favoreciera la degradación de las aminas. La operación en continuo se inició con una carga orgánica volumétrica (COV) de 85.27 ± 6.5 mg DQO /Ld con las dos aminas aromáticas (anilina y *p*-cresidina) a 25 mg de carbono/L de cada una (etapa 1). En el día 20 de operación, se inició con una alimentación de 113.27 ± 6.64 mg DQO/Ld con 30 mg C/L de cada amina (etapa 2). A partir del día 42 (etapa 3), se operó con una COV de 167.58 ± 3.68 mg DQO/Ld (50 mg C/L de cada amina). Finalmente, se inició con el suministro de pulsos de oxígeno conservando la misma COV anterior (etapa 4).

Resultados. Las relaciones de cosustratos utilizados no mejoraron la eficiencia de eliminación de las aminas, por lo que la etapa en continuo se realizó sin éstos. De acuerdo a los resultados de las cinéticas en lote, la etapa 4 se realizó con pulsos de 0.3 mg/L de OD. A lo largo del periodo de operación del reactor, la anilina presentó mayores eficiencias de remoción que la *p*-cresidina (Tabla 1). Los resultados sugieren que la anilina es susceptible de ser tratada de forma eficiente a bajas concentraciones por un consorcio metanogénico (etapa 1). De manera general, el incremento de la carga volumétrica provocó la disminución en los porcentajes de degradación de ambas aminas. La inyección de pulsos de OD aumenta en 8 y 9% los porcentajes de degradación de anilina y *p*-cresidina, respectivamente.

Tabla 1. Eficiencias de eliminación de las aminas aromáticas durante la operación en continuo del reactor tipo UASB.

Etapa	Anilina	<i>p</i> -cresidina
1	74 ± 19%	42 ± 24%
2	48 ± 10%	14 ± 6%
3	65 ± 23%	25 ± 16%
4	73 ± 7%	34 ± 9%

Conclusiones. Durante el tratamiento en continuo de las aminas aromáticas, el empleo de 0.3 mg/L de oxígeno disuelto aumenta alrededor del 10% los porcentajes de degradación de las aminas a la más alta concentración probada (50 mg C/L de cada amina).

Agradecimiento. Al programa PROFAPI_2023 de ITSON por el financiamiento para este proyecto.

Bibliografía.

- García-Martínez, Y., Bengoa, C., Stüber, F., Fortuny, A., Font, J., Fabregat, A. (2015). *Chem eng processing: process intensif.* 94: 99-104.
- Baêta, B. E. L., Aquino, S. F., Silva, S. Q., & Rabelo, C. A. (2012). *Biodegradation.* 23(2): 199-208.
- Shah, M. P. (2020). Microbial Bioremediation. En: *Microbial bioremediation & biodegradation.* Singapore: Springer.

Removal of volatile methyl siloxanes in a two-phase partitioning bioreactor

Gratia Flores-Salgado, Guillermo Quijano. Laboratory for Research on Advanced Processes of Water Treatment, Instituto de Ingeniería, Unidad Académica Juriquilla, Universidad Nacional

Autónoma de México, Querétaro 76230. gfloress@iingen.unam.mx

Keywords: multiphase bioreactor, silicone oil, volatile methyl siloxanes

Introduction. Volatile methyl siloxanes (VMS) are a group of organic compounds generated from molecules of polydimethylsiloxane during the anaerobic digestion processes, being octamethylcyclotetrasiloxane (D4) and decamethylcyclopentasiloxane (D5), the most common VMS present in biogas (1). When biogas laden with VMS is burned, silicates are formed, leading to abrasion and lubrication issues, producing irreversible damage to energy production devices (2). The benchmark technologies for MVS abatement are adsorption and absorption processes. However, these technologies are expensive and possess a large carbon footprint as they are operated at high temperature and/or pressures (3). Consequently, there is a growing interest in developing new cost-efficient, and ecofriendly technologies for VMS removal, such as biological technologies.

In the present work, a novel gas-liquid-liquid multiphase reactor using hydrophobic biomass was developed for the simultaneous removal of D4 and D5 under anoxic conditions.

Methodology. The experimental set up consisted of a 1L two-phase partitioning bioreactor operated as a stirred tank reactor in sequencing batch mode. The operating conditions consisted in a hydraulic retention time (HRT) of 10 days, gas retention time (GRT) of 45 minutes, 250 rpm and 30°C. The reactor was provided with 150 mL of silicone oil as an organic phase (i.e. 15% v/v). A N₂ gas stream laden with a mixture of D4 and D5 was fed to the reactor. Secondary activated sludge from a WWTP was used as inoculum. Seven experimental phases were tested, with the first phase serving as a control without silicone oil. Several D4 and D5 loading rates (L) were tested in the next experimental phases with the reactor supplied with silicone oil. D4 and D5 removal performance was evaluated considering the elimination capacity (EC), removal efficiency (RE) and the nitrate consumption rate (R_{NO₃}). The bacterial community was characterized in the aqueous phase and in the silicone oil by sampling the reactor at days 0, 20 and 127.

Results. In the experimental phase I operated only with aqueous medium, RE values of 26.7 and 24.1% for D4 and D5 (corresponding to EC values of 539 and 836 mg m⁻³ h⁻¹) were determined, respectively. Once silicone was added to the reactor in the experimental

phase II, hydrophobic biomass was progressively enriched due to the sequencing batch operation. Under these conditions, an enhanced removal performance of D4 and D5 was observed. The maximum siloxanes removal performance was achieved in the experimental phase VII for D4 and VI for D5, supporting RE values of 66.3 and 91.8% for D4 and D5 (corresponding to EC values of 1345 and 1135mg m⁻³ h⁻¹), respectively. Likewise, a maximum R_{NO₃} value of 1846 mg m⁻³ h⁻¹ was obtained in the experimental phase V. This study showed for the first time that there is a competitive inhibition between D4 and D5, predominating D5 removal over D4.

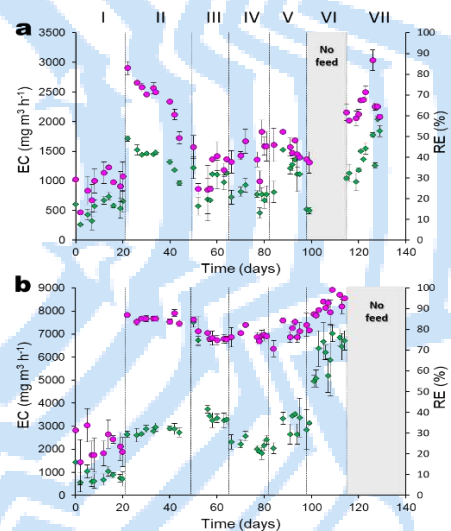


Fig. 1 Removal performance of (a) D4 and (b) D5. The elimination capacity (EC) and removal efficiency (RE) is represented by green diamonds and pink circles, respectively.

Conclusions. A competitive inhibition between D4 and D5 was confirmed. The removal efficiency of D5 in the two-phase partitioning bioreactor was always higher for D5 than that for D4.

Acknowledgements. The financial support from CONACYT (Ciencia Básica Project A1-S-10079) and DGAPA-UNAM (project PAPIIT TA100123) is gratefully acknowledged.

References.

- Rivera-Montenegro L, Valenzuela E, González-Sánchez A, Muñoz R and Quijano G, (2022), *BioEnergy Research*, 1-16.
- Pascual C, Cantera S and Lebrero R, (2021), *Trends in Biotechnology*, 39, 1245-1248.
- Pascual C, Cantera S, Muñoz R and Lebrero R, (2022), *Journal of Cleaner Production*, 371, 133427.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE UN SUELO CONTAMINADO CON ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ UTILIZANDO BACTERIAS AUTÓCTONAS

José Rocaber Vargas Rodríguez¹, Guadalupe López Avilés¹, Francisco Javier Almendariz Tapia¹, Kadiya del Carmen Calderón Alvarado², Alfonso Álvarez Villa¹, ¹Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Hermosillo, Sonora, CP 83000, ²Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Hermosillo, Sonora, CP 83000, guadalupe.aviles@unison.mx

Palabras clave: suelo, hidrocarburos, bacterias

Introducción. La contaminación del suelo por compuestos derivados de los hidrocarburos, como el aceite residual automotriz (ARA), es uno de los principales problemas ambientales en México y el mundo (1). El ARA es una mezcla de hidrocarburos generados durante el mantenimiento de los motores de los automóviles, principalmente en los talleres de mecánica automotriz, y otros tipos de maquinaria (2). El ARA causa problemas ambientales como la inhibición de la vida en el suelo y problemas de salud pública en las zonas cercanas al lugar afectado. Una alternativa de solución es la biorremediación, debido a que los contaminantes son transformados y/o completamente biodegradados por microorganismos autóctonos del sitio contaminado (3).

Metodología. El tratamiento biológico del suelo se realizó en matraces de vidrio, a los cuales se les mantuvo la temperatura a 30 °C y 150 rpm durante un periodo de 28 días. Se preparó un control (C), con la muestra de suelo proveniente de un taller automotriz abandonado de la entidad, y otras opciones de tratamiento: una bioestimulación (SMM), con agua con nutrientes de un medio mineral, una bioaumentación (SI), con inóculo aislado del mismo suelo contaminado (*Pseudomonas protegens*) en su fase exponencial, y una combinación de la bioaumentación con la bioestimulación (SIMM). Cada una de las opciones de tratamiento se monitoreó, para medir el pH, porcentaje de humedad y concentración de hidrocarburos totales del petróleo (HTP), mediante el método de Soxhlet.

Resultados. En todas las opciones de tratamiento, el pH varió desde un rango de 6 a 7, encontrándose dentro del pH para un óptimo crecimiento bacteriano y degradación de hidrocarburos. En cuanto a la variación del %Humedad, se observó un drástico aumento del porcentaje (40 %) en los primeros 14 días, debido a la adición de agua para mantener la humedad. Después, el %Humedad disminuyó (20 %) debido a la evaporación del agua. En la Fig. 1 se puede observar los %Remoción de HTP que obtuvieron las opciones C, SMM, SI y SIMM, los cuales fueron de 28.4%, 47.85%,

38.63% y 37.54%, respectivamente. De acuerdo con los %Remoción de HTP, la mejor opción de tratamiento fue la bioestimulación, seguida de la bioaumentación con bacterias *P. protegens*, y en tercer lugar fue la combinación entre la bioestimulación y la bioaumentación. También se puede observar como el control obtuvo el menor %Remoción entre todas las opciones, ya que solo se agregó agua para aumentar el contenido de humedad, por lo que no se estimuló la población microbiana del suelo.

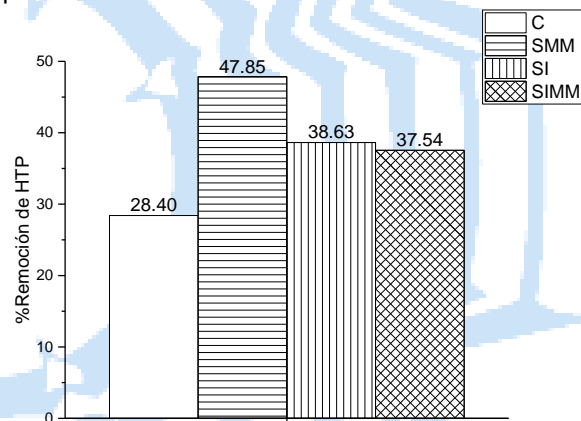


Fig. 1. Porcentaje de remoción de HTP a los 28 días de tratamiento.

Conclusiones. Los resultados obtenidos en este estudio demuestran la viabilidad de utilizar la bioestimulación de la microflora autóctona para el tratamiento del suelo contaminado con aceite residual automotriz.

Agradecimiento. A la Universidad de Sonora y a Conacyt por el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

Bibliografía.

- Pardo J. L., Perdomo M. C., Benavides J. L. (2004). *Nova*. Vol (2):40-49.
- Escalante S., Márquez L., Baltierra E., Saucedo B.C., Sánchez J. M. (2017). *J. Selva Andina Res. Soc.* Vol (8):104-114.
- Abdulsalam S., Adefila S.S., Bugaje I.M., Ibrahim S. (2012). *J. bioremediat. biodegrad.* Vol (3):172-179.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE RESIDUOS CERVECEROS PARA EL CULTIVO Y OBTENCIÓN DE ENZIMAS EXTRACELULARES DE *PLEUROTUS DJAMOR*.

Luis Alejandro Castillo González,¹ Rubén Darío Cárdenas Duarte,² José Luis Martínez Salgado,¹ Luz María Teresita Paz Maldonado¹

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias Químicas, Unidad de Ciencias Biológicas e Ingeniería de Biorreactores, Martínez #6, Av. Dr. Manuel Nava, Zona Universitaria. 78210. San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. ²Microcervecería La Legendaria, Libramiento Sur Anillo Periférico #720, Garita de Jalisco. 78294. San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. Correo: luiscastillo13199@gmail.com

Palabras clave: Bagazo, aprovechamiento, hongos.

Introducción. En el año 2019 se produjeron 124.5 millones de hectolitros de cerveza en nuestro país, siendo uno de los principales productores de esta bebida a nivel mundial¹. Dentro de su producción se generan diferentes tipos de desechos, en donde el bagazo de malta es el principal residuo con una tasa de recuperación de 200 gramos por cada litro de cerveza producido, y cuya disposición es en vertederos o rellenos sanitarios. Si bien, muchas veces se utiliza para el alimento de rumiantes esto depende en gran medida de que exista una industria ganadera desarrollada en el sector, sin embargo, cuando este no es el caso el bagazo termina en los vertederos atrayendo diferentes plagas tanto animales como bacterianas, y así como lixiviación de suelos². Su composición química consta de material lignocelulósico (20-70%), proteínas (19-30%), lípidos (10%), minerales (2-5 %), por esta razón se ha comenzado a proponer su aprovechamiento en diferentes aplicaciones, entre ellas usarlo como un sustrato para el cultivo de diferentes organismos³. El hongo *Pleurotus djamor* tiene la capacidad de secretar enzimas ligninocelulíticas que le permiten desarrollarse en una gran variedad de residuos agropecuarios⁴. Este trabajo tuvo por objetivo evaluar el crecimiento del hongo *P. djamor* en bagazo de malta como sustrato, además de recuperar y evaluar la actividad de las enzimas extracelulares secretadas como una aplicación biotecnológica, promoviendo así la economía circular en la industria cervecera.

Metodología.



Fig. 1. Metodología empleada para el cultivo del hongo *P. djamor*, recuperación y análisis de enzimas extraídas.

Resultados. El hongo *P. djamor* creció en el sustrato planteado (Figura 2) en un periodo de 23 ± 1 días, el porcentaje de eficiencia biológica para la primera fructificación fue de 21.02 ± 2.9%. Fue posible obtener un extracto enzimático crudo con actividad de celulasas y amilasas con actividad enzimática específica de 0.87 ± 0.38 U/mg y 0.56 ± 0.25 U/mg, respectivamente. La concentración total de proteínas totales por masa de cuerpo fructífero fue de 5.78 ± 1.40 mg/g en peso húmedo.



Fig. 1. *P. djamor* cultivado con éxito en bagazo de malta.

Conclusiones. Es factible utilizar como sustrato el bagazo de malta para el cultivo del hongo comestible *P. djamor*, además de obtener enzimas de interés biotecnológico como son las celulasa y amilasas, ofreciendo a la sociedad una alternativa alimenticia con valor nutricional y promoviendo también la economía circular dentro de la industria cervecera.

Agradecimiento. A todas las personas que han sido parte de este trabajo, principalmente a mis asesores, familia, personas de servicio social, compañeros, maestros y amigos.

Bibliografía.

- ¹ INEGI. (2020) Producción. En: *Colección de estudios sectoriales y regionales conociendo la industria de la cerveza*. INEGI, México, 7-9
- ² Aliyu, S. & Bala, M. (2011) *African journal of biotechnology*. 10 (3): 324-331.
- ³ Karlović, A., Jurić, A., Ćorić, N., Habschied, K., Krstanović, V. & Mastanjević, K. (2020) *Fermentation*. 6 (3): 82-99.
- ⁴ Salmones, D. (2017) *Scientia Fungorum*. 46: 73-85.

ELIMINACIÓN DE ANTIMONIO Sb(III) Y Sb(V) MEDIANTE RL PROCESO DE REDUCCIÓN BIOLÓGICA DE SULFATO.

María Rosario Sánchez Macías¹, Jesús Leobardo Valenzuela García¹, Guadalupe López Avilés¹, Kareen Krizzan Encinas Soto¹, Francisco Javier Cervantes Carrillo¹, Aurora M. Pat Espadas¹

¹ Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia. División de Ingeniería. Universidad de Señora. Hermosillo, Sonora, CP 83000. México. mrosariosm92@gmail.com

² Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Agua (LIPATA), Unidad Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Santiago de Querétaro. México.

³ Estación Regional del Noroeste (ERNO. Instituto de Geología UNAM), Hermosillo, Sonora. CP 83000. México

Palabras Claves: Antimonio, Bacterias sulfato-reductoras, reducción del sulfato

Introducción: Los procesos biológicos son una de las tecnologías utilizadas para el tratamiento de aguas contaminadas con metales, ya que es un método económico y pueden ser aplicados para la recuperación de metal(oides) valiosos presentes en efluentes contaminados. La producción de biosulfuro por las bacterias sulfato reductoras (BSR), permite la bioprecipitación de antimonio (Sb) ya que el sulfuro generado mediante la reducción del sulfato permite la posterior precipitación del sulfuro de Sb. Para entender las variables que afectan el proceso y el intervalo de concentraciones en el cual puede ser aplicable este proceso biológico, es necesario realizar estudios con inóculos que permitan identificar las rutas de transformación del Sb, así como el producto obtenido. Los sulfuros de Sb pueden ser empleados para endurecer aleaciones de metales para soportes, para terminales de baterías y en semiconductores.

El objetivo de este estudio fue recuperar el Sb mediante reducción biológica de sulfato.

Metodología: Como inóculo se utilizó lodo anaerobio proveniente de una planta cervecera ubicada en Ciudad Obregón, Sonora. El medio de cultivo empleado fue el Postgate B modificado y como donador de electrones se adicionó lactato de sodio (10 mM). Se llevaron a cabo experimentos en etapas consecutivas con concentraciones iniciales de Sb(V), 200, 400 y 1000 mg/L y para los experimentos con Sb (III) a concentraciones de 80, 150 y 500 mg/L, esto con el propósito de comprobar y evaluar la actividad sulfato-reductora en presencia de Sb. Para preparar las concentraciones deseadas para cada ensayo, se preparó una solución stock de 2000 mg/L empleando como reactivo H₆KO₆Sb, para Sb (V) y C₈H₄K₂O₁₂Sb 3H₂O, para el Sb (III). Todos los experimentos se realizaron, utilizando botellas serológicas con volumen útil de 100 mL. El sulfuro disuelto se cuantificó mediante el método de Cord-Ruwisch y la absorbancia se midió en el espectrofotómetro (HACH DR 3900). La determinación de la concentración de sulfato se realizó mediante el método turbidimétrico, NMX-AA-074-SCFI-2014. La medición de DQO (Demanda química de Oxígeno), se realizó de acuerdo con el método 5220. Para la caracterización del líquido obtenido, se utilizó la técnica de determinación del Sb total por MP-AES, con una longitud de onda de 206.833 nm, realizando tres réplicas por muestras.

Resultados: Los resultados demuestran que el proceso de sulfato-reducción se lleva a cabo satisfactoriamente, aun teniendo altas concentraciones de Sb que podrían afectar la sulfato-reducción o causar toxicidad en la comunidad microbiana. Los valores obtenidos muestran un aumento de las concentraciones de sulfuro asociadas a la reducción de sulfato. La disminución de sulfuro observada se debe a que reacciona abióticamente para formar el sulfuro de Sb(III), insoluble.

Tabla 1. Comportamiento de la concentración de Sulfato, Sulfuro y Sb (V)

Experimento	Sulfato (mg/L)		Remoción SO ₄	Sb V (ppm)	Remoción Sb
	to	tf	%	tf	%
200 ppm	1629.90	425.13	73.92	21.77	89.12
400 ppm	1498.36	296.58	80.21	24.37	93.91
1000 ppm	1588.05	504.35	68.24	64.60	93.54

Tabla 2. Comportamiento de la concentración de Sulfato, Sulfuro y Sb (III)

Experimento	Sulfato (mg/L)		Remoción SO ₄	Sb V (ppm)	Remoción Sb
	to	tf	%	tf	%
80 ppm	1689.692	434.102	74.309	41.85	47.688
150 ppm	1157.561	353.385	69.472	52.33	65.111
500 ppm	1414.658	347.406	75.442	50.90	89.820

Conclusiones: Se eliminaron altas concentraciones de Sb mediante un cultivo de BSR, demostrando la importancia de las BSR en la remediación y recuperación de Sb. Los resultados demostraron que la disociación de los complejos antimonio y sulfuro podría dar como resultado la precipitación de Sb como Sb₂S₃.

Agradecimientos: Se cuenta con el apoyo del laboratorio de Ciencias Ambientales de la Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología UNAM.

Bibliografía:

- G. Zhang, X. Ouyang, H. Li, Z. Fu, and J. Chen, 2016, "Bioremoval of antimony from contaminated waters by a mixed batch culture of sulfate-reducing bacteria," *Int Biodeterior Biodegradation*, vol. 115, pp. 148–155
- Y. Ramírez Rodríguez, 2019, "Estudio sobre la influencia del proceso de Sulfato-Reducción en la biotransformación de Sb(V)", Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 126–126.
- T. T. Hien Hoa, W. Liamleam, and A. P. Annachhatre, 2007, "Lead removal through biological sulfate reduction process," *Bioresour Technol*, vol. 98, no. 13, pp. 2538–2548.
- S. C. Wilson, P. v. Lockwood, P. M. Ashley, and M. Tighe, 2010, "The chemistry and behaviour of antimony in the soil environment with comparisons to arsenic: A critical review," *Environmental Pollution*, vol. 158, no. 5, pp. 1169–1181.

ESTUDIOS DE BIORREMEDIACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL JALE “LA CONCHA” GUERRERO

Nayely López Delgado¹; Paloma Lara Figueroa¹; Sara Beltrán¹; Luz Bretón Deval¹; Giovanni Hernández Flores²; Jazmín López Díaz²; Katy Juárez¹

¹Departamento de Ingeniería Celular y Biotecnología, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, 62210;

²Escuela Superior de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero, Taxco el Viejo, 40323. nayelylodel@gmail.com, katy.juarez@ibt.unam.mx

Palabras clave: bioestimulación, extracto de levadura, biotransformación de metales pesados

Introducción. La minería ha generado pasivos al aire libre conocidos como los jales, con elevadas cantidades de metales pesados y metaloides, elementos tóxicos para los ecosistemas y que persisten en ellos ⁽¹⁾. El jale La Concha, en el distrito minero de Taxco, Guerrero contiene grandes cantidades de metales pesados y metaloides que exceden los límites permisibles de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, cuya movilización afectan el entorno y población local ⁽²⁾.

Los estudios de bioestimulación han logrado mejorar el proceso de biorremediación de suelos con metales pesados y metaloides al promover el crecimiento de microorganismos nativos⁽³⁾ que participan en la reestauración de los ecosistemas impactados por estas sustancias tóxicas. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la bioestimulación con extracto de levadura en los microorganismos nativos del jale y su respuesta en la biotransformación de metales.

Metodología. El ensayo de microcosmos se realizó con sedimento proveniente del jale (10mg) y extracto de levadura, 5% (p/v) (20mL), por triplicado y se incubaron a temperatura ambiente en oscuridad. Los tratamientos fueron cosechados el día 0, 30, 60 y 90 para la determinación de parámetros fisicoquímicos: pH, conductividad, Fe²⁺, Fe³⁺ y sulfatos, y el análisis de la diversidad microbiana por secuenciación masiva del gene ARNr 16S por el sistema por el sistema MiSeq® de Illumina®.

Resultados. Después de probar diversos donadores de electrones, el extracto de levadura (ExtL) resultó ser el más efectivo en los estudios de bioestimulación en lote, los cuales permitieron la biotransformación de metales aunado al enriquecimiento de ciertas poblaciones microbianas al final del experimento (90 días). Al término del ensayo se observó que el Fe²⁺, Fe³⁺, SO₄²⁻ y la conductividad eléctrica incrementaron, respecto al control en el sobrenadante de los tratamientos bioestimulados y en el sedimento disminuyeron. Además, se formó un producto de

extrusión metálico sobre el sobrenadante. Al analizar la diversidad microbiana (Fig.1) se observó una prevalencia de los géneros *Sulfurifustis* y *Gaiella* a los 0, 30, 60 y 90 días, mientras que, en los tratamientos con extracto de levadura, estos taxones se observaron al inicio del tratamiento, y posteriormente se enriquecieron diferentes especies del género *Clostridium*. Lo anterior sugiere que el ExtL favoreció el incremento del grupo Clostridiales, los cuales podrían ser responsables de la reducción de metales y la formación de productos de extrusión durante el tratamiento de 90 días.

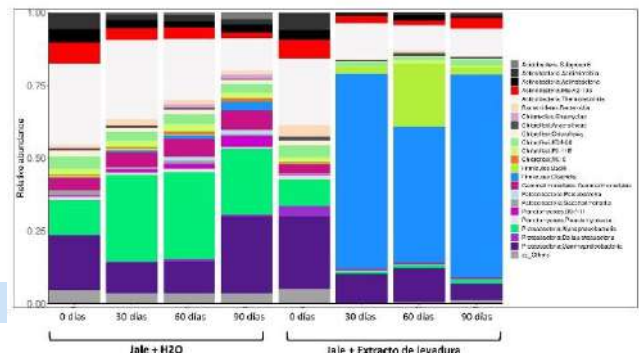


Fig. 1. Abundancia relativa a nivel de orden del jale control (con H₂O) y del jale bioestimulado en el día 0, 30, 60 y 90.

Conclusiones. La bioestimulación con extracto de levadura empleando sedimento del jale La Concha favorece el crecimiento de microorganismos con capacidad de biotransformar metales pesados y metaloides del sedimento del jale, dicho tratamiento presenta potencial para la biorremediación de sitios con características similares a los de este sitio.

Agradecimiento. Al CONACYT por la beca (con número CVU 1149625) otorgada a N. López-Delgado. Proyecto FOINS4785.

Bibliografía.

1. Newsome, L. y Falagán, C. (2021) *GeoHealth*. Vol (5):1-51.
2. Talavera, O., et al. *Geofis. Int*. Vol (44): 49-64.
3. Wang, T., et al. (2014) *JHM Letters*. (278): 483-490.

EVALUACIÓN DE AZOTOBACTER VINELANDII EN LA DEGRADACIÓN DE CLORPIRIFÓS Y SU MICROENCAPSULACIÓN PARA LA FORMULACIÓN DE UN INOCULANTE

Victoria Conde-Avila*¹, Carmen Martínez-Valenzuela, Luis Daniel Ortega-Martínez², Beatriz Pérez-Armendáriz², Octavio Loera³, Carlos Peña⁴

¹ Unidad de Investigación en Ambiente y Salud, Universidad Autónoma de Occidente Unidad Los Mochis, Boulevard Macario Gaxiola y Carretera Internacional s/n Colonia Conrado Espinoza, Los Mochis Sinaloa, México,.

² Facultad de Biotecnología, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México. 13 Poniente No. 1927 Col. Barrio de Santiago, C.P.72410, Puebla, Pue. México.

³ Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ra Secc. 09340 Ciudad de México, CDMX.

⁴ Departamento de Ingeniería Celular y Biotecnología, Instituto de Biotecnología, UNAM. Apdo. Post. 510-3 Cuernavaca, 62250 Morelos, México. *victoria.condea@gmail.com

Palabras clave: biorremediación, plaguicida, rizobacteria

Introducción. La producción agrícola se caracteriza por el uso continuo de fertilizantes nitrogenados y plaguicidas como clorpirifós (CP) que producen efectos adversos a la salud humana y contaminación (1). Una alternativa es el uso rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) tolerantes a plaguicidas, así como el desarrollo de formulaciones que favorezcan su inoculación en ambientes contaminados. Actualmente, la inoculación de microorganismos, ya sea con fines agrícolas o ambientales, emplea formulaciones líquidas con vida útil y efectividad limitada. La encapsulación celular es una técnica que brinda tolerancia y protección a factores externos (2). Sin embargo, son escasas las investigaciones sobre el uso de esta tecnología en aplicaciones en suelo, así como de *Azotobacter vinelandii* en la degradación de CP. El objetivo fue evaluar el crecimiento de *A. vinelandii* ATCC 12837, la degradación de CP *in vitro*, y un método de microencapsulación para su uso como inoculante.

Metodología. Se diseñó una estrategia de cultivo empleando diferentes medios y condiciones de oxigenación para evaluar el crecimiento de la bacteria y biodegradación de CP *in vitro* (2). Se determinaron parámetros cinéticos, respirométricos y un análisis cromatográfico para la determinación del porcentaje de degradación (2). La microencapsulación se llevo a cabo con alginato como polímero protector empleando la técnica de secado por aspersión (3). Finalmente, se evaluó el efecto del inóculo líquido y encapsulado sobre el crecimiento de plántulas de tomate.

Resultados. La estrategia de cultivo permitió identificar condiciones óptimas crecimiento en el medio Burk-Sacarosa (BS) (2) (Fig.1; Tabla 1). *A. vinelandii* ATCC 12837 toleró y creció en medios con 500 ppm de CP sin afectaciones en su respiración (Fig.2) y degradó el plaguicida en 60h sin acumulación de metabolitos tóxicos (Fig.3). La técnica de secado permitió la

encapsulación de la bacteria preservando su viabilidad al 80% (Fig. 4). Se presentaron efectos positivos en las variables de germinación y crecimiento de plántulas de tomate inoculadas con *A. vinelandii* libre y encapsulada (Tabla 2).

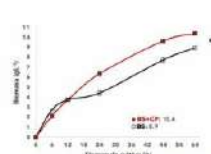


Fig. 1. Biomasa de *A. vinelandii* en medio BS y BS+CP en matraces con 50 ml de medio de cultivo

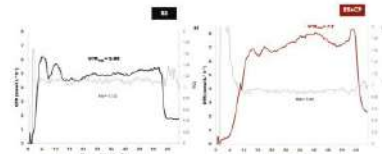


Fig. 2. Parámetros respirométricos (OTR y RQ) de *A. vinelandii* en medio BS y BS+CP en matraces con 50 ml de medio de cultivo.

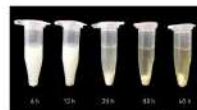


Fig. 3. Degradación de CP *in vitro* por *A. vinelandii* en medio BS+CP

Tabla 1. Parámetros cinéticos y respirométricos de *A. vinelandii* cultivada en matraces agitados en medio BS y BS + CP.

Medio de cultivo	Viabilidad celular (%)	tiempo (h)	Presión (kg cm ⁻²)	OTR (mg L ⁻¹ h ⁻¹)	RQ (mL O ₂ / mL CO ₂)	OD ₆₀₀ (mL mg ⁻¹ h ⁻¹)
BS	0.36	87 ± 9.32	1.02 ± 0.01	1.1 ± 0.1	3.03	2.44
BS+CP	0.36	16.8 ± 0.32	3.38 ± 0.01	1 ± 0.1	2.9	2.37

Los experimentos se llevaron a cabo por triplicado y los resultados presentaron los promedios y la desviación estándar de los experimentos. *Indica significación.



Fig. 4. Viabilidad de *A. vinelandii* antes y después del proceso de microencapsulación

Tabla 2. Porcentaje de germinación y variables morfológicas de las plántulas de tomate inoculadas de forma libre como encapsulada

Tratamiento	Germinación (%)	Longitud del tallo (cm)	Altura (cm)	Raíz (cm)	NO ₂ (mg mL ⁻¹)	K ⁺ (ppm)	Na (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)
Libre Inóculo	70*	2.1 ± 0.15	19.8* ± 1.1	10.4* ± 0.62	816.0* ± 40	114.6* ± 6	124* ± 10	4075.6* ± 65
Inóculo encapsulado	80*	2.8* ± 0.5	22* ± 3.0	13.8* ± 0.57	160* ± 11	122.6* ± 12	129.8* ± 11	4130* ± 94
Inóculo encapsulado Alginato	90*	2.9* ± 0.10	26.6* ± 3.4	17.6* ± 1.1	1153* ± 45	126.2* ± 11	161.8* ± 5	4144.4* ± 11

Se presenta la media ± desviación estándar. Letras distintas en las mismas columnas indican diferencias estadísticas significativas, según la prueba de Tukey (α=0.05).

Conclusiones. *A. vinelandii* ATCC 12837 es eficiente en la degradación de CP *in vitro*.

La microencapsulación permite la formulación de un inoculante en polvo que preserva la viabilidad de *A. vinelandii* y mejora el crecimiento vegetal de plántulas de tomate.

Bibliografía.

- Bose et al. 2021. A review on the microbial degradation of chlorpyrifos and its metabolite TCP. *Chemosphere* 283:131447
- Conde AV, et al. 2021. Growth, respiratory activity and chlorpyrifos biodegradation in cultures of *Azotobacter vinelandii* ATCC 12837. *AMB Express* 11, 177.
- Strobel SA, et al. 2018. Industrially scalable microencapsulation of plant beneficial bacteria in dry cross-linked alginate matrix. *Ind Biotechnol* 14(3):138–147.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área VI. Bioenergía y biocombustibles

- PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE RESIDUOS DE PODA PRE-TRATADOS POR FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO POR TRICHODERMA REESEI Y PLEUROTUS OSTREATUS. Autores: Odín Rodríguez Nava, Birgitte K. Ahring. 166
- PRODUCCIÓN SIMULTÁNEA DE HIDRÓGENO Y BUTANOL A PARTIR DE GRANO GASTADO DE CERVEZA. Autores: David Eduardo Pecina Chacón, Santiago Suárez Vázquez, Carlos Eduardo Molina Guerrero, Arquímedes Cruz-López. 167
- PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE LODOS DE AGUA RESIDUAL USANDO SOLVENTES EUTÉCTICOS PROFUNDOS: ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL. Autores: Brayan Steven Moreno-Caballero, José Julián Cano-Gómez, Gerardo A. Flores-Escamilla, Iván A. Santos-López. 168
- SOBREPRODUCCIÓN DE BIOELECTRICIDAD POR UNA CEPA MUTANTE DE GEOBACTER SULFURREDUCTENS Y SU RESPUESTA TRANSCRIPTÓMICA. Autores: Alberto Hernández Eligio, Bernardo Jaramillo Rodríguez, Leticia Vega Alvarado, Luis Rodríguez Torres, Guillermo Huerta Miranda, Katy Juárez. 169
- HIDRÓLISIS ALCALINA DE PAJA DE TRIGO CON NEJAYOTE PARA LA PRODUCCIÓN DE METANO MEDIANTE DIGESTIÓN ANAEROBIA. Autores: Lizbeth S. Guerrero, Luis H. Alvarez, Vianey A. Burboa, Edna R. Meza, Denisse Serrano. 170
- COMPARACIÓN DE MÉTODOS QUÍMICOS Y ENZIMÁTICOS PARA EXTRACCIÓN DE CARBOHIDRATOS MICROALGALES Y SU CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA Y MOLECULAR. Autores: Sandra Morales Arrieta, César Maximiliano Vázquez, Dulce María Arias Lizárraga. 171

PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE RESIDUOS DE PODA PRE-TRATADOS POR FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO POR *TRICHODERMA REESEI* Y *PLEUROTUS OSTREATUS*

Odín Rodríguez Nava¹, Birgitte K. Ahring²

¹Departamento de Ingeniería en Sistemas Ambientales, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 07738, crodriguezna@ipn.mx

²Bioproducts, Sciences and Engineering Laboratory, Washington State University Tricities. Biological Systems Engineering, Washington State University, USA

Palabras clave: Fermentación oscura, Trichoderma reesei, Pleurotus ostreatus

Introducción. La biomasa lignocelulósica es un sustrato prometedor para la producción de biocombustibles de segunda generación, además se consideran como carbono neutro. Los pretratamientos biológicos representan una estrategia económica para degradar la lignina y acceder a polisacáridos como celulosa y hemicelulosa que se hidrolizan en diferentes monosacáridos como glucosa, manosa, xilosa, celobiosa, galactosa, etc. a través de diferentes hidrolasas. Estos azúcares se pueden transformar a diferentes compuestos como hidrógeno. En este trabajo se evaluó el efecto del pre-tratamiento biológico con *Pleurotus ostratus* y *Trichoderma reesei* sobre residuos de poda para producción de hidrógeno a través de fermentación oscura.

Metodología. El pre-tratamiento de los residuos de poda se llevó a cabo por fermentación en estado-sólido utilizando los hongos evaluados durante 7 días. En matraces Erlenmeyer de 10 mL se adicionó 2 g de residuo, las condiciones de la fermentación fueron una humedad del 80%, 35°C y un tamaño de partícula promedio de 3 mm. Después de la fermentación se agregaron 5 mL de buffer de citratos para llevar a cabo el proceso de sacarificación. Posteriormente el hidrolizado fue sometido a fermentación oscura para la producción de hidrógeno durante un periodo de 190 h. El Hidrógeno fue cuantificado por espectroscopia de masas y los ácidos grasos como los azúcares fueron cuantificados por UPLC (Karekar & Ahring, 2023).

Resultados. *Pleurotus ostreatus* hidroliza 35% de hemicelulosa, mientras que *Trichoderma reesei* hidroliza 19.57% de celulosa. *Pleurotus ostreatus* hidroliza eficientemente los azúcares. Los residuos de poda, tuvieron mejor rendimiento de producción de hidrógeno cuando fueron pre-tratados con *P. ostreatus*; mientras que el hidrolizado de los residuos tratados con *T. reesei*, los azúcares se removieron con mayor eficiencia. También *Pleurotus ostreatus* tiene mayor rendimiento de producción de H₂ por azúcar consumido, 1.5 moles H₂/ moles de azúcares. Mientras

que para *Trichoderma* fue de 0.24. Valor teórico es de 4.

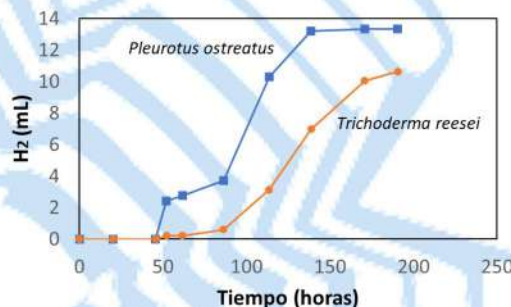


Fig. 1. Producción de H₂ de residuos de poda, pre-tratados por fermentación en estado sólido por *Pleurotus ostratus* y *Trichoderma reesei*. **Negritas.**

Tabla 1. Degradación de lignina, producción de AGV e H₂.

	lignina insoluble (%)	Azúcares (g/L)	Acetato (g/L)	Prop (g/L)	But (g/L)	H ₂ (mL)
Control	23.39	4	0	0	0	0
<i>P. ostreatus</i>	35.81	4.66	1.3	0.7	0.154	13
<i>T. reesei</i>	41.45	3.1	4.49	1.38	0	10.62

Conclusiones.

Pleurotus ostreatus tiene mayor rendimiento de producción de H₂ por azúcar consumido, 1.5 moles H₂/ moles de azúcares. Mientras que para *Trichoderma* fue de 0.24. Valor teórico es de 4.

Bibliografía.

- Adney, B., & Baker, J. (2008). *Laboratory Analytical Procedure (LAP)*. January..
- Karekar, S. C., & Ahring, B. K. (2023). a. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 47(December 2020), 102526.
- Suiter, A., Hames, B., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J., Templeton, D., & Nrel, D. C. (2012).. *April 2008*.

PRODUCCIÓN SIMULTÁNEA DE HIDRÓGENO Y BUTANOL A PARTIR DE GRANO GASTADO DE CERVEZA

David Eduardo Pecina Chacón¹, Santiago Suárez Vázquez¹, Carlos Eduardo Molina Guerrero²
Arquímedes Cruz-López¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Civil, Av. Universidad s/n, Ciudad Universitaria, C.P 66455, San Nicolás de los Garza, NL., México.

²Universidad de Guanajuato, Departamento de Ingenierías Química, Electrónica y Biomédica, Campus León, Lomas del Bosque 103, Col. Lomas del Campestre, León C.P. 37150, Gto., México.

Palabras clave: fermentación, bioenergía, residuos

Introducción. Los granos gastados de cerveza (GGC) son residuos lignocelulósicos que representan el 85 % de los residuos totales de la industria cervecera⁽¹⁾. De acuerdo con el alto contenido de nitrógeno y carbohidratos, los GGC pueden procesarse mediante la actividad fermentativa de diferentes especies microbianas. Durante estos procesos se transforman los azúcares en productos con alto contenido energético como hidrógeno (H₂) y butanol. Estudios recientes buscan su producción simultánea mediante ajustes en las condiciones de operación y de parámetros limitantes como pH, potencial redox, y tipo de sustrato, entre otros ^{2,3}. Por lo tanto, el objetivo del trabajo es evaluar la producción de H₂ y butanol a partir de GGC para transformar los residuos en energía limpia.

Metodología. Se obtuvieron hidrolizados de GGC al aplicarles un pretratamiento ácido (H₂SO₄ 0.5N) y alcalino (NaOH 0.5 % p/v) a 37 °C durante 48 h con el propósito de incrementar la concentración de azúcares fermentables. En los ensayos fermentativos se utilizó un reactor *Biostat A* en operación en lote con un volumen de trabajo: 1 L, temperatura: 37°C, pH inicial: 6, ORP inicial: -195 mV, inóculo: *C. beijerinckii AT456* a 10% (v/v), y dos concentraciones de hidrolizados GGC E1 y E2, de 30 y 50 % (p/v), respectivamente, en términos de carbohidratos totales (CT). Los métodos analíticos incluyeron, análisis de H₂, butanol y ácidos grasos volátiles (AGV) mediante cromatografía de gases. Mientras que los carbohidratos totales (CT), azúcares reductores y nitrógeno total se determinaron por pruebas colorimétricas con un espectrofotómetro UV-Vis.

Resultados. En la fig. 1 se presenta la producción de H₂ y butanol para los ensayos E1 y E2. En ambos niveles se observa que la producción de H₂ alcanzó su máximo dentro de las 48 h de operación, mientras que la producción de butanol inició a partir de las 36-48 h, obteniendo un máximo valor cerca de las 72 h en E2. En la tabla 1, se observan los parámetros de

producción para los ensayos con los dos niveles de carga orgánica, E1 y E2. El incremento en la cantidad de CT representó también una mejora en la productividad y rendimiento de butanol. Esta diferencia puede estar en función de la disponibilidad de carbohidratos simples o complejos el medio, por lo que es necesario incrementar estos en el sustrato para generar las condiciones de solventogénesis y con esto reducir el tiempo de producción del butanol.

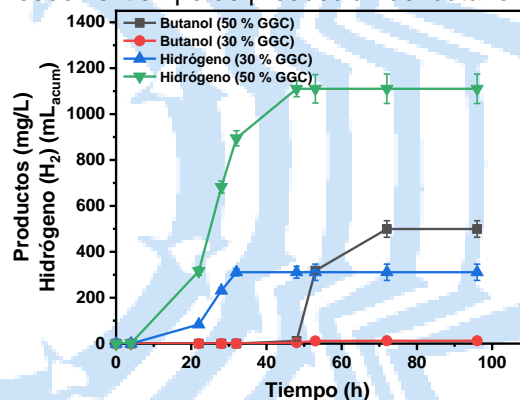


Fig. 1. Ensayos fermentativos E1 (30%) y E2 (50%) a 96 h.

Tabla 1. Parámetros de producción H₂ (48 h) y butanol (96 h).

Ensayo	Hidrolizados GGC(p/v)	Productividad (mL/L/h) H ₂ / butanol	Rendimiento (mL / g CT) H ₂ / butanol
E1	30 %	6.48 / 0.16	35.81 / 0.96
E2	50 %	23.13 / 4.27	39.64 / 22.01

Conclusiones. El H₂ y el butanol se obtuvieron como principales productos de la fermentación de los GGC usando la cepa *C. beijerinckii AT456*. El rendimiento de la producción simultánea (H₂ + butanol) es 1.5 veces mayor que la producción de H₂

Agradecimiento. Al Laboratorio de Ingeniería Ambiental, FIC, UANL.

Bibliografía.

- (1) Coronado, M. A., et al., (2020). *Sustainability* 12(18) pp. 2-13
- (2) Jingyun Liu et al., (2019) *Int. J. Hydrogen Energy*. 44 pp. 11617-11624.
- (3) Wu, H., et al., (2017). *Int. J. Hydrogen Energy*, 42(10), pp. 6547–6555.

PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE LODOS DE AGUA RESIDUAL USANDO SOLVENTES EUTÉCTICOS PROFUNDOS: ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

Brayan Steven Moreno-Caballero, José Julián Cano-Gómez, Gerardo A. Flores-Escamilla, Iván A. Santos-López

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, San Nicolás de los Garza, C.P. 66455, jose.canogmz@uanl.edu.mx

Palabras clave: Biodiésel, lodos de agua residual, solventes eutécticos profundos

Introducción. Los lodos de agua residual (LAR) son una alternativa como materia prima (MP) para la producción del biodiésel, ya que no tienen valor comercial y contienen hasta un 60% en contenido graso. Esta grasa se compone mayormente de ácidos grasos libres (FFA) y en menor proporción de triglicéridos (TG). Estos compuestos se convierten en biodiésel en presencia de metanol mediante las reacciones de esterificación y transesterificación usando H_2SO_4 e KOH como catalizadores. Ambos procesos requieren en total 9h de reacción. Como alternativa, se ha propuesto el uso de solventes eutécticos profundos (SEP) como catalizadores para la producción de biodiésel. Los SEP están compuestos por un aceptor de enlace hidrógeno (AEH), como cloruro de colina ($ChCl$), y un donante de enlace de hidrógeno (DEH) como: aminas, alcoholes, ácidos carboxílicos, entre otros. Los SEP pueden usarse para la producción de biodiésel debido a que se pueden sintetizar usando un DEH ácido para catalizar la conversión de FFA. Además, su alta solvatación permite aumentar la transferencia de masa durante la reacción (1).

El objetivo de este trabajo es estudiar la producción de biodiésel a partir de LAR usando como catalizador tres diferentes SEP, adicionalmente se evaluó el indicador de cambio climático (CC) mediante la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV) para comprobar si el uso de estos solventes disminuye el impacto ambiental del proceso.

Metodología. Se sintetizaron tres SEP, usando $ChCl$ como AEH y tres diferentes DEH: ácido tolueno sulfónico (PTSA), ácido oxálico (OA) y ácido cítrico (CA) usando el método de Abbott et al. (2).

Tabla 1. Experimentación producción de biodiésel.

DEH	Temp. (°C)	Tiempo (h)	Metanol (mol_{MeOH}/mol_{FFA})	DES (mol_{DES}/mol_{FFA})
PTSA	60	3	10	0.05 a 0.3
OA	60	3	15	0.1 a 0.4
CA	60	3	15	0.1 a 0.4

El biodiésel se produjo usando la metodología reportada por Moreno-Caballero et al. (3) con los factores mostrados en la Tabla 1. El ACV se realizó

usando el método ISO 14044 y el software SimaPro 8.3.

Resultados. La Figura 1 muestra el rendimiento en la producción de biodiésel usando el SEP, $ChCl:PTSA$, el cual mostró el mayor rendimiento (97.01%) entre los 3 SEP's, debido a su mayor acidez.

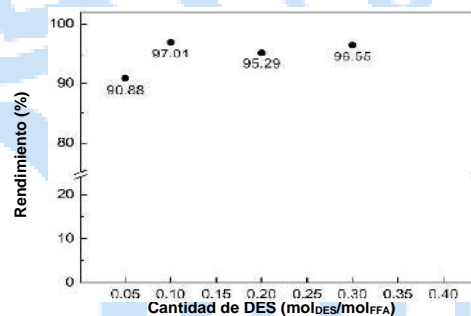


Fig. 1. Producción de biodiésel usando $ChCl:PTSA$. El rendimiento aumentó conforme la cantidad de SEP se incrementó de 0.05 a 0.1, donde se alcanzó el máximo rendimiento de 97.01% y para las cantidades de SEP mayores a 0.1, el valor del rendimiento disminuyó. Esto se debe a que un exceso de DES en la reacción puede aumentar la viscosidad del medio de reacción, dificultando la transferencia de masa y reduciendo el rendimiento. El indicador de CC mostró un valor de 29.79 g CO_2eq , siendo 56.3% menor que el mismo indicador evaluado para un proceso usando H_2SO_4 y KOH como catalizadores (68.22 g CO_2eq), esto debido principalmente a un menor consumo energético derivado de un menor tiempo de reacción por el uso del SEP.

Conclusiones. El uso de SEP como catalizadores ha mostrado ser una alternativa viable para la producción de biodiésel debido a su alto rendimiento (97.01%) y a su menor impacto ambiental comparado con el uso de catalizadores convencionales.

Bibliografía.

1. Troter, D. Z., Todorović, Z. B., Đokić-Stojanović, D. R., Stamenković, O. S., & Veljković, V. B. (2016). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, 473-500.
2. Abbott, A. P.; Boothby, D.; Capper, G.; Davies, D. L.; Rasheed, R. K. (2004). *J Am Chem Soc*, 126 (29), 9142-9147.
3. Moreno-Caballero, B.S. (2020). [thesis type]. México (San Nicolás de los Garza, NL.): Universidad Autónoma de Nuevo León.

SOBREPRODUCCIÓN DE BIOELECTRICIDAD POR UNA CEPA MUTANTE DE *Geobacter sulfurreducens* Y SU RESPUESTA TRANSCRIPTÓMICA

Alberto Hernández Eligio, Bernardo Jaramillo Rodríguez, Leticia Vega Alvarado, Luis Rodríguez Torres, Guillermo Huerta Miranda y Katy Juárez. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 2001, CP 62210 Cuernavaca, Morelos.

alberto.hernandez@ibt.unam.mx, katy.juarez@ibt.unam.mx

Palabras clave: Bioelectricidad, celda microbiana de combustible, transcriptoma

Introducción. *Geobacter sulfurreducens* es una bacteria que puede acoplar la respiración anaeróbica a la reducción de metales a través de un proceso llamado transferencia extracelular de electrones (TEE) (1). La TEE esta dirigida por un pili conductivo, más de 100 citocromos tipo-c y la formación de biopelículas electroconductoras. Gracias al proceso de TEE, *G. sulfurreducens* es capaz de producir bioelectricidad cuando es crecida en celdas microbianas de combustible (CMC) (1). Nosotros encontramos que el regulador transcripcional GSU1771 controla la expresión de algunos genes que codifican proteínas involucradas directamente en la TEE (2). Además, cuando eliminamos su gen *gsu1771*, la cepa mutante desarrolla biopelículas 100 más electroconductoras que la cepa parental (2). Por lo tanto, los objetivos de este trabajo fueron determinar la producción de bioelectricidad en una CMC por la cepa mutante deficiente en *gsu1771* de *G. sulfurreducens* y analizar su respuesta transcriptómica.

Metodología. Mediante microscopia confocal laser de barrido (CLSM) y el uso del kit Live/Dead BacLight se realizó un análisis de las biopelículas desarrolladas por la cepa *-gsu1771* sobre electrodos de grafito. Por otro, la producción de bioelectricidad se determinó en CMC de dos cámaras, tipo-H, con un flujo continuo de acetato (20 mM) como donador de electrones y un electrodo de grafito como aceptor de electrones. Al iniciar la corriente, en la cámara anódica se mantuvo un flujo constante de medio fresco. Después de 2 semana se operación, la CMC se detuvo y se aisló la biopelícula crecida sobre el electrodo. A partir de las biopelículas, se aisló el RNAm usando el Kit RNeasy mini kit (Qiagen). El DNA contaminante y el RNA ribosomal se eliminó con una DNaseI y el kit Ribominus (Thermo), respectivamente. Las librerías de cDNA se construyeron usando el kit TruSeq stranded mRNA kit y la secuenciación se realizó en la plataforma NexSeq 500 (Illumina). El análisis de expresión diferencial se realizó usando la plataforma IDEAMEX web server (3).

Resultados. El análisis de CLSM mostró que la cepa *-gsu1771* produce una biopelícula gruesa, compuesta por más del 90% de células vivas. Estas biopelículas tienen un grosor similar a las producidas por la cepa parental, y forman estructuras tipo columnas sobre el electrodo. Por otro lado, la cepa *-gsu1771* desarrolló una biopelícula gruesa en el ánodo de la CMC. Después de 2 días de operación de las CMC, ambas cepas empezaron a generar corriente, alcanzando un máximo al 3 día de operación (19 μ A para la cepa *-gsu1771* y 14 μ A la cepa parental). La corriente producida por ambas cepas se mantuvo estable durante dos semanas. La producción de bioelectricidad por la cepa *-gsu1771* se incremento entre un 30-35% más que la cepa parental. Después de 2 semanas, a partir de las biopelículas se realizó un análisis de transcriptoma por RNA-seq. 119 genes se encontraron diferencialmente expresados (DE) en la cepa *-gsu1771* (79 sobregulados y 40 subregulados), entre los que destacan genes que participan en la generación de energía y transporte de electrones (20 genes DE), regulación transcripcional (17 genes DE) y transporte (13 genes DE). Entre los genes DE destacan los que codifican proteínas homólogas al sistema de secreción tipo VI (SST6), relacionado con virulencia, actividad antimicrobiana, homeostasis de metales y formación de biopelículas.

Conclusiones. La cepa mutante deficiente en *gsu1771* desarrolla biopelículas más gruesas sobre electrodos de grafito, y produce un 30-35% más bioelectricidad que la cepa parental en CMC. El análisis transcripcional mostró que en dicha cepa se encuentran sobre-expresados genes que podrían estar involucradas en la TEE, incluyendo citocromos tipo-c que no han sido descritos previamente. Además, se destaca un posible rol del SST6 en el desarrollo de biopelículas electroconductoras en *G. sulfurreducens*.

Agradecimiento. PAPIIT-UNAM No. IN212022, PASPA-UNAM.

Bibliografía.

1. -Lovley DR, et al. (2011). *Adv Microb Physiol.* 59:1-100.
2. -Hernández-Eligio A, et al. (2022). *Bioelectrochem.* 145, 108101.
3. Jiménez-Jacinto V, et al. (2019). *Front Genet.* 10:279.

HIDRÓLISIS ALCALINA DE PAJA DE TRIGO CON NEJAYOTE PARA LA PRODUCCION DE METANO MEDIANTE DIGESTIÓN ANAEROBIA

Lizbeth S. Guerrero, Luis H. Alvarez, Vianey A. Burboa, Edna R. Meza, Denisse Serrano
Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Dirección de Recursos Naturales. Ciudad Obregón
Sonora. C.P. 85000. luis.alvarez@itson.edu.mx

Palabras clave: Residuos agroindustriales, Biocombustibles, Codigestión

Introducción. El Valle del Yaqui es el principal productor de trigo en México, en donde se generan entre 8-12 T de paja de trigo (PT)/ha, que no son manejadas adecuadamente. Una práctica común es la quema no controlada que produce contaminantes atmosféricos.¹ El nejayote es agua residual que contiene sólidos, sales, materia orgánica y pH elevado. La codigestión anaerobia de estos residuos permitirá su manejo y aprovechamiento para disminuir el impacto ambiental y producir energía. El objetivo de este estudio es hidrolizar PT en nejayote, para producir metano mediante digestión anaerobia.

Metodología. La PT se trituró y tamizó para tener partículas de 425, 250 y 150 μm . La hidrólisis alcalina de las partículas se hizo durante 24 h utilizando nejayote (pH 11.7) y NaOH (pH 11.7) como referencia, con 5% (m/v) de PT. 60 mL de cada hidrolizado se inoculó con lodo metanogénico (1 g SSV/L) por triplicado, ajustando el pH a 7.5. Se intercambié la atmosfera en las botellas con N_2 para crear condiciones anaerobias y se incubaron a 37 °C y 120 rpm. La DQO, pH y metano se midieron en diferentes etapas según corresponde a cada experimento. Los resultados fueron analizados con el modelo de Gompertz para obtener los parámetros cinéticos.

Resultados. La hidrólisis de la PT produjo descenso en el pH y aumento en la DQO en todas las condiciones probadas (Tabla 1), evidenciando la disolución de los componentes del residuo.

Tabla 1. DQO y pH tras 24 h de hidrólisis de la PT.¹

Paja de trigo (μm)	Nejayote ²	NaOH
425	1072 \pm 50 (7.5)	752 \pm 65 (7.4)
250	1150 \pm 64 (7.9)	1206 \pm 165 (7.5)
150	1234 \pm 98 (8.0)	1450 \pm 212 (6.9)

¹ Se indica la DQO (mg/L) seguido del (pH), ambos al final de la hidrólisis.

² Indica el aumento en la DQO respecto al nejayote (4450 \pm 128 mg/L).

La producción de metano en los cultivos con PT fue hasta 1.8 veces mayor comparado con la incubación con nejayote, siendo mayor con la PT de 425 μm (1841 mL/L), seguido de 250 μm (1728 mL/L) y de 150 μm (1700 mL/L) (Fig. 1A). La producción de metano a partir de los hidrolizados con NaOH estuvo

entre 226 y 264 mL/L (Fig. 1B), que son valores menores respecto a los hidrolizados con nejayote, incluso descontando el control (nejayote). Esto indica que la codigestión de PT y nejayote promovió una mayor productividad de metano.

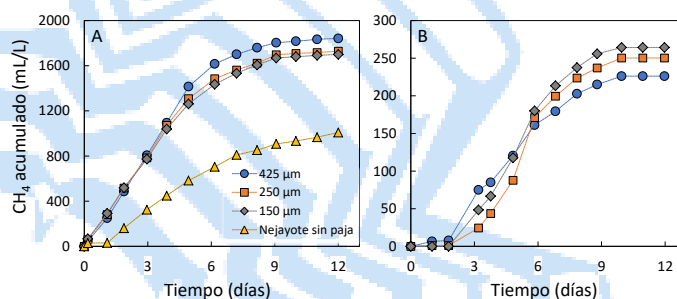


Fig. 1. Metano acumulado durante la digestión de hidrolizados de PT con nejayote (A) y NaOH (B).

El rendimiento de metano indica que los hidrolizados con nejayote alcanzó (mL CH₄/g DQO_i) 303 con 150 μm , 313 con 250 μm y 337 con 425 μm , que son valores superiores al rendimiento obtenido con los hidrolizados con NaOH (Fig. 2).

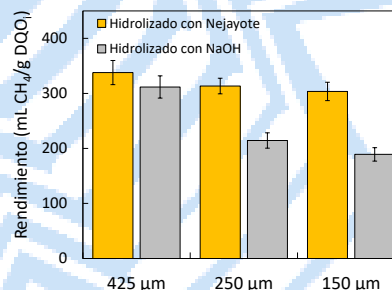


Fig. 2. Rendimiento de metano a partir de los hidrolizados de PT con nejayote y NaOH.

Conclusiones. La codigestión anaerobia de nejayote y PT permite el manejo adecuado de estos residuos y permite mayor generación de energía en comparación con la hidrólisis comúnmente utilizada.

Agradecimiento. PROFAPI-2023 (ITSON)

Bibliografía

- Montero, G., Coronado, M., Torres, R., Jaramillo, B., García, C., Stoytcheva, M., Valenzuela, E. (2016). Higher heating value determination of wheat straw from Baja California, Mexico. *Energy*, 109, 612-619.

Comparación de métodos químicos y enzimáticos para extracción de carbohidratos microalgales y su caracterización bioquímica y molecular.

Sandra Morales Arrieta¹, César Maximiliano Vázquez¹, y Dulce María Arias Lizárraga²

¹Departamento de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica del Estado de Morelos. Boulevard Cuauhnáhuac No. 566 Col. Lomas del Texcal Jiutepec, Morelos. CP 62550. ²Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Priv. Xochicalco s/n, Col. Centro, Temixco, Morelos. CP 62580. smorales@upemor.edu.mx

Palabras clave: cromatografía en capa fina, alginato y carbohidratos microalgales.

Introducción. Las microalgas componen un diverso grupo polifilético de microorganismos (eucariotas y procariotas) que se caracterizan por realizar fotosíntesis (1). Recientemente, la amplia gama de biomoléculas que sintetizan (carbohidratos, lípidos, proteínas y pigmentos) las han convertido en microorganismos comercialmente atractivos. Se estima que han descrito alrededor de 44000 especies de microalgas a nivel mundial, aisladas de diversos ambientes como agua dulce, agua marina y fuentes hidrotermales (2).

Con el objetivo de encontrar alternativas para la producción de algún biocombustible o biomoléculas de interés industrial, se evaluaron dos métodos de extracción de carbohidratos por vía química y enzimática para su cuantificación así como su aislamiento y caracterización usando como marcador la región espaciadora interna transcrita (ITS).

Metodología. Para el aislamiento y caracterización de la muestra microalgal se usaron técnicas clásicas de microbiología. Se extrajo el DNA genómico de las microalgas aisladas de acuerdo a (3), el cual fue usado como templado para la amplificación de la región ITS por la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), se secuenciaron las 800 pb y se analizaron con herramientas bioinformáticas. Se evaluaron los métodos de extracción de carbohidratos presentes usando un método enzimático (proteínasa K) y otro químico HCl 1N a 100°C por 2h, se cuantificaron los carbohidratos de acuerdo a la técnica de Dubois *et al* (4). La naturaleza de los carbohidratos fue identificada de manera preliminar por cromatografía en capa fina.

Resultados. A partir de una muestra de agua de uso doméstico se aisló una microalga del cultivo mixto (fig. 1). El análisis bioinformático de la región ITS amplificada por PCR, arrojó un 80.99% de identidad con *Scenedesmus* sp. que concuerda con las morfologías descritas en la literatura para este tipo de microalgas.

Para comparar los métodos químicos y enzimáticos, se cuantificaron los carbohidratos presentes en ambos métodos, para el método de extracción con HCl 1N se obtuvieron 0.226 µg/mL y para el método enzimático 0.24 µg/mL, valores muy similares por lo que podemos

deducir que ambos métodos son adecuados pero el enzimático no genera residuos como los derivados del procesamiento con HCl.



Fig. 1. Microalgas aisladas de una muestra extraída de aguas residuales domésticas, vistas con un microscopio óptico (40X).

El Análisis preliminar de la naturaleza de los carbohidratos presentes en microalgas se llevó a cabo por cromatografía en capa fina (TLC), en la figura 2 se pueden observar que mayoritariamente el carbohidrato extraído de la muestra microalgal presenta características muy similares al alginato.

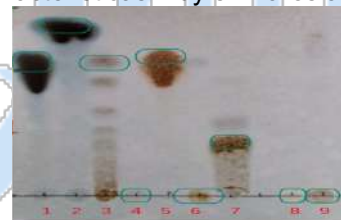


Fig. 2 Identificación de los carbohidratos microalgales por cromatografía en capa fina, 1-Glucosa, 2-Xilosa, 3-Inulina, 4 Dextrana, 5-Fructosa, 6-Levana, 7-Rafinosa, 8-Alginato y 9-Muestra,

Conclusiones. La microalga aislada de acuerdo a la región ITS secuenciada tiene un 80.99 % de identidad con *Scenedesmus* sp. Con los dos métodos de extracción de carbohidratos se obtuvo una concentración similar, pero el enzimático evita la generación de residuos tóxicos haciéndolo más amigable con el ambiente. El análisis cromatográfico indica que el carbohidrato en mayor proporción es el alginato.

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado por (DGAPA-UNAM), PAPIIT Proyecto No. IA102821.

Bibliografía. 1. Andersen R. *The Microalgal Cell*. (2013). p. 3-20. 2. Barsanti L, Gualtieri P. (2013). *Algae: anatomy, biochemistry, and biotechnology*. p. 325 Bux F. (2013). *Biotechnological Applications of Microalgae*. p. 201. 3. Hoffman, C. S., & Winston, F. (1987). *Gene*, 57(2-3), 267-272. 4. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. H. (1956). *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área VII. Nanobiotecnología y biomateriales

VII001	PRODUCCIÓN DE VLPs DE ZIKV Y MONOCAPAS LIPÍDICAS MODELO PARA EL DISEÑO DE ESTUDIOS DE INTERACCIÓN MOLECULAR CON MEMBRANAS CELULARES. Autores: Samantha Rossy Flores Castillo, Gustavo Pacheco Ortiz Pinchetti, Mauricio Comas García, José Campos Terán.	173
VII002	CARACTERIZACIÓN MECÁNICA, FISICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE COMPÓSITOS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS CON <i>Piper auritum</i> Y SALES DE BISMUTO EN MATRIZ DE GELATINA. Autores: Oscar Alberto Jaramillo Ocampo, Brenda Román Ponce, José Luis Rivera Corona, Manuel Carrillo Morales, Eduardo Guzman Ólea y Victoria Bustos Terrones.	174
VII003	VIRUS COMO NANOVEHÍCULOS DE MOLÉCULAS ANTICANCERÍGENAS HIDRÓFOBAS. Autores: Elizabeth Loredó-García, Rubén D Cadena-Nava.	175
VII004	GLICONANOTECNOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE TUBERCULOSIS. Autores: Armando Becerra-Hernández, Juan Patiño-Cárdenas, Mariana Vázquez-Ibarra, Pedro Salas, Gonzalo Ramírez-García, Ravichandran Manisekaran, Luz M. López-Marín.	176
VII006	ANDAMIOS DE ALGINATO-QUITOSANO FUNCIONALIZADOS CON NANOPARTÍCULAS DE ORO PARA LA INGENIERÍA DE TEJIDOS CARDIÁCOS. Autores: Rosario Marcial, José Campos-Terán, Izlia J. Arroyo, Juan Carlos Ruiz, Nohra E. Beltrán-Vargas.	177

PRODUCCIÓN DE VLPs DE ZIKV Y MONOCAPAS LIPÍDICAS MODELO PARA EL DISEÑO DE ESTUDIOS DE INTERACCIÓN MOLECULAR CON MEMBRANAS CELULARES

Samantha Rossy Flores Castillo ¹, Gustavo Pacheco Ortiz Pinchetti ¹,
Dr. Mauricio Comas García ³, Dr. José Campos Terán ²
mauricio.comas@uaslp.mx, jcampos@cua.uam.mx

- Licenciatura en Ingeniería Biológica, División de Ciencias Naturales e Ingeniería (DCNI) Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C), Ciudad de México CP.05348.
Departamento Procesos y Tecnología (DPT), DCNI, UAM-C.
- Centro de Investigación de Ciencias de la Salud y Biomedicina (CICSaB), Universidad Autónoma de San Luis Potosí, CP. 78210 .

Palabras clave: Partículas Pseudovirales (VLPs), Monocapas lipídicas modelo, Técnica de Langmuir.

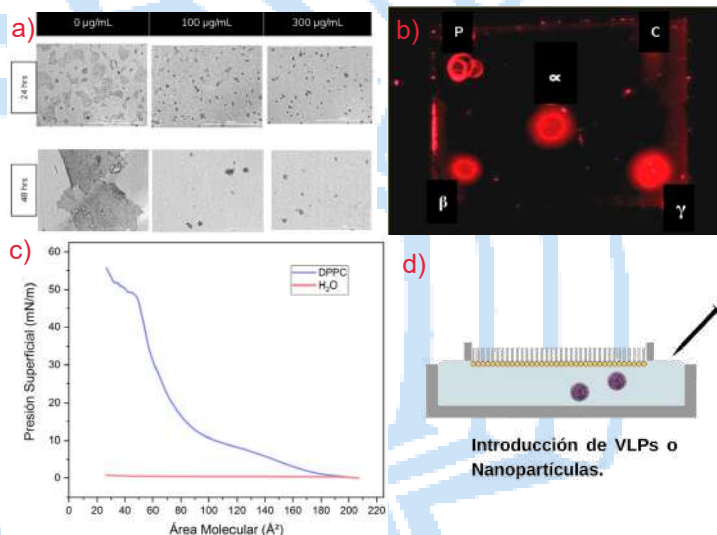
Introducción. En la UAM Cuajimalpa y el CICSaB se está desarrollando una vacuna contra el virus del Zika basada en Partículas Pseudovirales (VLPs), que son estructuras proteicas altamente estables y de baja toxicidad con capacidad de inducir respuestas inmunes y humorales; son útiles para diversas aplicaciones, incluyendo vacunas, terapia génica y transporte de fármacos. Para estudiar su interacción con la membrana celular, se pueden utilizar monocapas lipídicas como modelos de membranas biológicas debido a su semejanza estructural. (Comas-García et al., 2020, Campos-Terán et al., 2020)

Metodología. Se diseñaron VLPs vacías modificando genéticamente un ICD de ZIKV y se utilizó un zipper de Leucina en la proteína C para asegurar su autoensamblaje. Se buscó la concentración mínima de higromicina a administrar a células HEK297T para crear una línea celular pertinente para la producción de VLPs y se corroboró la presencia de la proteína E en las VLPs mediante la adición de anticuerpos por medio de la técnica de Dot Blot.

Por otro lado, para crear una membrana modelo se utilizó DPPC disuelto en cloroformo y se depositó en una superficie de agua Mili Q mediante microinyección. Se comprimió el sistema utilizando la palangana de Langmuir y se midió la tensión superficial en función del área molecular disponible, obteniendo una isoterma de Langmuir. (Comas-García et al., 2020, Campos-Terán et al., 2020).

Resultados. Diseño para la producción de VLPs. La concentración mínima de higromicina para producir VLPs en células HEK293T es de 300 µg/mL, lo que interrumpe la proliferación de células no transfectadas y permite que las células con el plásmido de eZIKV sobrevivan. Se analizaron muestras de VLPs replicadas en HEK297T, confirmando la conservación de la proteína E. Generación de monocapas de DPPC. Se logró generar monocapas de DPPC, cuya estabilidad fue demostrada mediante isotermas de

Langmuir que muestran un comportamiento similar al reportado en la literatura.



a) Visualización de la deposición de diferentes concentraciones de higromicina a células HEK297T. b) Revelado de la técnica de Dot Blot para eZIKV. c) Isoterma monocapa de DPPC y Agua Mili Q d) Representación gráfica experimento de adsorción con monocapa langmuir.

Conclusiones. El CICSaB avanza en la optimización de la producción de VLPs para futuros estudios de su interacción con monocapas lipídicas, mientras que la UAM-C continúa con la generación y caracterización de monocapas lipídicas, teniendo como objetivo generar nuevas combinaciones de lípidos, a la par de realizar pruebas de penetración utilizando proteínas globulares y nanopartículas.

Agradecimientos. A la DCNI (UAM C), por haber financiado la estancia de Samantha R. Flores C. en el CICSaB durante el mes de Junio del 2022.

Bibliografía. 1. Comas, M., Colunga, M. & Rosales, S. (2020). Agosto 30, 2021, de Molecular Pharmaceutics. <https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.0c00828>
2. Campos-Terán, J., Clifton, L. A., Campbell, R. A., Sebastiani, F., Gonzalez-Martinez, J. F., Björklund, S., Sotres, J., & Cárdenas, M. (2020). *Advances in Colloid and Interface Science*, 277, 102118. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102118>

CARACTERIZACIÓN MECÁNICA, FISICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE COMPÓSITOS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS CON *Piper auritum*, Y SALES DE BISMUTO EN MATRIZ DE GELATINA

Oscar Alberto Jaramillo Ocampo, Brenda Román Ponce, José Luis Rivera Corona, Manuel Carrillo Morales, Eduardo Guzman Ólea y Victoria Bustos Terrones, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Jiutepec y 62550, 21070084@upemor.edu.mx.

Palabras clave: Nanopartículas de plata, tribromofenato de bismuto, compósitos antibacterianos

Introducción. Una de las principales enfermedades en México es la diabetes mellitus (DM) la cual tienen una alta tasa de morbilidad y mortalidad, siendo el pie diabético la complicación más común de la enfermedad, que se caracteriza por presentar afectaciones como lo es la ulceración, infección y destrucción de tejidos (1). Actualmente existen diversas líneas de investigación que se centran en el uso de nanopartículas de plata (AgNPs) para el tratamiento y eliminación de infecciones bacterianas; la metodología innovadora para la síntesis de estas nanopartículas (NPs) se denomina "síntesis verde" y utiliza el perfil fitoquímico de las plantas, para reducir y estabilizar las nanopartículas en diferentes formas y tamaños confiriéndoles diversas propiedades según los compuestos de la planta (2). Por otro lado, las sales de bismuto, como el tribromofenato de bismuto (TBFb) se han utilizado por años para el tratamiento de heridas, debido a sus propiedades cicatrizantes y bacteriostáticas (3).

En este proyecto se realizó la síntesis de AgNPs a partir del extracto de *Piper auritum*; las cuales se caracterizaron evaluando su actividad antibacteriana contra las principales bacterias reportadas en úlceras de pie diabético, en función de proponer una formulación de AgNPs y TBFb para la creación de películas en matriz de gelatina.

Metodología. Para la síntesis de AgNPs se utilizó el extracto de *Piper auritum* obtenido por decocción, el cual se reaccionó con el precursor metálico AgNO₃, evaluando las condiciones de síntesis por medio del espectro de absorbancia UV-visible. La caracterización de las NPs obtenidas se realizó por microscopía electrónica de transmisión (TEM) y difracción de rayos X (DRX), para determinar su tamaño, pureza y morfología. Luego, se evaluó la actividad antibacteriana por medio de prueba de difusión en agar, y posteriormente con concentración mínima inhibitoria (CMI) y concentración mínima bactericida (CMB). Finalmente, se realizaron las formulaciones de la biopelícula compuesta por AgNPs y TBFb en matriz polimérica de gelatina, evaluando sus propiedades fisicoquímicas y antibacterianas.

Resultados. En las figuras 1 y 2 se muestran los espectros de absorción de UV-vis obtenidos de las reacciones para las diferentes condiciones evaluadas en la síntesis de las AgNPs. Las AgNPs sintetizadas con las siguientes condiciones: 0.005 M de AgNO₃, pH 12 y 2.5 mL de extracto, presentaron una morfología esférica y un tamaño de 5 nm (Figura 3). En la figura 14 se observa que las AgNPs presentaron actividad antibacteriana en concentraciones de 10, 15, 20, 25 y 30 mM contra *S. aureus* NA-0812, *E. coli* w-3110 y *Pseudomonas* sp., respectivamente.

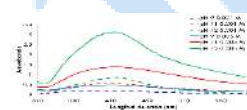


Fig. 1. UV-vis de las AgNPs efecto volumen del extracto.

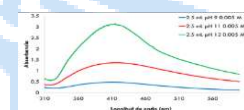


Fig. 2. UV-vis de las AgNPs efecto del cambio de pH.

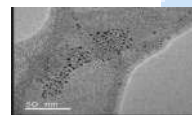


Fig. 3. Imagen del Microscopio Electrónico de Transmisión (TEM) de las AgNPs



Fig. 4. Evaluación efecto antibacteriano de las AgNPs contra a) *E. coli*, b) *Pseudomonas* sp., c) *S. aureus* en concentraciones 10, 15, 20, 25 y 30 mM.

Conclusiones. Se logró sintetizar nanopartículas de plata utilizando el extracto de *Piper auritum*; obteniendo NPs de formas esféricas y tamaños de 5 nm las cuales presentan actividad antibacteriana contra las principales bacterias reportadas en úlcera de pie diabético.

Agradecimiento. JOOA (CVU 1137497) agradece al CONACyT por la beca otorgada para realizar la maestría. BRP agradece a SNI CONACYT 69517.

Bibliografía.

- 1.- Mercedes G., Amelia G., Milton G., Ángel, V. & Melchor S. (2015). In *Revista Enfermería Herediana* (Vol. 8, Issue 2).
- 2.- Singh J., Dutta T., Kim K., Rawat M., Samddar P. & Kumar P. (2018). In *Journal of Nanobiotechnology* (Vol. 16, Issue 1).
- 3.- Chattopadhyay A., Chang K., Nguyen K., Galvez M., Legrand A., Davis C., McGoldrick R., Long C., Pham H. & Chang J. (2016). *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, 4(6).

VIRUS COMO NANOVEHÍCULOS DE MOLÉCULAS ANTICANCERÍGENAS
HIDRÓFOBAS

Elizabeth Loredó-García, Rubén D Cadena-Nava. Departamento de Bionanotecnología, Centro de Nanociencias y Nanotecnología – UNAM / Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada Baja California. Ensenada, Baja California, 22860, elyloredo@ens.cyn.unam.mx.

Palabras clave: nanovehículos, cáncer de mama, virus del mosaico del bromo

Introducción. El cáncer de mama es la principal causa de mortalidad en las mujeres, las terapias más utilizadas incluyen la endocrina y la quimioterapia, no obstante, la eficiencia de algunos fármacos está comprometida debido a su alta hidrofobicidad e inestabilidad en ambiente fisiológico (1). La nanomedicina ofrece una alternativa para mejorar la actividad de los fármacos a través del uso de vehículos biocompatibles (2). En este trabajo se muestra el uso de nanopartículas virales (VNPs) del virus del mosaico del bromo (BMV) como nanovehículos de los fármacos hidrofóbicos camptotecina (CPT) y N-desmetiltamoxifeno (NDMT), también se evaluó su actividad en cultivo celular y en un modelo murino.

Metodología. Se realizó un estudio *in silico* de docking molecular utilizando el software AutodockVina® entre los fármacos y el BMV (3). Se sintetizaron VNPs de BMV-CPT y BMV-NDMT, mediante incubación y ultrafiltración, se caracterizaron utilizando DLS, TEM, fluorimetría y HPLC (4). Se evaluó la internalización y citotoxicidad de los virus y las VNPs en las líneas celulares MDA-MB-231 y 4T1 mediante microscopía confocal y el ensayo MTT. Finalmente, se indujeron tumores 4T1 en ratones Balb/C y se evaluó la actividad anticancerígena de las VNPs (5).

Resultados. Del trabajo *in silico* se encontró que los fármacos CPT y NDMT se acoplan a las proteínas de BMV y CCMV gracias a interacciones hidrofóbicas y puentes de hidrógeno (Fig.1 A y B, Tabla 1).

Tabla 1. Moléculas de CPT y NDMT acopladas al BMV.

VNPs	Moléculas acopladas / virión		Liberación 24 h, pH 7 (%)
	Experimental	<i>In silico</i> (kCal/mol)	
BMV-CPT	2,060 ± 81	1980 (-7.3 a -5.2)	63.70 ± 2.71 %
BMV-NDMT	2,002 ± 63	1800 (-5.6 a -4.3)	-

Se obtuvieron VNPs con tamaños cercanos a los 30 nm (Fig.1 C). Los ensayos *in vitro* indicaron que las VNPs se internalizan en el citosol y el núcleo (Fig. 1 E), se determinó que el BMV y el CCMV son biocompatibles (Fig.1 F y G). Las VNPs exhiben mejores resultados de citotoxicidad *in vitro* en comparación con los fármacos libres. Los resultados *in vivo* indicaron que el BMV

inhibe 19% el crecimiento tumoral, el BMV-CPT inhibe 23%. (2.5 µg), el BMV-NDMT inhibe 44% (2.5 µg). El NDMT y el BMV-NDMT disminuyen la metástasis en pulmones alrededor de 72.16% (Fig. 1 H-J).

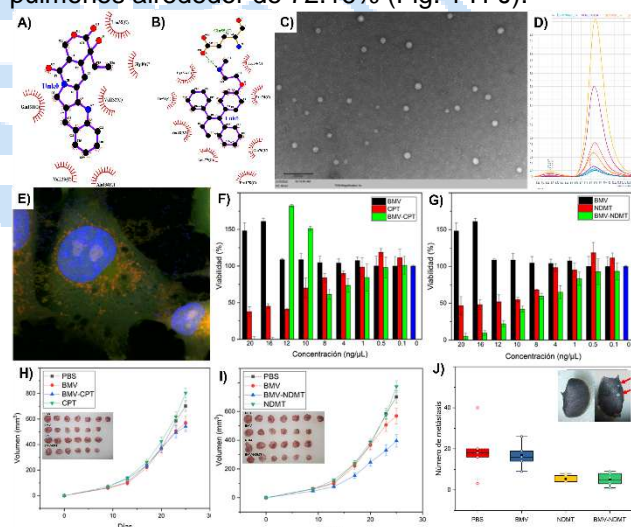


Fig. 1. A) y B) Interacciones entre BMV y CPT/NDMT (LigPlot®). C) Microfotografía TEM de BMV-CPT. D) Cromatograma de CPT. E) Colocalización del citosol (verde, GFP), núcleo (azul, DAPI) y VNPs (naranja, NanoOrange). F) y G) Citotoxicidad del BMV-CPT y BMV-NDMT. H) e I) Volumen de los tumores tratados con BMV-CPT y BMV-NDMT. J) Número de metástasis pulmonar.

Conclusiones. Las VNPs cargadas con NDMT y CPT mejoran la actividad de los fármacos *in vitro* en células MDA-MB-231 y 4T1 e *in vivo* en ratones Balb/c.

Agradecimiento. Proyecto PAPIIT-IT101822.

Bibliografía.

- Vargas, R. F., López, H. E., Sierra, J. Z. y Guzmán, N. A. (2021). *rev.colomb.cancerol.*, Vol. 25(2), 65-78.
- Y. H., Cai, H. y Steinmetz, N. F. (2020). *Adv. Drug Deliv. Rev.*, Vol. 156. 214–235.
- Xie, A., Tsvetkova, I., Liu, Y., Ye, X., Hewavitharanage, P., Dragnea, B. y Cadena-Nava, RD (2021). *Bioconjug. Chem.*, Vol. 32 (11), 2366-2376.
- Nuñez-Rivera, A., Fournier, P. G. J., Arellano, D. L., Rodríguez-Hernandez, A. G., Vazquez-Duhalt, R. y Cadena-Nava, R. D. (2020). *Beilstein J. Nanotechnol.*, Beilstein Institut, Vol.11, 372–382.
- Bagheri, S. M., Abdian-Asl, A., Moghadam, M. T., Yadegari, M., Mirjalili, A., Zare-Mohazabieh, F. y Momeni, H. (2017). *J-AIM*, Vol. 8(3): 152-158.

GLICONANOTECNOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE TUBERCULOSIS

Armando Becerra-Hernández, Juan Patiño-Cárdenas, Mariana Vázquez-Ibarra, Pedro Salas, Gonzalo Ramírez-García, Ravichandran Manisekaran & Luz M. López-Marín, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Boulevard Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, Qro. Correo: lmim@unam.mx

Palabras clave: nanopartículas, glicoconjugados, diagnóstico, oro coloidal

Introducción. Uno de los mayores problemas de salud en la actualidad es el control de la tuberculosis (TB), enfermedad que se relaciona con cuadros crónicos de difícil detección. El desarrollo de herramientas de bajo costo para facilitar la pesquisa de casos contagiosos es urgente. El agente causal de la TB, *Mycobacterium tuberculosis*, presenta glicoconjugados específicos, por lo que su detección o el monitoreo de la respuesta inmunitaria ante ellos sería de gran valor. Sin embargo, se trata de moléculas complejas, que son productos genéticos secundarios, requieren métodos sofisticados para su detección y con frecuencia son liposolubles¹. El objetivo de nuestro trabajo es desarrollar nanomateriales para métodos diagnósticos que sean de uso fácil y asequibles.

Metodología. Se sintetizaron nanopartículas de oro que, manteniendo su carácter coloidal, fueron decoradas con biomoléculas capaces de capturar biomarcadores asociados con TB. Los compuestos seleccionados fueron: (a) glicolípidos anfipáticos desplegados en liposomas, para la captura de anticuerpos y, (b) la lectina Concanavalina A, capaz de unirse a glicanos típicos de la envoltura externa del patógeno. La caracterización de las partículas incluyó métodos de microscopía electrónica, dispersión dinámica de luz, y espectroscopías. Las plataformas de detección exploradas incluyen inmunoensayos en formatos libres de equipo, y espectroscopía Raman de superficie mejorada (SERS, del inglés *Surface Enhanced Raman Spectroscopy*).

Resultados. Se obtuvieron nanopartículas de oro con diámetros de 25-30 nm, que mostraron bandas de absorción a 518-520 nm, correspondientes con la resonancia de su plasmón superficial (SPR). La lectina ConA fue inmovilizada sobre las nanopartículas como corona dura, eliminándose la corona suave mediante centrifugaciones repetidas. Estas partículas, diseñadas como sondas SERS de glicanos micobacterianos, han mostrado una fuerte afinidad a superficies bacterianas (Fig. 1). Por su parte, las nanopartículas decoradas con liposomas que contienen antígenos grasos

glicosilados mostraron características consistentes con el cambio superficial buscado, a saber: estabilidad en medios acuosos, movilidad electroforética, desplazamiento de sus bandas de absorción de SPR y adquisición de una capa semitransparente a los electrones, atribuida a la decoración con bicapas lipídicas. Inmunoensayos preliminares realizados con estas partículas mostraron su capacidad para capturar anticuerpos específicos a partir de sueros hiperinmunes.

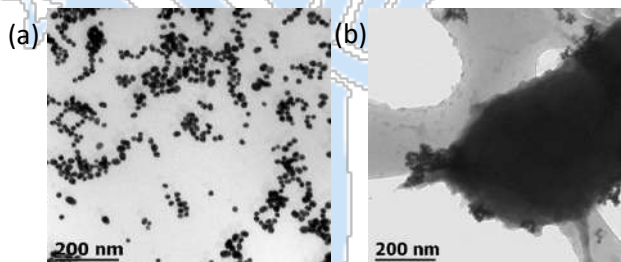


Fig. 1. Microscopía electrónica de transmisión de nanopartículas de oro. Nanopartículas prístinas (a) fueron decoradas con una lectina capaz de unirse a sacáridos de la superficie bacteriana (b).

Conclusiones. Se construyeron nanopartículas de oro coloidal que conjuntan función biológica y propiedades ópticas de uso potencial en biosensado. Ensayos preliminares muestran que nuestras construcciones son útiles para la captura de anticuerpos anti-glicolípidos, o tienen la afinidad necesaria para ser utilizadas como sondas en la detección de glicoconjugados de superficie bacteriana. Queda por determinarse el potencial de estas construcciones para el monitoreo de biomarcadores en muestras humanas.

Agradecimiento. Proyecto financiado por DGAPA-UNAM y CONACyT (Proyectos IT200421 y CF2019-53395, respectivamente). Lourdes Palma Tirado (INB) obtuvo imágenes de microscopía.

Bibliografía.

- Valdemar-Aguilar, C., Manisekaran, R., Acosta-Torres, L. S., López-Marín, L. M. (2023) *Nanomed.: Nanotech. Biol. Med.* 48: 102653.

ANDAMIOS DE ALGINATO-QUITOSANO FUNCIONALIZADOS CON NANOPARTÍCULAS DE ORO PARA LA INGENIERIA DE TEJIDOS CARDIACOS

Rosario Marcial, José Campos-Terán, Izlia J. Arroyo, Juan Carlos Ruiz, Nohra E. Beltrán-Vargas.
Departamento de Procesos y Tecnología, División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, Ciudad de México, C.P 05348. nbeltran@cua.uam.mx

Palabras clave: nanopartículas, andamios, ingeniería de tejidos.

Introducción. La ingeniería de tejido cardiaco (ITC) busca la generación de un tejido funcional que coadyuve a la regeneración del tejido cardiaco dañado mediante la combinación de células, biomateriales y la aplicación de señales (1). Los andamios de alginato-quitosano (Alg-Cs) son biodegradables y biocompatibles, tienen buenas propiedades mecánicas y favorecen el crecimiento y viabilidad celular, características que los vuelve idóneos para fines de la ITC (2). Recientemente, se ha implementado el uso de nanomateriales para mejorar las propiedades de los andamios e imitar de cerca algunas características del entorno fisiológico nativo mejorando las interacciones célula-célula o célula-material (3). Las nanopartículas de oro (NpAu) debido a sus propiedades conductoras y sus características ajustables, las vuelve ideales para el cultivo de células cardiacas, al incorporar NpAu, los andamios han mostrado mejora en las propiedades mecánicas y en la proliferación, la diferenciación y la comunicación celular (4). En este trabajo se desarrolló un método estandarizado para realizar la síntesis de NpAu y de NpAu-Alginato y se evaluó su efecto en el uso de andamios Alg-Cs mediante pruebas con dos concentraciones de NP y tres métodos de funcionalización.

Metodología. La síntesis de nanopartículas se realizó mediante la formación de una nanocoraza de oro en un núcleo polimérico. Se formaron núcleos de PLGA y parte de ellos fueron funcionalizados con alginato de sodio. Los núcleos formados se unieron a nanosemillas de oro y posteriormente se llevaron a una solución de crecimiento para la formación de la coraza (5). Las NpAu y NpAu-Alg generadas se evaluaron mediante DLS, TEM, y UV-vis. Ambos tipos de nanopartículas se añadieron a andamios de Alg-CS en dos concentraciones (2:50 y 10:50) y mediante 3 métodos de funcionalización: A) inmersos en el medio con NP por 24h, B) por 1h y C) funcionalizados durante el proceso de elaboración. Los andamios resultantes se sometieron a pruebas de hinchamiento y degradación por 2 meses para determinar el efecto del uso de NP.

Resultados. Se obtuvieron NpAu y NpAu-Alg con un tamaño de 81.2 y 81.8 nm, respectivamente y valores de potencial Z de -29.3 mV y -30.5 mV, las cuales se

mantuvieron estables hasta por 9 meses. Las imágenes obtenidas por TEM indican que las nanopartículas generadas presentan forma tipo espiculada o “estrella”, algo que fue comprobado mediante el pico de SPR obtenido a 579 nm para NpAu y 586 nm para NpAu-Alg. Los andamios funcionalizados con NP presentaron un porcentaje de hinchamiento máximo de 3257% para el método A, 3468% para el método B y 3935% para el método C, lo cual supera hasta en un 64% al obtenido en andamios sin funcionalizar (2390%). Por otro lado, la degradación de andamios funcionalizados posterior a dos meses, se encontró entre 7-19% con las concentraciones de NP de 10:50, el cual fue significativamente menor que el 75% obtenido en andamios sin NP.

Conclusiones. Las nanopartículas generadas presentan buena estabilidad y se encuentran dentro de un tamaño óptimo para su uso en CTE. No se encontraron diferencias significativas entre las dos concentraciones evaluadas; sin embargo, el uso de NP favoreció la capacidad de hinchamiento (siendo mejor el método C), lo que podría favorecer en la absorción y dispersión de células, oxígeno y nutrientes. Por otra parte, la disminución de la tasa de degradación de los andamios puede contribuir a su función de soporte celular hasta la formación del tejido funcional.

Agradecimiento. Se extiende un agradecimiento al CONACYT por la beca nacional otorgada durante la realización de este proyecto.

Bibliografía

1. Chaudhuri, R., Ramachandran, M., Moharil, P., Harumalani, M., & Jaiswal, A. K. (2017). *Mater. Sci. Eng. C*, 79, 950–957.
2. Bushkalova, R., Farno, M., Tenailleau, C., Duployer, B., Cussac, D., Parini, A., Sallerin, B., & Girod Fullana, S. (2019). *Int. J. Pharm.* 571, 118692.
3. Kim, N. J., Lee, S. J., & Atala, A. (2013). Biomedical nanomaterials in tissue engineering. En: *Nanomaterials in Tissue Engineering*, Gaharwar A. K., Sant, S. Hancock, M. J., Hacking, S. A. Woodhead Publishing. 1–25.
4. Vial, S., Reis, R. L., & Oliveira, J. M. (2017). *Curr. Opin. Solid State Mater. Sci.* 21(2), 92–112.
5. Topete, A., Alatorre-Meda, M., Villar-Álvarez, E. M., Cambón, A., Barbosa, S., Taboada, P. and Mosquera, V. (2014). *Mater. Interfaces*. 6(14), 11142–11157.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área VIII. Biotecnología farmacéutica

VIIIO01	COMPARACIÓN DEL NIVEL DE NEUTRALIZACIÓN DE TRES ANTIVENENOS MEXICANOS HACIA EL VENENO DE NUEVE ESPECIES DE VIPÉRIDOS. Autores: Alid Guadarrama-Martínez, Edgar Neri-Castro, Alejandro Alagón.	180
VIIIO02	CONJUGACIÓN DE PÉPTIDO C9P-FITC ESPECÍFICO PARA HER2 COMO POTENCIAL NANOTERAPÉUTICO EN CÁNCER. Autores: Andrea C. Alfonseca Ladrón de Guevara, Sandeep Panikar, Pavel H. Lugo-Fabres, Tanya A. Camacho Villegas.	181
VIIIO03	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE RESPUESTA INMUNE TH1/TH2 EN EL MICROAMBIENTE TUMORAL DE UN MODELO MURINO DE CÁNCER DE MAMA TRATADO CON MICROPARTÍCULAS DE ALMIDÓN. Autores: Frida Helena González Casanova, Vanessa Villegas Ruiz, Romina Rodríguez Sanoja.	182
VIIIO04	DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PERFUSIÓN DE CÉLULAS CHO EN PEQUEÑA ESCALA COMO HERRAMIENTA DE TOMA DE DECISIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE ANTICUERPOS MONOCLONALES. Autores: Michelle Lara Mejía, Emiliano Balderas Ramírez, Martha A. Contreras, Vanessa Hernández, Alberto Porras S., Sergio Valentinotti, Laura A. Palomares y Octavio T. Ramírez Reivich.	183
VIIIO05	ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN DE LA CADENA PESADA (HC) DEL SEROTIPO A DE LA NEUROTOXINA BOTULÍNICA RECOMBINANTE PARA SU USO TERAPÉUTICO-COSMÉTICO. Autores: Roque Martínez, Melisa Casillas, Alejandra García, Yolanda Díaz-Viveros, Sandra del Moral Ventura.	184

ANÁLISIS PEPTIDÓMICO E IN SILICO DEL EXTRACTO DIALIZABLE DE LEUCOCITOS DE COCODRILO E IDENTIFICACIÓN DE PÉPTIDOS BIOACTIVOS Y SU POTENCIAL IMPACTO BENÉFICO EN LA SALUD.

Autores: Salvador Pérez Mora, Carlos Pérez de la Mora, Tania Domínguez Fernández, María del Consuelo Gómez García, Sandra Perez González,

VIII006 David Guillermo Pérez Ishiwara

185

COMPARACIÓN DEL NIVEL DE NEUTRALIZACIÓN DE TRES ANTIVENENOS MEXICANOS HACIA EL VENENO DE NUEVE ESPECIES DE VIPÉRIDOS

Alid Guadarrama-Martínez¹, Edgar Neri-Castro^{1,2}, Alejandro Alagón¹

¹Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 2001, C.P. 62210, Cuernavaca, Morelos, México

²Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Universidad s/n.

Fracc. Filadelfia, C.P. 35010, Gómez Palacio, Durango, México

alid.guadarrama@ibt.unam.mx

Palabras clave: antiveneno, veneno, vipéridos

Introducción. El accidente ofídico en México causa cerca de 36 defunciones anuales (1) y un número no registrado de sobrevivientes con secuelas incapacitantes. Hasta la fecha, el único tratamiento validado es la administración de antiveneno (2). En México existen dos antivenenos comerciales y un tercero en proceso de registro. A pesar de la larga tradición en la manufactura de antivenenos en México, no existen estudios enfocados en evaluar su capacidad neutralizante hacia especies no incluidas en la mezcla de inmunización o que comparen el desempeño de distintos lotes de cada producto.

En el presente trabajo se buscó caracterizar bioquímicamente distintos lotes de los tres antivenenos, así como evaluar su potencia neutralizante hacia la actividad letal y proteolítica.

Metodología. Se cuantificó el contenido proteico de los antivenenos y el porcentaje de fragmentos F(ab')₂ específicos contra el veneno (3). Posteriormente, se evaluó la capacidad neutralizante de diferentes lotes de antiveneno hacia las actividades letal (4) y proteolítica (5) de 9 y 7 venenos de vipéridos mexicanos, respectivamente.

Resultados. Nuestros datos muestran diferencias significativas en el contenido proteico de distintos lotes de un mismo antiveneno. Por otra parte, Antivipmyn® es el antiveneno con mayor porcentaje de anticuerpos específicos, promediando 1.9 veces más de los contenidos por Birmex. Existe variación en la capacidad neutralizante hacia las actividades letal y proteolítica entre distintos lotes de un mismo antiveneno. Además, la neutralización cruzada hacia venenos no usados como inmunógenos es limitada (Fig. 1). Resulta preocupante el hecho de que la neutralización del veneno de *Crotalus atrox* requiere una mayor cantidad de antiveneno siendo esta especie responsable de un gran número de envenenamientos en el norte del país. Finalmente, con la mayor cantidad probada, ningún antiveneno fue capaz de neutralizar la actividad letal de los venenos de *Metlapilcoatlus nummifer* y *Porthidium yucatanicum*.

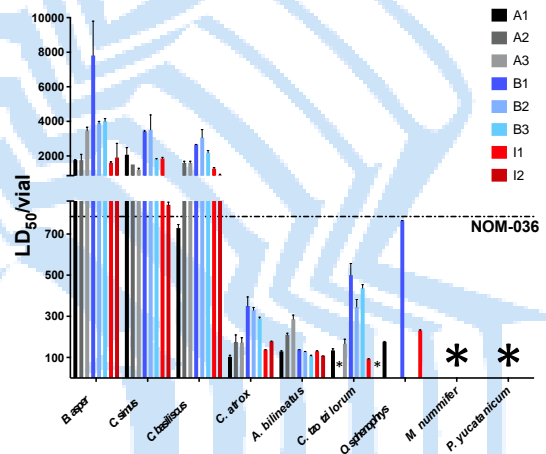


Fig. 1. Neutralización de la actividad letal del veneno por parte de los diferentes antivenenos. A1, A2, A3, lotes 1, 2x] y 3 de Antivipmyn®, respectivamente; B1, B2 y B3, lotes 1, 2 y 3 de Birmex, respectivamente; I1 e I2, lotes 1 y 2 de Inoserp®, respectivamente. *, No hubo neutralización aún con la mayor cantidad de antiveneno probada.

Conclusiones. La evaluación de los antivenenos mexicanos permitió la identificación de variaciones importantes en sus composiciones y capacidades neutralizantes. Además, nuestros datos subrayan importantes áreas de oportunidad para el mejoramiento de estos fármacos.

Agradecimiento. El presente trabajo fue financiado gracias a los programas DAGAPA-PAPIIT IN211621 y CONACYT 303045

Bibliografía. 1. Neri-Castro, E., Bénard-Valle, M., López, J., Boyer, L. & Alagón, A. (2021) Envenomations by Reptiles in México. En: *Handbook of Venoms and Toxins of Reptiles*. Mackessy, S. CRC Press, EUA, 525-538.
2. Gutiérrez, J., Calvete, J., Habib, A., Harrison, R., Williams, D. & Warrell, D. (2017) *Nat. Rev. Dis. Primers*. Vol (3): 1-21
3. Smith, D., Reddi, K., Laing, G., Theakston, R. & Landon, J. (1992) *Toxicon*. Vol (30): 865-871
4. Neri-Castro, E., Lomonte, B., Valdés, M., Ponce-López, R., Bénard-Valle, M., Borja, M., Strickland, J., Jones, J., Grünwald, C., Zamudio, F. & Alagón, A. (2019) *J Proteomics*. Vol (192):197-207
5. Wang, W., Shih, C. & Huang, T. (2004) *Biochem. Biophys. Res. Commun.* Vol (324):224-230

Conjugación de Péptido C9P-FICT específico para HER2 como potencial nanoterapéutico en cáncer

Andrea C. Alfonseca Ladrón de Guevara¹, Sandeep Panikar¹, Pavel H. Lugo-Fabres², Tanya A. Camacho Villegas², ¹Unidad de Biotecnología Médica y Farmacéutica, CIATEJ, Guadalajara, 44270. ²Investigador por México, Unidad de Biotecnología Médica y Farmacéutica, CIATEJ, Guadalajara, 44270.tcamacho@ciatej.mx

Palabras clave: cáncer de mama, péptidos, nanomedicina

Introducción. HER2 es una proteína transmembranal, perteneciente a la familia ErbB. La expresión de HER2 se asocia con un amplio número de cánceres incluido cáncer de mama, donde se sobreexpresa en ~30% de los cánceres primarios (1). En las células tumorales presenta una distribución espacial heterogénea, que puede afectar potencialmente el tratamiento terapéutico. La actividad de algunos nuevos agentes farmacológicos, pertenecientes al grupo de los conjugados anticuerpo-fármaco (ADC), puede representar una oportunidad para superar este problema (2). En este sentido, los péptidos (6-20 aminoácidos), caracterizados por su bajo peso molecular, se emplean para el direccionamiento activo dirigido a HER2 (1). Previamente, el péptido C9P aislado por nuestro equipo de investigación, demostró especificidad a células SKBR3 y mejoría en la entrega inteligente de fármaco (3). En este trabajo, se empleó el péptido C9P conjugado con fluoresceína (FITC) para demostrar su especificidad, penetración celular y la distribución heterogénea del receptor HER2 mediante microscopía confocal.

Metodología.

1.1 Conjugación del péptido C9P con FITC

Se conjugaron 500 µg de C9P con FITC (1mg/mL) por conjugación activa mediada por EDC. El exceso de FITC se descartó mediante diálisis.

1.2 Ensayo en células

Se seleccionaron las líneas celulares adherentes U87, SKBR3 positivas a la presencia del receptor HER2, y HBEC como control negativo. Se cultivaron hasta confluencia del 95% y viabilidad celular superior al 95%, se tripsinizaron y 100,000 células fueron sembradas por duplicado en cámaras de cultivo celular de 8 pocillos para microscopía. A las 24 h de incubación se agregaron 2 µL de la solución del péptido C9P con FITC. Después de 24 horas se lavaron las muestras y se fijaron con paraformaldehído al 4%, incubando 30 min a temperatura ambiente (TA). Posteriormente de tres lavados con PBS 1X pH 7.4, se secó a TA, los núcleos se tiñeron con yoduro de propidio (1mg/mL). Finalmente, se realizaron tres lavados con PBS 1X, las cámaras de cultivo se secaron a TA y se les colocó el cubreobjeto. El análisis de la especificidad del péptido C9P conjugado con FITC se realizó en un microscopio confocal Leica modelo DM5500-Q del CIATEJ.

Resultados. Las células U87 y SKBR3 fueron positivas a la presencia del receptor HER2 pues existe reconocimiento del péptido C9P conjugado con FITC. Sin embargo, en las células U87 el receptor HER2 no se encuentra sobreexpresado como en las células SKBR3. En cambio, en las células HBEC (control negativo) no se observa la detección de HER2 por C9P-FITC. Lo anterior confirma la sobreexpresión de HER2 en SKBR3 y la especificidad del péptido (3). Según se ha reportado HER2 se expresa en el 80% de los casos de glioblastoma impactando en su malignidad y en la mortalidad temprana de los pacientes (4), específicamente, en la línea U87 se ha reportado un 0.55% de expresión del receptor (4,5). El péptido C9P demostró alta especificidad al receptor HER2, tanto en las células que sobreexpresan el receptor como en aquellas que presentan una baja expresión.

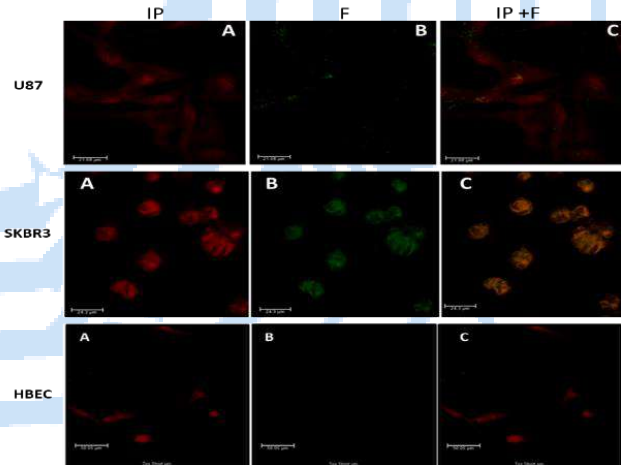


Fig. 1. Microscopía confocal de células (40X). En la figura se pueden observar los núcleos marcados con yoduro de propidio (rojo) y el péptido C9P conjugado con fluoresceína (verde). IP: yoduro de propidio, F: fluoresceína.

Conclusiones. El péptido C9P constituye una alternativa prometedora tanto en la terapia como en el diagnóstico de cáncer de mama.

Agradecimientos. Al CONACYT y al Laboratorio Nacional PlanTECC por el apoyo número 315918.

Bibliografía. 1. Honarvar, H., et al. (2018). *Scientific Reports*, 8(1), 2998. 2. Giugliano, F. et al. (2023). *Cancers*, 15(5), 1385. 3. Panikar, S.S. et al (2019). *Nanoscale*, 11(43), 20598-20613. 4. Shen, L., et al. (2019). *Oncology Reports*, 42(4), 1549-1557. 5. Li, C., et al. (2022). *Biosensors and Bioelectronics*, 214, 114503.

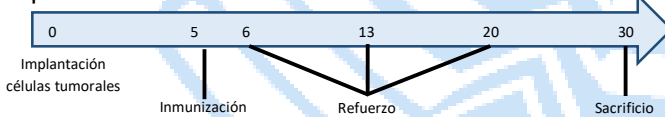
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE RESPUESTA INMUNE TH1/TH2 EN EL MICROAMBIENTE TUMORAL DE UN MODELO MURINO DE CÁNCER DE MAMA TRATADO CON MICROPARTÍCULAS DE ALMIDÓN.

Frida Helena González Casanova, Vanessa Villegas Ruiz, Romina Rodríguez Sanoja. Instituto de Investigaciones Biomédicas, Depto. de Biología Molecular y Biotecnología, UNAM. Circuito, Mario de La Cueva s/n, C.U., Coyoacán, 04510 Ciudad de México
Palabras clave: Cáncer de mama micropartículas de almidón, inmunoestimulante

Introducción. El cáncer de mama en México es la neoplasia que mayor número de muertes ha provocado en mujeres en 2020 (1). Para combatirlo, se exploran estrategias inmunoterapéuticas diversas, que va desde terapias con células T y anticuerpos monoclonales hasta el uso de diferentes moléculas inmunomoduladoras, entre ellas carbohidratos (2, 3). Particularmente, en un modelo murino de cáncer de mama (4T1), la administración de micropartículas de almidón ha mostrado reducción del tamaño de los tumores y del número de metástasis (4). Este trabajo tiene por objetivo aportar a la comprensión del mecanismo subyacente a la disminución del tamaño tumoral, estudiando el perfil de expresión de moléculas Th1 y Th2 en el microambiente tumoral. Se presenta la primera parte del trabajo, relativo a la estandarización de las técnicas.

Metodología

Se implantaron 10⁴ células tumorales 4T1 de adenocarcinoma mamario en la glándula mamaria derecha de ratones hembra de 5 a 6 semanas de edad de la cepa Balb/cAnNC. Cinco días después, se realizó la primera inmunización y posteriormente 3 refuerzos semanales. Un grupo por la vía subcutánea y el otro por la vía intranasal.



Se obtuvieron los tumores para la extracción de ARN total y la síntesis de ADNc. Se analizará la expresión de los genes IFN γ , TNF α , STAT4, TBX21, IL-12, IL1 β , IL4, IL-10, IL6, STAT6, STAT3 y GATA3 por RT-qPCR utilizando como genes de referencia GAPDH y ACTB.

Resultados. Se estandarizaron las metodologías para la disgregación del tumor y la obtención del ARN total (Figura 1). Posteriormente se realizaron los ensayos necesarios para la estandarización de la expresión de los genes de referencia y una de las citocinas PCR tiempo real en los tejidos tumorales murinos de cáncer de mama (Figura 2).

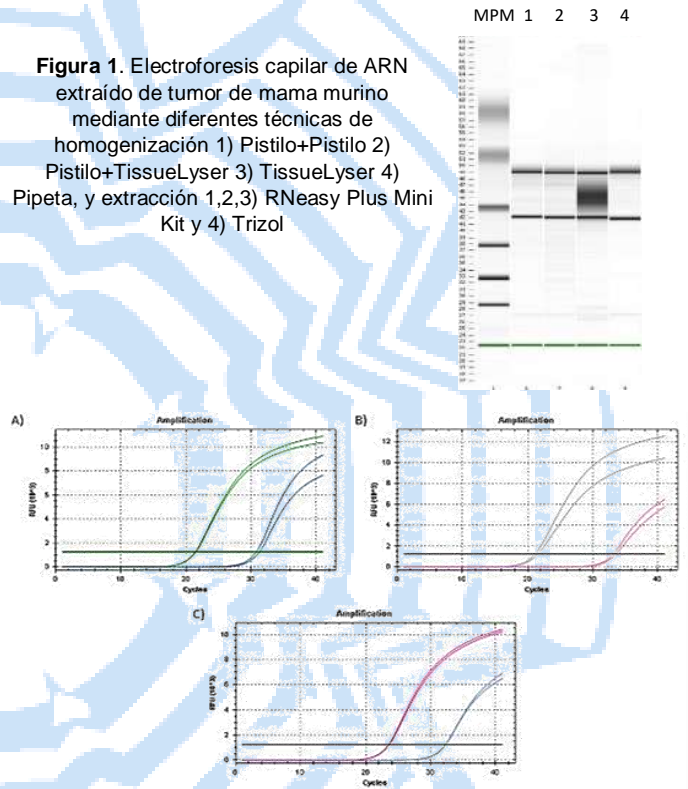


Figura 1. Electroforesis capilar de ARN extraído de tumor de mama murino mediante diferentes técnicas de homogenización 1) Pistilo+Pistilo 2) Pistilo+TissueLyser 3) TissueLyser 4) Pipeta, y extracción 1,2,3) RNeasy Plus Mini Kit y 4) Trizol

Figura 2. Amplificación por PCR tiempo real de A) ACTB, B) GAPDH y C) IL1B, en un tumor de cáncer de mama murino.

Conclusiones. Se encontró expresión de los genes de referencia ACTB y GAPDH y del gen de la citocina IL1B en el tumor inducido en un modelo murino de cáncer de mama. Se continuará la caracterización de la expresión de los genes para la definición del tipo de respuesta.

Agradecimiento. Esta investigación es posible gracias al financiamiento de Conacyt A1-S-9849 y de la UNAM DGAPA IN216722.

Bibliografía.

- GLOBOCAN (2020). <https://gco.iarc.fr>
- Sohretoglu *et al.* (2018) *Anticancer Agents Med Chem.*;18(5):667-674.
- Geller *et al.* (2019) *Int J Mol Sci.* 20(15):3618.
- Sandoval, J.A. (2023). Tesis PMDCB UNAM. No publicada.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PERFUSIÓN DE CÉLULAS CHO EN PEQUEÑA ESCALA COMO HERRAMIENTA DE TOMA DE DECISIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE ANTICUERPOS MONOCLONALES

Michelle Lara Mejía, Emiliano Balderas Ramírez, Martha A. Contreras, Vanessa Hernández, Alberto Porras S., Sergio Valentinotti, Laura A. Palomares y Octavio T. Ramírez Reivich, Instituto de Biotecnología, Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, Cuernavaca, Morelos 62210, México. michelle.lara@ibt.unam.mx

Palabras clave: perfusión, lote alimentado, calidad de AcM, anticuerpos monoclonales.

Introducción. El modo de perfusión es una opción atractiva para reemplazar la tecnología actual de alimentación por lotes en la industria biofarmacéutica, ya que permite una alta productividad volumétrica y una calidad adecuada del producto al aumentar la concentración celular y reducir el tiempo de residencia en condiciones de cultivo adversas.[1] Sin embargo, la transición de un proceso de alimentación por lotes a un proceso basado en perfusión implica superar desafíos operativos y tomar decisiones sobre el reemplazo del equipo de proceso.[2] Por lo tanto, antes de adoptar una actualización tecnológica de este tipo, es crítico evaluar su viabilidad. En el presente trabajo, se estableció un proceso simple y de bajo costo de cultivo celular en perfusión en pequeña escala como herramienta para evaluar el efecto del cambio de modo de cultivo en un proceso de producción de anticuerpos monoclonales (MAb) por células CHO.

Metodología. El sistema experimental consistió en cultivos de matraz agitado de 500 mL utilizando un procedimiento periódico de extracción manual y recuperación celular que permitió una operación estable durante más de dos meses. Con este sistema, se evaluó el efecto de la tasa de perfusión, en el rango de 0.5 a 1 d-1, y dos medios de cultivo diferentes en el metabolismo celular. Además, se determinó y comparó la calidad (variantes de carga y patrones de glicosilación) y la productividad del AcM en comparación con los cultivos tradicionales de lotes alimentados.

Resultados. El modo de perfusión permitió un aumento de 3 veces en la concentración máxima de células viables en comparación con el modo de alimentación por lotes, lo que resultó en un aumento del 54% en la tasa de producción específica de AcM (qP). La concentración acumulada de AcM en los cultivos de perfusión mostró un aumento de 4.2 veces. (Fig.1) El tiempo de residencia más corto del AcM secretado disminuyó las especies de variantes de carga ácidas y básicas en un 50%, mientras que el pico principal del AcM aumentó en un 23% en comparación con los cultivos de control de alimentación por lotes.[3]

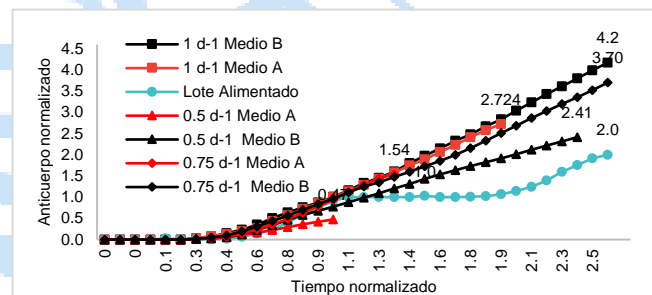


Fig. 1. Concentración de anticuerpo monoclonal normalizada contra Lote Alimentado, se alcanza 4.2 veces más en cultivos por perfusión que en lote alimentado.

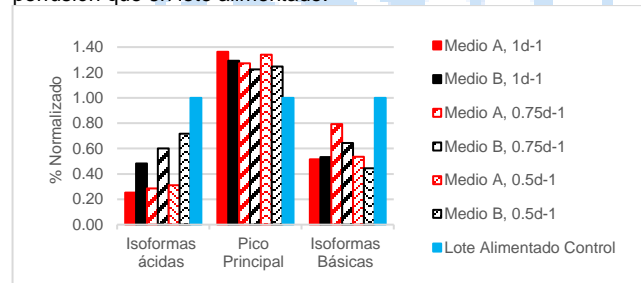


Fig. 2. Variantes de carga normalizadas con respecto a Lote Alimentado, se obtiene 23% más de pico principal en los cultivos por perfusión y 50% menos de isoformas.

Conclusiones. Los resultados obtenidos a través de cultivos continuos demuestran un aumento en la producción de anticuerpo del 4.2 veces más además de un incremento del 50% en el pico principal de las variantes de carga en comparación con los lotes alimentados. En conjunto, los resultados evidencian que experimentos en escalas reducidas como los cultivos de perfusión intermitente o semi continuos pueden proporcionar resultados equiparables a los cultivos continuos y, por ende, guiar la optimización del proceso.

Agradecimientos. Laboratorios Liomont. S.A de C.V, Ruth Flores Pastor.

Bibliografía. [1] J. M. Bielser, M. Wolf, J. Souquet, H. Broly, and M. Morbidelli, *Biotechnol Adv*, vol. 36, no. 4, pp. 1328–1340, 2018, doi: 10.1016/j.biotechadv.2018.04.011. [2] Y. Qin, R. Ma, Y. Li, Y. Li, G. Chen, and W. Zhou, *Antib Ther*, vol. 5, no. 2, pp. 111–120, 2022, doi: 10.1093/abt/tbac009. [3] J. Walther *et al.*, *Biotechnol J*, vol. 14, no. 2, pp. 1–10, 2019, doi: 10.1002/biot.201700733.

ESTUDIO TÉCNICO PARA LA PRODUCCIÓN DE LA CADENA PESADA (Hc) DEL SEROTIPO A DE LA NEUROTOXINA BOTULÍNICA RECOMBINANTE PARA SU USO TERAPÉUTICO-COSMÉTICO.

Roque Martínez, Melisa Casillas, Alejandra García, Yolanda Díaz-Viveros, Sandra del Moral-Ventura, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz, México, 91897, Email: L19020757@veracruz.tecnm.mx
Palabras clave: Neurotoxina botulínica, recombinante, farmacéutica

Introducción. La neurotoxina botulínica es una proteasa producida por *Clostridium botulinum*, compuesta por una cadena pesada (Hc) y una cadena ligera (Lc) unidas por un puente disulfuro. Popularmente es empleada con fines terapéuticos o cosméticos (Botox®) en nanodosis. Sin embargo, su alta demanda (valor de mercado de 5.9 mil millones en 2021) ha llevado al desarrollo de tecnologías que permitan aumentar los rendimientos, así como la mejora de las condiciones de seguridad con las que se maneja. Una alternativa ha sido introducir los genes codificantes para la BoNT/A, especialmente el fragmento Hc, en microorganismos hospederos. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue definir la viabilidad técnica de la producción de BoNT/A(Hc) para su uso cosmético y terapéutico.

Metodología. Se realizó la búsqueda documental de métodos para la producción de la BoNT/A(Hc) en microorganismos recombinantes (*E. coli* y *P. pastoris*). Se seleccionaron trabajos a nivel laboratorio que proporcionaron los datos necesarios para el escalamiento del proceso. Para la fermentación fue seleccionado el trabajo de Ben David, et al., (2022) donde emplean la cepa *E. coli* BL21(D3) recombinante para expresar la proteína de interés en un cultivo de alta densidad utilizando el medio descrito por Korz, et al., (1995) y una estrategia de alimentación continua, con parámetros cinéticos $\mu=0.07h^{-1}$ y $Y_{XS}=0.45$ g/g. Para la purificación se seleccionó el trabajo de Potter, et al., (2000). Para el establecimiento de la demanda se realizó el seguimiento del consumo de la BoNT/A como procedimiento no quirúrgico (ISAPS) entre los años 2014-2020, y su proyección a 2025. Para el establecimiento de la base de producción se tomaron en cuenta las capacidades de plantas existentes. Con los datos obtenidos se realizó el diseño del proceso, los balances de materia y energía y el dimensionamiento-selección de equipos.

Resultados. Se estimó que para el 2025 el número de procedimientos con BoNT/A será de 211,117 en México, lo cual corresponde a 1,302,491 de viales (100 U) o a 0.26 mg de fragmento Hc. Por otra parte, siguiendo las capacidades de producción reportadas, se consideró una base de producción anual de 8

millones de viales, por lo que se estableció que el volumen final de la fermentación debe ser de 21.52 L, con una concentración final a las 47 h de 101.4 g/L de biomasa seca y 2.065 g/L de proteína sin purificar. En la tabla 1 se muestra el cuadro de purificación y en la Fig. 1 se muestra el diagrama del proceso escalado.

Tabla 1. Cuadro de purificación del proceso. Elaboración propia a partir de los datos reportados por Potter, et al., (2000).

	V, ml	rBoNT/A(Hc), mg
Lisado	8,728.9	418.99
Dilución	174,580	418.99
CIC	406.72	27.50
Diafiltración	285.29	16.55
CIA	519.11	9.99
CIC	44.22	4.10
CIH	26.82	2.29
Producto final	9.36	1.95

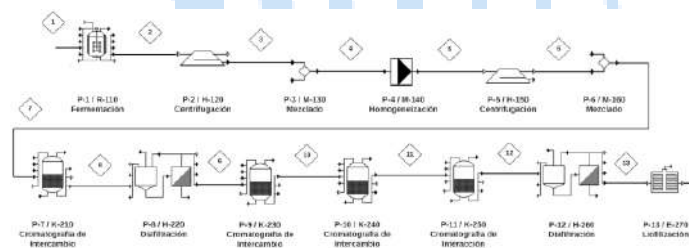


Fig. 1. Diagrama de instrumentación para la producción de la cadena pesada (Hc) de la neurotoxina botulínica A.

Conclusiones. Se considera al proceso como susceptible de ser implementado como línea de producción o investigación de la BoNT/A(Hc). El trabajo contribuye en la obtención de compuestos biológicos altamente activos, los cuales requieren pocos volúmenes de producción.

Agradecimiento. A nuestras asesoras que han sabido guiarnos en la elaboración de este proyecto, la M.C. Yolanda F. Díaz Viveros y la Dra. Sandra Trinidad del Moral Ventura.

Bibliografía.

- Ben David, A., Papir, Y., Hazan, O., Redelman, M., Diamant, E., Barnea, A., Torgeman, A., Zichel, R. (2022) *Toxins*. 14(4):281-293.
- Korz, D.J., Rinas, U., Hellmuth, K., Sanders, E.A., Deckwer, W.D. (1995) *J. Biotechnol.* 39(1):59-65.
- Potter, K.J., Zhang, W., Smith, L.A., Meagher, M.M. (2000) *Protein Expr. Purif.* 19(3): 393-402.
- Sociedad Internacional de Cirugía Plástica Estética ISAPS. (2020) *Aesthetic/cosmetic procedures performed in 2020*. [internet].

Análisis peptidómico e *in silico* del extracto dializable de leucocitos de cocodrilo e identificación de péptidos bioactivos y su potencial impacto benéfico en la salud

Salvador Pérez Mora¹, Carlos Pérez de la Mora², Tania Domínguez Fernández¹, María del Consuelo Gómez García¹, Sandra Perez González² y David Guillermo Pérez Ishiwara¹.

¹Laboratorio de Biomedicina Molecular I, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Instituto Politécnico Nacional, ciudad de México, CP 07320, México y ²Farmainmune S. A. Naranjos, #129, Col. Petrolera. CP 02480, ciudad de México, México

Responsable: chava_1025@hotmail.com

Palabras clave: Extracto dializable de leucocitos, péptidos bioactivos, salud

Introducción. El Extracto Dializable de Leucocitos (DEL) es una mezcla compleja de péptidos bioactivos obtenidos de los leucocitos de sangre periférica humana o de tejidos linfoides de diversas especies (1). La práctica clínica y diversos estudios de investigación sugieren que DLE es una alternativa de tratamiento segura y efectiva para una amplia gama de patologías (2 y 3). No obstante, debido a su complejidad y falta de caracterización de sus componentes, ha sido difícil determinar sus mecanismos de acción.

Por este motivo, nuestro objetivo fue obtener un análisis peptidómico e *in silico* del extracto dializable de leucocitos de cocodrilo (EDLc), la identificación de péptidos bioactivos y su potencial impacto benéfico sobre la salud

Metodología. Se obtuvieron péptidos bioactivos a partir del tejido linfóide de *Crocodylus moreletii*, los cuales fueron preparados y sometidos a análisis peptidómico. Posteriormente, se secuenciaron y se identificaron mediante MALDI-TOF. Los péptidos bioactivos encontrados se clasificaron según la función biológica de la proteína a la que pertenecen y se compararon con péptidos bioactivos reportados en la literatura con efectos benéficos para la salud comprobados experimentalmente (Fig. 1).

Resultados. La peptidómica reveló una heterogeneidad de péptidos en un rango de peso molecular de 6 a 38 kDa con un punto isoeléctrico de 4 a 9. Mediante su secuenciación detectamos 302 péptidos, que agrupamos en 5 clusters principales: I. Reguladores de la expresión génica, II. Señalización, III. Involucrados en la secreción, IV. Vía degradación, V. Choque térmico y en menor medida, proteínas del sistema inmunitario (Fig. 1b). Mediante análisis *in silico* encontramos péptidos con posibles actividades inmunomoduladoras, antiinflamatorias, inductoras de fagocitosis, antihipertensivas, anticancerígenas, antioxidantes, moduladores de diversas vías metabólicas, antimicrobianas y antitrombóticas (Fig. 1c).

Conclusión. El DLEc es una mezcla heterogénea de péptidos bioactivos con un gran potencial como posibles coadyuvantes farmacológicos en diversas patologías.

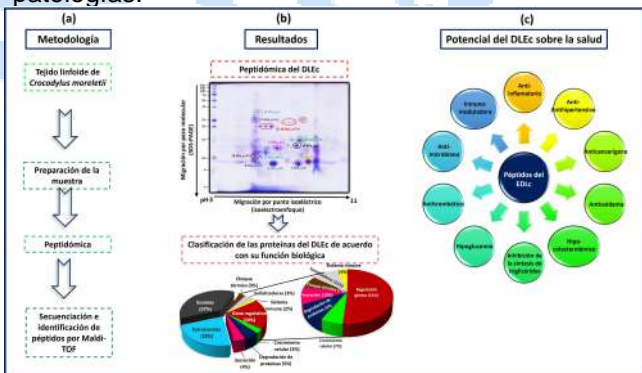


Fig. 1. Ilustra los puntos clave de la metodología utilizada (a), así como los resultados de la peptidómica y su clasificación según su función biológica (b). Además, se presenta el potencial beneficioso de los péptidos bioactivos del EDLc para la salud (c).

Agradecimiento. Al CONACYT por la beca de posgrado, a Farmainmune por la donación del DLEc y a los miembros de ProteoRed de la Universidad Complutense de Madrid por su colaboración en el análisis peptidómico y la secuenciación del EDLc. El apoyo en conjunto fue esencial para el éxito del estudio.

Referencias

- Luis, D., Gutierrez, V., Carlos, J., & Gonzales, Z. (2016). Bioactive peptides: little giants in health. 150 Rev. Soc. Peruana Med. Interna, 29(4).
- Mulero Cánovas, J., Zafrilla Rentero, P., Martínez-Cachá Martínez, A., Leal Hernández, M., & Abellán Alemán, J. (2011). Péptidos bioactivos. In *Clinica e Investigacion en Arteriosclerosis* (Vol. 23, Issue 5). <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2011.04.004>
- Chakrabarti, S., Guha, S., & Majumder, K. (2018). Food-derived bioactive peptides in human health: Challenges and opportunities. In *Nutrients* (Vol. 10, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/nu10111738>

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área IX. Biotecnología microbiana

IXO01	RUMBO A LA COMPRESIÓN Y MANIPULACIÓN DE LA ESPORULACIÓN EN BACILLUS VELEZENSIS. Autores: Luna-Bulbarela Agustín, Arizmendi Sánchez Montserrat Alejandra, Ilka B. Bischofs, Enrique Galindo, Leobardo Serrano Carreón.	187
IXO02	INFLUENCIA DEL REUSO DEL SUSTRATO SOBRE LA PRODUCCIÓN, MORFOLOGÍA DE CRECIMIENTO, FISIOLOGÍA Y CALIDAD DE METARHIZIUM ROBERTSII XOCH-8.1. Autores: Akzayácatl García, Octavio Loera, Jazmín E. Méndez-Hernández, Nohemí García.	188
IXO03	EVALUACIÓN DE CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA CONFECCIÓN DE MEZCLAS DE BACTERIÓFAGOS DE VIBRIO PARAHAEMOLITYCUS PARA EL CONTROL DE AHPND. Autores: Alejandro Ariosa Olea, Román Makarov, Lina Angélica Zermeño Cervantes, Sergio Francisco Martínez Díaz.	189
IXO04	EVALUACIÓN DE LA EXPRESIÓN DE PROTEÍNAS HETERÓLOGAS PARA EL DISEÑO DE UN BIOSENSOR BACTERIANO DE L. LACTIS. Autores: America Selene Gaona Mendoza; Julio Armando Massange Sánchez; Luz Edith Casados Vázquez.	190
IXO05	ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA, AFINIDAD POR SUSTRATOS POLIMÉRICOS Y EXPRESIÓN DE CUTINASAS CODIFICADAS EN EL GENOMA DEL HONGO DEGRADADOR DE POLIURETANO CLADOSPORIUM TENUISSIMUM A3.I.1. Autores: Herminia Loza-Tavera, Itzayana Chavarría Quintanilla ¹ , Octavio Pérez Vargas ¹ , Ana Paulina García Bernal, Martín González Andrade, Lilianha Domínguez Malfavón, Ayixon Sánchez Reyes, Martín Vargas Suárez.	191
IXO06	EL ORDEN DE LOS TRATAMIENTOS AFECTA EL RENDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE QUITINA Y QUITOSANO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE CAMARÓN. Autores: Marlenne Vázquez Aldana, Mayola García Rivero, María Aurora Martínez Trujillo, Martín Rogelio Cruz Díaz.	192

RUMBO A LA COMPRENSIÓN Y MANIPULACIÓN DE LA ESPORULACIÓN EN *Bacillus velezensis*

Luna-Bulbarela Agustín^{1*}, Arizmendi Sánchez Montserrat Alejandra², Ilka B. Bischofs³, Enrique Galindo^{1,4} y Leobardo Serrano Carreón^{1,4}

1. Depto. Ingeniería celular y biocatálisis, Instituto de Biotecnología /UNAM. Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa, 62210, Cuernavaca. Morelos. 2. Instituto Tecnológico de Zacatepec TecNM. Calzada Tecnológico 27, 62780, Zacatepec de Hidalgo, Morelos. 3. Max-Planck-Institute for Terrestrial Microbiology, 35043. Marburg. 4. Agro&Biotecnia S. de R.L. de C.V., Limones 8, Amate Redondo, 62334, Cuernavaca, Morelos.

*agustin.luna@ibt.unam.mx

Palabras clave: *Bacillus*, heterogeneidad fenotípica, fosfatasa RapA

Introducción. Las poblaciones de *Bacillus* se caracterizan por desarrollar múltiples subpoblaciones isogénicas, las cuales tienen fenotipos distintos y roles específicos. Entre ellas, se encuentran: células vegetativas (motiles, mineras, competentes, caníbales y productoras de matriz) y esporas. Estas últimas, se generan a través de un proceso de morfogénesis desencadenado por estrés nutricional y es activado a través de una compleja ruta de fosforilación¹. Para fines biotecnológicos, lo anterior es relevante porque la heterogeneidad intrínseca de las poblaciones en *Bacillus* es una de las mayores limitantes para la producción de agentes de control biológico basados en esporas de este microorganismo. Poco se conoce poco de los factores que determinan la dinámica y eficiencia del proceso, así como la calidad de las esporas generadas. Se sabe que la concentración intracelular la fosfatasa RapA y la capacidad germinativa de las esporas son inversamente proporcionales². RapA actúa como un regulador negativo que impide el proceso, por lo que esta proteína podría funcionar como un marcador molecular que permita comprender la esporulación para posteriormente manipularla.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la relación que existe entre la concentración de RapA en las diferentes subpoblaciones de *Bacillus* y el proceso de esporulación.

Metodología. Se utilizó citometría de flujo para monitorizar indirectamente la distribución de RapA dentro de distintas subpoblaciones de *Bacillus* durante condiciones de suficiencia y agotamiento de glucosa. Se utilizó la cepa reportera *B. velezensis* FBZ42PRapA_mCherry^{2,3}, la cual expresa una proteína roja fluorescente bajo el promotor de RapA.

Resultados. La población de *B. velezensis* presentó una inter e intra-heterogeneidad en el contenido de RapA puesto que su concentración dependiente de la subpoblación. La evidencia reveló que existe una marcada diferencia en el contenido promedio de RapA antes y después del agotamiento de la glucosa (Fig. 1). Bajo condiciones de suficiencia de glucosa, la proteína RapA se mantiene en un nivel basal en las células vegetativas mientras que durante la etapa de limitación nutricional (donde ocurre la esporulación) esta se

acumula y distribuye heterogéneamente dentro de las subpoblaciones. Durante la esporulación, existe una correspondencia entre el incremento en la frecuencia de esporulación y el contenido de RapA de las células vegetativas remanentes. Nuestros resultados demuestran que las células vegetativas remanentes utilizan la acetoina y butanodiol probablemente para evitar esporular y así mantener una población heterogénea con múltiples roles. En el caso de las esporas, estas presentaron un nivel de fluorescencia incluso menor a las células vegetativas presentes durante el crecimiento exponencial. Lo anterior hace preguntarnos, ¿cuál es el umbral mínimo de RapA que predispondrá a una célula vegetativa a convertirse en espora? Y más importante, ¿este podría ser manipulado? Interesantemente, las pre-esporas presentaron un contenido intermedio de RapA entre las células vegetativas (bajo limitación nutricional) y las esporas, lo cual sugiere que la proteína se segrega de forma desigual entre la célula madre y la espora.

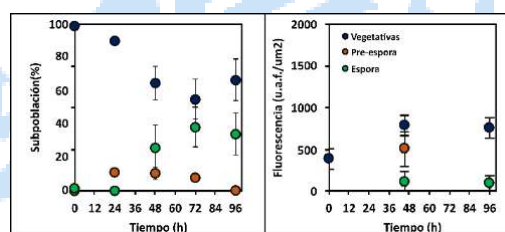


Fig. 1. Subpoblaciones en *B. velezensis* (izquierda) y su contenido de RapA (derecha) en el tiempo. La limitación de glucosa ocurrió entre las 24 y 27 h.

Conclusiones. La manipulación *ad hoc* de la concentración de RapA, puede resultar una estrategia interesante para aumentar la sincronización de las células vegetativas de cultivos industriales de *Bacillus* y por ende la rentabilidad de procesos para la producción de esporas.

Agradecimiento a PAPIIT-UNAM por el financiamiento al proyecto IG201021.

Bibliografía.

1. Lopez D, Vlamakis H and Kolter R. (2009). FEMS Microbiol Rev. 33: 152–163.
2. Mutlu A, Trauth S, Ziesack M, Nagler K, Bergeest J-P, Rohr K, Becker N, Höfer T and Bischofs I.B. (2018). Nat Commun. 9:69.
3. Arizmendi Sánchez M.A. (2023). Tesis de licenciatura. TecNM. Zacatepec, Mor. 2023. En proceso de obtención de grado.

INFLUENCIA DEL REÚSO DEL SUSTRATO SOBRE LA PRODUCCIÓN, MORFOLOGÍA DE CRECIMIENTO, FISIOLOGÍA Y CALIDAD DE *METARHIZIUM ROBERTSII* XOCH-8.1.

Akzayácatl García, Octavio Loera, Jazmín E. Méndez-Hernández, Nohemí García. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa Departamento de Biotecnología, CDMX CP 09310. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, Tecomán CP 28110, akzayacatl_gava@hotmail.com.

Palabras clave: infectividad, morfología, conidios.

Introducción. En las propuestas de reúso del sustrato se reacondiciona para volver a utilizarse, por ejemplo, para producir conidios como bioinsecticidas. Aunque el reúso modifica algunos parámetros del sustrato, repercutiendo en los rendimientos, la calidad y el número de ciclos en los que se podría reusar. Los factores como la actividad de agua (A_w) inicial, la humedad inicial y la forma de sustrato, son clave en lo antes mencionado.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una estrategia de reúso de sustrato, libre de operaciones adicionales, para producir conidios de *Metarhizium robertsii* Xoch 8.1, determinando la influencia de estos factores sobre su morfología, así como en la producción y calidad de sus conidios.

Metodología. Se desarrolló una estrategia de reúso de sustrato (arroz) libre de operaciones adicionales de tratamiento. Para ello, se emplearon bolsas de plástico en donde el arroz se reusó en ciclos consecutivos de producción de conidios. En cada ciclo se cuantificó el rendimiento de producción, la A_w , humedad inicial y la calidad de los conidios (1). Además, se realizó un análisis por microscopía electrónica de barrido para determinar los cambios en la morfología del hongo y del sustrato en cada ciclo de producción.

Resultados. La mayor producción de conidios se observó en el ciclo 2; en este ciclo también hubo un incremento en la productividad (Tabla 1). El aumento en la humedad inicial causó una disminución en la producción de conidios a partir del tercer ciclo (2). La A_w fue estadísticamente diferente, parámetro importante en la morfología de crecimiento y en la infectividad. El uso de arroz reciclado no afectó la viabilidad de los conidios, por el contrario, promovió un aumento en su infectividad. Por otro lado, se observaron cambios en la morfología de crecimiento del hongo al usar arroz reciclado, destacándose la formación de biopelículas (Figura 1) (3).

Tabla 1. Producción de conidios de *M. robertsii* en ciclos sucesivos. Diferentes letras representan diferencias significativas (prueba de Tukey $p < 0.05$).

	Ciclos de producción			
	1	2	3	4
Duración del ciclo (días)	9	7	9	12
Producción ($\times 10^9$ con/gss)	2.5 \pm 0.8a	3.8 \pm 0.9b	0.1 \pm 0.01c	0.02 \pm 0.001d
Actividad de agua (A_w)	0.9864 \pm 0.0009a	0.998 \pm 0.005b	0.999 \pm 0.01c	0.999 \pm 0.003c
Humedad inicial (%)	27.9 \pm 0.6a	37.6 \pm 1.2b	48.3 \pm 0.8c	56.6 \pm 1.7d
Viabilidad (%)	99.4 \pm 0.6a	99.4 \pm 0.6a	99.3 \pm 0.6a	98.2 \pm 0.6b
Infectividad (1×10^8 con/mL)	55.3 \pm 1.6a	63.3 \pm 1.8b	-	-
% de mortalidad				

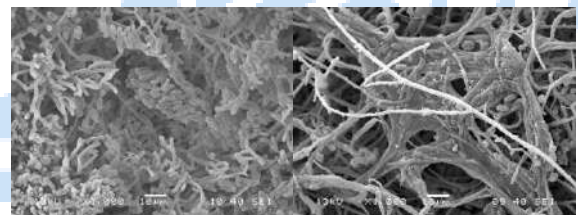


Fig. 1. Diferentes morfologías de crecimiento de *M. robertsii*. Izquierda ciclo 2 (conidios), Derecha ciclo 3 (biopelícula).

Conclusiones. Es posible reusar el sustrato para la producción masiva de conidios con una técnica sencilla, más eficiente, conservando el rendimiento de producción y calidad de conidios, teniendo diferencias asociadas a morfología y fisiología.

Agradecimientos. A CONACYT por la beca otorgada y a la UAM por el financiamiento del proyecto.

Bibliografía.

- Cando A, Méndez J, Loera O. (2022) *Lett Appl Microbiol.* 74(3):385-394.
- Santi L, Silva L, Beys-da-Silva W, Corrêa A, Rangel D, Carlini C, Schrank A, Vainstein M. (2011) *World J. Microbiol. Biotechnol.* 27(10):2297-2303.
- Fanning S y Mitchell A. (2012) *PLoS Pathog.* 8(4):e1002585.

EVALUACIÓN DE CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA CONFECCIÓN DE MEZCLAS DE BACTERIÓFAGOS DE *VIBRIO PARAHAEMOLITYCUS* PARA EL CONTROL DE AHPND.

Alejandro Ariosa Olea, Román Makarov, Lina Angélica Zermeño Cervantes, Sergio Francisco Martínez Díaz. Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Desarrollo de Tecnologías. C.P.23096, La Paz, B.C.S. aariosao2100@alumno.ipn.mx.

Palabras clave: fagoterapia, virulencia, resistencia

Introducción. El desarrollo de resistencia bacteriana constituye uno de los mayores problemas de salud e inocuidad alimentaria a nivel mundial. El patógeno *Vibrio parahaemolyticus* (VP), portador del plásmido pVA1 es considerado el agente causal de la necrosis aguda del hepatopáncreas de camarón (AHPND), también conocida como Síndrome de Mortalidad Temprana, la cual provoca una alta mortalidad a nivel mundial y que ha generado pérdidas económicas significativas en los cultivos de camarón (1). La fagoterapia, por su alta especificidad y ausencia de efectos secundarios es considerada una de las alternativas más prometedoras para el combate de patógenos bacterianos (2).

El objetivo del presente trabajo es evaluar el uso de fagos selectos para el control de cepas de *Vibrio parahaemolyticus* AHPND⁺.

Metodología. Un total de 29 fagos fueron evaluados contra 3 cepas de VP_{AHPND}. Las tasas de crecimiento de cepas salvajes y resistentes a los fagos fueron evaluadas. Se determinaron los índices de virulencia de cada fago y se conformaron mezclas a través del programa Phage Chooser. Se determinaron los potenciales de inhibición de cada una de las mezclas y se establecieron relaciones entre los fagos.

Resultados. 16 de los 29 fagos evaluados presentaron acción lítica contra las cepas analizadas. Los análisis de las tasas de crecimiento de cepas salvajes y resistentes mostraron diferencias estadísticamente significativas (p≤0.05). Fueron originadas 54 mezclas de bacteriófagos, entre las cuales las conformadas por 4 y 5 fagos presentaron el mayor potencial de inhibición de crecimiento bacteriano. Los fagos F10wr11 y F10c7a presentaron la interacción positiva más fuerte, mientras que el fago AQ30p resultó el de mayor efecto antagónico en las mezclas.

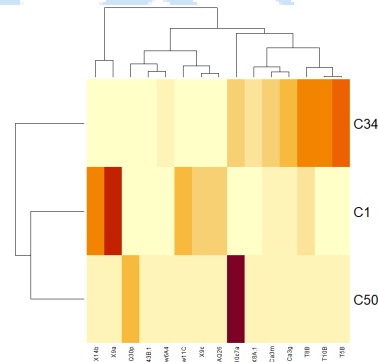


Fig. 1. Mapa de calor de los 16 fagos y las 3 cepas de acuerdo con los valores de virulencia de cada fago.

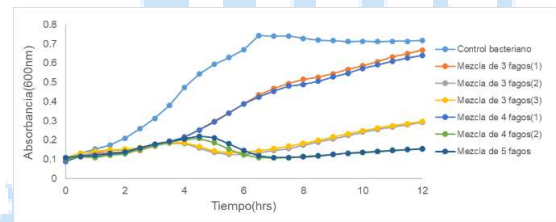


Fig. 2. Crecimiento bacteriano frente a 6 mezclas de fagos.

Conclusiones. La aplicación de los bacteriófagos en el cultivo de camarón muestra potencial para combatir la aparición de enfermedades bacterianas, impactando positivamente en la salud animal e inocuidad de los cultivos.

Agradecimientos. Al CONACyT y al IPN por las becas proporcionadas a AAO. Esta investigación fue soportada por el IPN a través del proyecto SIP-IPN 20221533.

Bibliografía.

1. Woo, J. J., Han, J. E., Giri, S.S., Tang, K. F. J., Zhou, X., Aranguren, L.F., ...and Chang, P.S. 2018. Phage Application for the Protection from Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND) in *Penaeus vannamei*. Indian J Microbiol. 58(1),114–117.
2. Mireille, A., Battesti, A., Wahl, A. 2018. Prophages in *Salmonella enterica*: ¿a driving force in reshaping the genome and physiology of their bacterial host? Molecular Microbiology, Wiley, 1 - 14.

EVALUACIÓN DE LA EXPRESIÓN DE PROTEÍNAS HETERÓLOGAS PARA EL DISEÑO DE UN BIOSENSOR BACTERIANO DE *L. lactis*

America Selene Gaona Mendoza; Julio Armando Massange Sánchez; Luz Edith Casados Vázquez, Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida. Irapuato, C.P. 36500, as.gaonamendoza@ugto.mx.

Palabras clave: Optimización de genes, transcripción, traducción.

Introducción. Los biosensores bacterianos son herramientas genéticas que permiten detectar un analito objetivo, por ejemplo, moléculas producidas por microorganismos patógenos. Esto se logra gracias al diseño de circuitos con piezas genéticas que conforman al elemento sensible el cual reconoce al analito, y al elemento transductor que genera una señal de salida, por ejemplo óptica⁽¹⁾. Para generar un biosensor funcional, es necesario que la célula huésped tenga la capacidad de transcribir y traducir las proteínas de ambos elementos correctamente.

Es por ello que el objetivo del presente trabajo es evaluar la expresión de las proteínas AgrC, AgrA y mCherry que conforman al elemento sensible y transductor de un biosensor de *Lactococcus lactis* para la detección del péptido AIP proveniente de *Listeria monocytogenes* (*Lm*).

Metodología. *L. lactis* NZ3900 subsp. *cremoris* fue utilizado para la producción de las proteínas AgrC, AgrA y mCherry (esta última con y sin secuencia optimizada); se utilizó el Sistema de Expresión Controlado por Nisina (NICE) para la expresión de éstas. Una vez generadas las construcciones *pNisA-agrCA*, *pNisA-mCherry* y *pNisA-mCherry_optimizado* se corroboró la síntesis de los transcritos de cada gen, se evaluó el perfil proteico mediante geles SDS-PAGE al 17% teñidos con Coomassie y con la construcción *pNisA-mCherry_optimizada* se estandarizaron condiciones adecuadas de concentración de inductor (Nisina), pH y tiempo de incubación posterior a la inducción⁽²⁾.

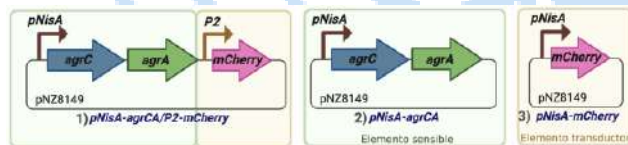


Fig.1. Piezas genéticas del biosensor de *L. lactis*. Biosensor completo (1) y construcciones para evaluar la expresión de las proteínas AgrC, AgrA y mCherry (2 y 3).

Resultados. Se comprobó que los genes *agrC*, *agrA* y *mCherry* con y sin optimización son reconocidos por la maquinaria de *L. lactis* ya que a partir del mRNA y mediante RT-PCR se obtuvieron ampliaciones de cada gen (Fig. 2 A). *L. lactis* tiene la capacidad de reconocer secuencias genéticas provenientes de bacterias como *Lm* y llevar a cabo el proceso de transcripción. Al evaluar el perfil proteico mediante geles SDS-PAGE de las proteínas AgrC, AgrA y mCherry no se logra percibir la

sobreexpresión de ninguna de estas proteínas al inducir con nisina a comparación con la expresión de mCherry optimizada la cual se expresa en todas las concentraciones del inductor evaluado (Fig. 2B).

La proteína mCherry optimizada permitió estandarizar parámetros óptimos de expresión de proteínas heterólogas en *L. lactis*, siendo éstos un rango de pH de 6-6.5, 16 h de incubación posteriores a la inducción, y 80 ng/ mL de nisina como inductor (Fig. 2C).

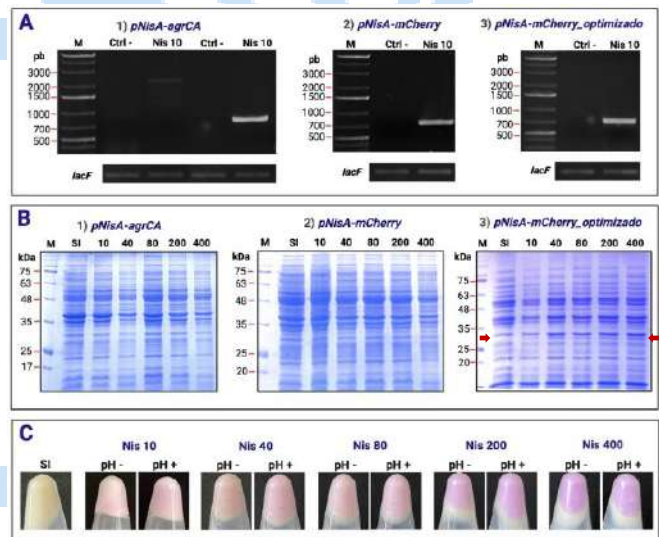


Fig. 2. A. PCR a partir de cDNA. B. Perfil proteico de proteínas expresadas en *L. lactis*. C. Parámetros óptimos para expresar mCherry. Ctrl-: *L. lactis* silvestre. Nis 10, 40, 80, 200, 400: inducción con 10, 40, 80, 200 ó 400 ng/ μ L de nisina. *lacF*: gen endógeno control. M: marcador de peso molecular. SI: Sin inductor. pb: pares de bases. kDa: kiloDalton. pH-: pH sin ajustar. pH+: pH ajustado. \blacktriangleright : proteína mCherry (26.7 kDa).

Conclusiones. En nuestro estudio es necesario realizar análisis más finos para descartar una baja producción de proteínas con secuencia no optimizada. La optimización de codones resulta una opción viable para producir proteínas de manera exitosa pero no asegura la ausencia de problemas de plegamiento y solubilidad.

Agradecimientos. A la Universidad de Guanajuato y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Bibliografía.

- Singh, A., & Kumar, V. (2021). *Ana Bioanal Chem.* 413: 73-82.
- MoBiTec. NICE® expression system for *Lactococcus lactis* handbook. 2015.

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA, AFINIDAD POR SUSTRATOS POLIMÉRICOS Y EXPRESIÓN DE CUTINASAS CODIFICADAS EN EL GENOMA DEL HONGO DEGRADADOR DE POLIURETANO *Cladosporium tenuissimum* A3.I.1

Herminia Loza-Tavera¹, Itzayana Chavarría Quintanilla¹, Octavio Pérez Vargas¹, Ana Paulina García Bernal¹, Martín González Andrade², Lilianha Domínguez Malfavón¹, Ayixon Sánchez Reyes³, Martín Vargas Suárez¹.

¹Depto. de Bioquímica, Fac. Química, UNAM. ²Depto. de Bioquímica, Fac. Medicina, UNAM, Ave. Universidad 3000, Col. UNAM, CDMX 04510, México. ³Investigador por México, CONACyT, Instituto de Biotecnología, UNAM, Ave. Universidad 2001, Col. Chamilpa, Cuernavaca 62210, Morelos, México. hlozat@unam.mx.

Palabras clave: biodegradación, poliuretano, cutinasas

Introducción. El poliuretano (PU) es un polímero sintetizado a partir de polioles e isocianatos, ampliamente utilizado en espumas de colchones, aislantes térmicos, fibras y barnices, es recalcitrante y de escaso reciclaje. Se han reportado hongos con capacidad de degradar PU, por lo que la biodegradación puede ser una alternativa para su reciclaje. Hemos aislado al hongo *C. tenuissimum* A3.I.1 por su capacidad de crecer en el barniz de poliéster(PS)-PU Impranil como única fuente de carbono y de degradar espumas de poliéter(PE)-PU de colchones (1) e identificamos una cutinasa extracelular con capacidad de degradar Impranil (2). Las cutinasas son enzimas de importancia biotecnológica que catalizan reacciones de hidrólisis, esterificación y aminólisis, e incluso algunas tienen actividad degradativa sobre PET (3) y PU (4).

El objetivo de este trabajo fue identificar los genes que codifican proteínas de la familia de las cutinasas en el genoma de *C. tenuissimum* A3.I.1, modelar sus estructuras tridimensionales y calcular sus afinidades para distintos polímeros sintéticos, así como analizar la expresión durante el crecimiento en Impranil.

Metodología. Secuenciar el genoma de A3.I.1 con Illumina, PacBio y Hi-C. Identificar los genes que codifican cutinasas empleando el Modelo Oculto de Markov para la familia de las cutinasas (PF01083.hmm) (<https://www.ebi.ac.uk/interpro/>) y realizar un análisis filogenético. Modelar con AlphaFold2 las cutinasas codificadas en el genoma de A3.I.1. y comparar con cutinasas capaces de degradar polímeros sintéticos. Determinar puentes disulfuro en las proteínas por DiANNA (<http://clavius.bc.edu/~clotelab/DiANNA>). Calcular la afinidad de diversos sustratos a las cutinasas utilizando acoplamiento molecular (Autodock4). Analizar la expresión diferencial de genes de cutinasas durante el crecimiento de A3.I.1 en Impranil (RNASeq).

Resultados. El genoma haploide de *C. tenuissimum* A3.I.1 tiene 33.64 Mbp con 53% GC y está organizado en 19 cromosomas. Codifica 13 genes de proteínas de la familia de las cutinasas: siete cutinasas *sensu stricto* y seis acetil xilano esterasas (AXE). El modelado estructural mostró que las cutinasas de A3.I.1 son semejantes a las reportadas con capacidad de degradar polímeros sintéticos. Específicamente, la cutinasa de A3.I.1 degradadora de Impranil codificada en el gen C6962, presentó tres puentes disulfuro y un surco continuo y profundo semejante a la cutinasa de *Aspergillus oryzae* (3GBS) degradadora de polímeros sintéticos (6). No se han reportado AXEs con capacidad de degradar polímeros sintéticos. Las afinidades de algunas cutinasas y AXEs de A3.I.1 para ciertos sustratos poliméricos fueron mayores que las de las cutinasas degradadoras de polímeros sintéticos reportadas. El análisis de expresión genética mostró que cuatro cutinasas, entre ellas la C6962, y una AXE se sobre-expresaron en Impranil.

Conclusiones. El genoma de *C. tenuissimum* A3.I.1 codifica siete cutinasas y seis AXEs. La cutinasa con actividad degradativa sobre PS-PU está codificada en el gen 6962. Algunas de las cutinasas de A3.I.1 mostraron mayor afinidad por polímeros sintéticos que las ya reportadas. Cuatro genes de cutinasas y uno de AXE se sobre-expresan en Impranil.

Agradecimientos. A DGAPA-PAPIIT-UNAM IN227317, IN227620, IN225123; Programa Presupuestario F003 CONACyT 101737 y PAIP-FQ-UNAM (5000-9117). ICHQ, OPV y APGB agradecen a CONACyT por sus becas de Maestría en CBq-UNAM.

Bibliografía. 1) Álvarez Barragán *et al.*, (2016a) AEM 82:5225. 2) Álvarez Barragán J (2016b) Tesis M. C. Bioquímicas, UNAM. 3) de Castro *et al.*, (2017) Biochem Eng J 124:64. 4) Di Bisceglie *et al.* (2022) Polymers 14:411. 5) Chavarría Quintanilla I (2021) Tesis M. C. Bioquímicas, UNAM. 6) Liu *et al.*, (2009) J Am Chem Soc 131:15711.

EL ORDEN DE LOS TRATAMIENTOS AFECTA EL RENDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE QUITINA Y QITOSANO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE CAMARÓN

Marlenne Vázquez Aldana¹, Mayola García Rivero¹, María Aurora Martínez Trujillo^{1*}, Martín Rogelio Cruz Díaz²

¹Tecnológico Nacional de México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac. Ecatepec, Estado de México, CP 55210.

*amartinezt@tese.edu.mx

² Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán-Campo Uno, Av. 1° de mayo s/n Colonia Santa Ma. Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México C.P.

54740, cdmrmartin@gmail.com

Palabras clave: desmineralización, desproteínización, tratamiento biológico, tratamiento químico

Introducción. La cáscara de camarón (CC) contiene proteína (30-40%), calcio (30-50%) y quitina (20-30%). La quitina se obtiene en dos pasos, que se pueden realizar por tratamiento químico (TQ) o biológico (TB). El quitosano se obtiene por la desacetilación (DA) de la quitina, y es uno de sus derivados más importantes [1]. En el TQ la desmineralización (DM) se realiza con HCl y la desproteínización (DP) con NaOH; en tanto que la DA se completa con NaOH. El TQ es severo, disminuye la calidad de la quitina y el quitosano, y genera desechos tóxicos [2,3]. El tratamiento biológico (TB) es un enfoque prometedor para superar este obstáculo. Implica el uso de microorganismos y/o enzimas para la DP (con proteasas), DM (con los ácidos orgánicos producidos por fermentación) y DA (con quitin desacetilasas, QDA); aunque aún no ha mostrado su total efectividad sobre estos [5]. A veces es necesario intensificar los procesos, desarrollando a la par tratamientos, como el ultrasonido (US) [3,4]. El objetivo de este trabajo fue identificar si el orden del TQ posterior al TB afecta los rendimientos de DM y DP; y verificar si ese orden y la aplicación del US afectan la acción de las QDA para la obtención de quitosano.

Metodología. Se probaron tres secuencias para el TB, en cultivos sumergidos con 100 g/L de CC: 1. DM → DP, fermentación de glucosa (G) con *Lactobacillus delbrueckii* con un pulso posterior de G, e inoculando después a *Bifidobacterium lactis* para producir proteasas (LdG->G->BI); 2 y 3. DP→DM, incubación con *B. lactis* durante 82 h y la posterior fermentación de G con *L. delbrueckii* (BI->LdG) o con una adición final de G (BI->LdG->G). Las quitinas se recuperaron por filtración, se lavaron y sometieron al TQ, para completar la DM (con HCl 0.1 o 1 M) o la DP (con NaOH 0.1 o 1 M), por 2 h a 47°C y 180 rpm. Se probaron también las secuencias DP → DM y DM → DP para el TQ. Las quitinas se lavaron, secaron y sometieron a DA con un extracto enzimático rico en QDA; sea directamente o sometiendo previamente a US por 2.5 h. Se cuantificó la solubilidad de éste en ácido acético al 4% (p/v). Para el experimento control se probó el TQ sobre la CC, sin TB previo.

Resultados. En el experimento control, la secuencia DP → DM 1M rindió los mayores porcentajes de DM (100%) y DP (73.42%). En el TB, la DM fue muy semejante en ambas secuencias (80%), pero los mayores porcentajes de DP (de 97 al 100%) se obtuvieron en la secuencia DP→DM. La adición del pulso de glucosa durante el TB favoreció la DP (condición 3). En todos los casos el TB resultó superior al experimento control respecto a DM y DP, incrementándolas casi al doble. Sin embargo, fue necesario completar el TQ para la DM y DP de la CC, usando 1M de HCl o NaOH. La secuencia DP→DM resultó la mejor para la total remoción de calcio y proteína. En lo que respecta a la DA, el quitosano obtenido por el TQ de la CC mostró una solubilidad menor del 5%, mientras que ésta se incrementó a máximos de 16 % para los quitosanos obtenidos por TB y el TQ posterior. Las mayores solubilidades se obtuvieron en los quitosanos provenientes de la secuencia de TB DP→DM. El US incrementó la solubilidad de los materiales hasta el 25%. Las quitinas obtenidas con el TB previo al TQ perdieron menos del 20% de su peso durante la DA, mientras que las obtenidas con el TQ de la CC perdieron poco más del 50% en la DA.

Conclusiones. El TB tuvo mayores DM y DP que el TQ. La secuencia DP→DM tuvo las mayores DM y DP, tanto en TB como en el TQ posterior; y generaron quitosanos con mayor solubilidad. El US favoreció la DA e incrementó la solubilidad del quitosano.

Agradecimiento. Al COMECYT, proyectos FICDTEM-2021-064 y EESP2022-0054; y a la UNAM, proyecto PAPIME-PE104122.

Bibliografía.

1. Aldila, H., Fabiani, V. A., Dalimunthe, D. Y., & Irwanto, R. (2020). In *IOP Conference Series: Earth and Environ Sci*. 599: 1, 012003.
2. Dun, Y., Li, Y., Xu, J., Hu, Y., Zhang, C., Liang, Y., & Zhao, S. (2019). *Int. J. of Biol Macromol*, 123, 420-426.
3. Xie, J., Xie, W., Yu, J., Xin, R., Shi, Z., Song, L., & Yang, X. (2021). *Frontiers in Microbiol*, 2514.
4. Chakravarty, J., Yang, C. L., Palmer, J., & Brigham, C. J. (2018). *Appl Food Biotechnol*, 5(3), 141-154.
5. Sixto-Berocal, A. M., Vázquez-Aldana, M., Miranda-Castro, S. P., Martínez-Trujillo, M. A., & Cruz-Díaz, M. R. (2023). *Int J. of Biol. Macromol*, 230, 123204.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área X. Bioingeniería y fermentaciones

XO01	PRODUCCIÓN DEL COPOLÍMERO POLI(3-HIDROXIBUTIRATO-CO-3-HIDROXIVALERATO) POR AZOTOBACTER VINELANDII EN CULTIVOS CONTINUOS BAJO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO VALÉRICO. Autores: Andrés Pérez, Álvaro Díaz-Barrera, Carlos Peña	194
XO02	COMPARACIÓN DE CRECIMIENTO DE FUSARIUM FUJIKORI EN MEDIOS CON DOS RELACIONES C:N. Autores: Aranza Hernández Rodríguez, Jabel Dinorín Téllez Girón, Aarón Mendieta Moctezuma, Víctor Eric López y López.	195
XO03	ESTRÉS POR INTENSIDAD LUMINOSA Y SALINIDAD MODERADA PARA INDUCIR LA CAROTENOGÉNESIS EN COELASTRELLA STRIOLATA Y CHLORELLA VULGARIS UTEX 2714. Autores: Eduardo Martínez-Niño, Luis A. Castillo-Cruz, Luis A. Rodríguez-Olivares, Patricio J. Valadés Pelayo, Hugo J. Ávila-Paredes.	196
XO04	NUEVA ESTRATEGIA PARA EL ESCALAMIENTO DE BIORREACTORES DE CULTIVO SÓLIDO TIPO COLUMNA EMPACADA. Autores: Fernando Méndez-González, Daniel González-Moreno, Octavio Loera, Gerardo Saucedo Castañeda, Juan Buenrrosto-Figueroa, Ernesto Favela-Torres.	197
XO05	DESERTIFILUM THARENSE UAM-C/S02 COMO PRODUCTORA POTENCIAL DE C-FICOCIANINA EN CONDICIONES DE INVERNADERO. Autores: Ingrid Hernández, León Sánchez, Laura González, Gabriel Vigueras, Marcia Morales.	198
XO06	PRODUCCIÓN DE BIOPLÁSTICO POR UNA CEPA DE AZOTOBACTER VINELANDII QUE SOBRE EXPRESA LA PROTEÍNA PHBP3 ASOCIADA AL GRÁNULO DE POLÍMERO BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE OXÍGENO. Autores: Rosa Elia Quiroz, Jessica Ruíz, Daniel Segura, Tania Castillo, Enrique Galindo, Carlos Peña	199

PRODUCCION DEL COPOLÍMERO POLI(3-HIDROXIBUTIRATO-CO-3-HIDROXIVALERATO POR AZOTOBACTER VINELANDII EN CULTIVOS CONTINUOS BAJO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO VALÉRICO

Andrés Pérez ^a, Álvaro Díaz-Barrera ^a, Carlos Peña ^b, ^a Escuela de Ingeniería Bioquímica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Brasil 2085, Valparaíso. 2362803. aperezb17@gmail.com.

^b Departamento de Ingeniería Celular y Biotecnología, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos, México.

Palabras clave: *Azotobacter vinelandii*, poli 3-hidroxitirato-co-3-hidroxisvalerato, velocidad de transferencia de oxígeno

Introducción. Los polihidroxicanoatos (PHAs) son polímeros biodegradables, sustitutos de los polímeros derivados del petróleo, siendo poli(3-hidroxitirato) (PHB) y poli(3-hidroxitirato-co-3-hidroxisvalerato) (PHBV) los más destacados. La bacteria *Azotobacter vinelandii* produce PHB y el copolímero PHBV a partir del ácido valérico mediante β -oxidación^{1,2}. Las propiedades mecánicas y físicas del PHBV dependen del contenido de la fracción de hidroxisvalerato (HV) en el polímero³. Asimismo, en cultivos de *A. vinelandii* la velocidad de consumo de oxígeno es determinante en el crecimiento y producción de PHBV⁴.

En este trabajo se evaluó la producción de PHBV por *A. vinelandii* en cultivo continuo y se determinó la influencia de la concentración de ácido valérico sobre la composición del copolímero PHBV.

Metodología. Se realizaron quimiostatos bajo condiciones de diazotrofia en un biorreactor Applikon de 3L con sacarosa (20 g·L⁻¹) como fuente de carbono y energía. El quimiostato operó a una velocidad de dilución de 0,04 h⁻¹, a 30°C, pH 7,0, 600 rpm y 1 vvm. Mediante el análisis de gases de fermentación se calculó la velocidad de transferencia de oxígeno (VTO)¹. Se evaluaron concentraciones de ácido valérico de 5 mM, 10 mM, 20 mM y 30 mM en la alimentación. La cuantificación de PHBV y la composición de monómeros se analizaron mediante cromatografía de gases (GC) con un detector de ionización de llama (FID) mediante propanólisis de la biomasa previamente seca⁵.

Resultados. En el estado estacionario, la concentración de biomasa y el contenido de PHA fue similar a las diferentes concentraciones de ácido valérico estudiadas (Tabla 1).

Tabla 1. Concentración de biomasa porcentaje de acumulación de PHBV y fracción molar de 3HV en función de la concentración de ácido valérico en la alimentación.

	Ac. valérico (mM)			
	5	10	20	30
Biomasa (g/L)	2,8 ± 0,28	3,1 ± 0,27	3,2 ± 0,14	3,4 ± 0,17
PHBV (% p/p)	51% ± 1,5	51% ± 4,7	50% ± 3,0	51% ± 2,8
3HV (% mol)	15,4 ± 2,5	30,1 ± 4,8	42,2 ± 2,2	46,7 ± 6,0

En cuanto a la composición molar del PHBV, se observó un incremento en la fracción de 3HV entre 5 y 20 mM de ácido valérico, alcanzado 42,2 3HV con 20 mM. Además, como se observa en la Fig. 1, tanto la VTO (A) como la q_{o2} (B) se incrementaron al variar el ácido valérico entre 5 y 20 mM. Es posible que, bajo estas condiciones, un incremento en la q_{o2} pueda estar relacionado con un mayor el poder reductor (NADH) producido en la transformación del ácido valérico en la β -oxidación.

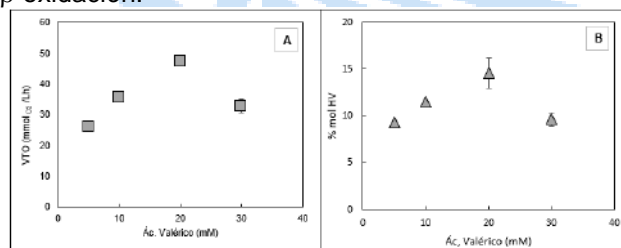


Fig. 1. VTO y Q_{o2} en quimiostatos de *A. vinelandii* en estado estacionario con diferentes concentraciones de ácido valérico en la alimentación.

Este aumento en la fracción de 3HV fue similar a lo reportado por Urtuvia *et al* 2020¹ en cultivos por lote, donde se observó que a mayores VTO se incrementó la fracción molar de 3HV.

Conclusiones. En cultivos continuos, al aumentar la concentración de ácido valérico en la alimentación, se incrementa la respiración de *A. vinelandii*, favoreciendo el contenido molar de 3HV en el copolímero de PHBV.

Agradecimiento. Beca Doctorado Nacional ANID. N° 21211820.

Bibliografía.

1. Urtuvia V, Maturana N, Peña C, Díaz-Barrera A. (2020). *Bioprocess Biosyst Eng.* 43:1469–1478.
2. Torres-Pedraza AJ, Salgado-Lugo H, Segura D, Díaz-Barrera A, Peña C (2021). *J Chem Technol Biotechnol* 96(10):2782–2791.
3. Rivera-Briso AL, Serrano-Aroca A (2018) *Polymers* 10:732–759.
4. Urtuvia V, Ponce B, Andler R, Peña C, Díaz-Barrera A. (2022). *3 Biotech.* 12(11):304.
5. Riis V, Mai W (1988). *J Chromatogr A.* 445:285–289.

COMPARACIÓN DE CRECIMIENTO DE *Fusarium fujikuroi* EN MEDIOS CON DOS RELACIONES C:N

Aranza Hernández Rodríguez¹, Jabel Dinorín Téllez Girón², Aarón Mendieta Moctezuma¹, Víctor Eric López y López¹. Instituto Politécnico Nacional-¹CIBA, ²UPIIG. ¹Tepeitilla de Lardizábal, Tlaxcala, C.P. 90700, vlopezyl@ipn.mx

Palabras clave: *Fusarium fujikuroi*, cinética, relación C:N

Introducción. *Fusarium fujikuroi* es un hongo fitopatígeno caracterizado por la producción de metabolitos secundarios que actúan como reguladores del crecimiento vegetal. Entre estos metabolitos, el ácido giberélico (GA₃) integra el modelo más importante producido a partir de origen microbiano debido a su actividad en la elongación del tallo, la germinación de semillas y el aumento del tamaño de los frutos (1). La producción industrial de GA₃ se realiza mediante fermentación sumergida de dicho ascomiceto (2). Sin embargo, la falta de establecimiento de parámetros cinéticos idóneos para el desarrollo del microorganismo puede resultar en un bajo rendimiento de GA₃; lo que conduce a un alto costo en el mercado agrícola actual. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es evaluar el crecimiento de *F. fujikuroi* a nivel matraz utilizando diferentes medios de cultivo con relación Carbono:Nitrógeno (C:N) de 7 y 25. Esto nos permitirá, establecer las condiciones de incubación adecuadas para la propagación del mismo y, por lo tanto, para la producción de la fitohormona.

Metodología. Se formularon medios de cultivo basados en glucosa y harina de arroz (EM) y únicamente glucosa (WM), cuya composición se ajustó a una relación C:N 7 y 25. La cinética de crecimiento a nivel matraz de la cepa de colección *Gibberella fujikuroi* CBDD H-984 (hoy nombrado *Fusarium fujikuroi*) se realizó utilizando un precultivo en placa con el medio de cultivo correspondiente a 30°C durante 120 h para EM y 96 h para WM. Posteriormente, tres pellets fueron inoculados en matraces Erlenmeyer de 1-l con 200 ml de medio de cultivo previamente esterilizado y ajustado a pH 5. Los matraces se incubaron por 168 h, temperatura a 30°C y agitación de 160 rpm. Se tomaron 2 ml de muestra de cada cinética durante lapsos de 24 h, las cuales fueron filtradas al vacío y sometidas a peso constante para la cuantificación de la biomasa producida.

Resultados. Los resultados recabados del crecimiento en medio líquido de *F. fujikuroi* durante un período de monitoreo de siete días se muestran en la Figura 1 y 2. Las cinéticas obtenidas exponen que la mayor producción de biomasa a nivel matraz se obtuvo con el

medio de cultivo EM a una relación C:N 25, alcanzando 6.15 g/L a las 48 h de fermentación. Simultáneamente, se reportan producciones que oscilan entre 1.58 a 5.68 g/L en medios con relación C:N 7 y de 1.43 a 6.15 g/L en medios con relación C:N 25.

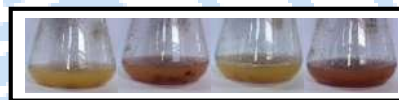


Fig. 1. Variación en la pigmentación de las cepas cultivadas en el medio líquido EM7, EM25, WM7 y WM25, respectivamente.

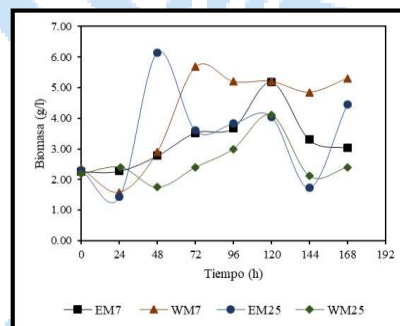


Fig. 2. Cinética de crecimiento a nivel matraz de *Fusarium fujikuroi* en medios de cultivo con relación C:N 7 y 25.

Conclusiones. La comparación de las cinéticas de crecimiento de *F. fujikuroi* en los diversos medios de cultivo permitió encontrar la relación C:N que dio la mayor producción de biomasa. Se halló que el crecimiento del hongo podría alcanzar los 6.15 g/L en el medio EM con una relación C:N 25, lo que corresponde a un valor hasta dos veces mayor que lo analizado en los otros medios de cultivo. Esto es importante ya que generalmente los experimentos reportados utilizan relaciones C:N superiores a 100.

Agradecimiento. Proyecto SIP20230877. Becario CONACyT 1238200.

Bibliografía.

1. Camara, M., Vandenberghe, L., Vandenberghe, C., De Oliveira, J., Faulds, C., Bertrand, E., & Soccol, C. (2018). *Planta*. 248 (5): 1049–1062.
2. De Oliveira, J., Rodrigues, C., Vandenberghe, L., Camara, M., Libardi, N., & Soccol, C. (2017). *BioMed Research International*. 2017.

ESTRÉS POR INTENSIDAD LUMINOSA Y SALINIDAD MODERADA PARA INDUCIR LA CAROTENOGÉNESIS EN *Coelastrella striolata* Y *Chlorella vulgaris* UTEX 2714

Eduardo Martínez-Niño¹, Luis A. Castillo-Cruz¹, Luis A. Rodríguez-Olivares¹, Patricio J. Valadés-Pelayo², Hugo J. Ávila-Paredes¹. ¹Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco no. 186, Col. Leyes de Reforma 1A sección, Ciudad de México, C. P. 09310, México. ²Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Priv. Xochicalco S/N, Col. Azteca, Temixco, Morelos, C. P. 62580, México. hjap@xanum.uam.mx

Palabras clave: Carotenogénesis, carotenoides, microalgas

Introducción. La biomasa microalgal contiene metabolitos valiosos, entre los que se encuentran los carotenoides. Estos ofrecen una amplia gama de aplicaciones en la industria y tienen propiedades que favorecen la salud humana (1). Por lo general, una vez que se produce la biomasa, las microalgas son inducidas a la síntesis y acumulación de pigmentos carotenoides (carotenogénesis), lo que se logra alterando condiciones de cultivo como intensidad de la luz, nutrientes del medio de cultivo, salinidad del medio o temperatura (2). El objetivo de este trabajo fue inducir la carotenogénesis en *Coelastrella striolata* y *Chlorella vulgaris* UTEX 2714, usando simultáneamente aumento en intensidad de luz y adición de sales (MgCl₂ y NaCl) al medio de cultivo.

Metodología. Para promover la carotenogénesis, las cepas se cultivaron en matraces Erlenmeyer de 250 mL con alta intensidad de luz (250 μmol/m² s) y se añadieron cloruros (NaCl y MgCl₂) al medio de cultivo (0, 0.086, 0.173 y 0.260 M Cl⁻) durante 35 días. La biomasa microalgal se recuperó por centrifugación y la extracción de pigmentos se realizó con metanol. La determinación de la concentración de biomasa y pigmentos (clorofilas y carotenoides totales) se realizó por espectrofotometría UV-vis cada 5 días.

Resultados. En la Figura 1a y 1b se puede observar que para *Coelastrella striolata* la mayor concentración de carotenoides totales se alcanza en el día 5 y 25 para MgCl₂ y NaCl, respectivamente, a una concentración de 0.086 M Cl⁻. Mientras que para *Chlorella vulgaris* UTEX 2714 (Figura 1c y 1d) la mayor concentración de carotenoides totales se alcanza al día 5 para ambas sales a una concentración de 0.173 M Cl⁻, siendo mayor en MgCl₂. La presencia de Mg²⁺ tienen un efecto estimulante sobre las enzimas que sintetizan carotenoides, además el magnesio se utiliza para modular la ósmosis ambiental, reduce la lisis celular y aumenta la producción de carotenoides (3, 4), lo cual podría explicar por qué los cultivos con MgCl₂ alcanzan mayores contenidos de carotenoides en menor tiempo.

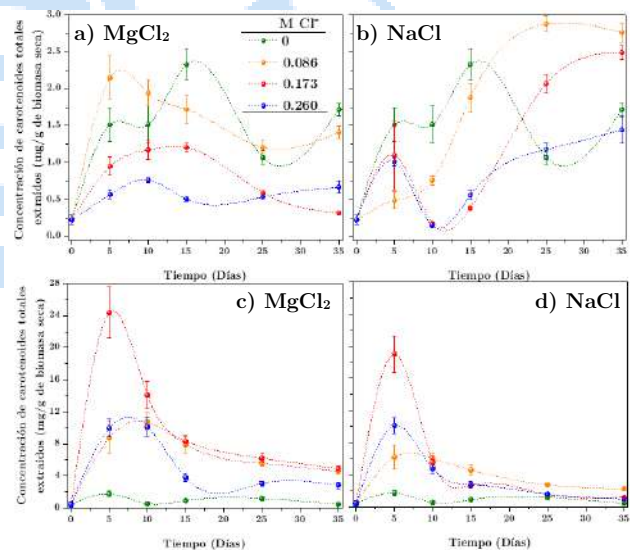


Fig. 1. Concentración de carotenoides totales en *Coelastrella striolata* (a y b) y *Chlorella vulgaris* UTEX 2714 (c y d).

Conclusiones. *Chlorella vulgaris* fue más sensible a las condiciones de cultivo impuestas, ya que se obtienen mayores cantidades de carotenoides totales. Sin embargo, bajo estas mismas condiciones se logró inducir a la carotenogénesis a *Coelastrella striolata*, una cepa que está emergiendo con potencial para la producción de carotenoides. Asimismo, la presencia de MgCl₂ promueve la carotenogénesis en menor tiempo, en contraste con NaCl.

Agradecimiento. El presente proyecto ha sido financiado por la UAM. E. M. N., L. C. C. y L. R. O. agradecen a CONACYT por las becas recibidas para los estudios de Maestría y Doctorado, respectivamente.

Bibliografía.

1. Srivastava A., Kalwani M., Chakdar H., Pabbi S., Shukla P. (2022). *Bioresour Technol.* 352:127071.
2. Liyanaarachchi V.C., Premaratne M., Ariyadasa T.U., Nimarshana, P.H.V., Malik, A. (2021) *Algal Res.* 57:102353.
3. Urek R. y Kerimoglu Y. (2019) *Turk. J. Fish. & Aquat. Sci.* 19(10):873-883.
4. Cirulis J.T., Scott J.A., Ross G.M. (2013) *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 91(1):15-21.

NUEVA ESTRATEGIA PARA EL ESCALAMIENTO DE BIORREACTORES DE CULTIVO EN ESTADO SÓLIDO TIPO COLUMNA EMPACADA

Fernando Méndez-González¹, Daniel González-Moreno², Octavio Loera², Gerardo Saucedo-Castañeda², Juan Buenrostro-Figueroa¹ y Ernesto Favela-Torres². ¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Delicias, 33088. ²Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, 93140. favela@xanum.uam.mx

Palabras clave: Densidad de empaque, Escalamiento, Metarhizium.

Introducción.

El cultivo en estado sólido (CES) presenta ventajas biológicas, ambientales, económicas y de proceso en comparación con los cultivos en estado líquido (CEL) (1). Sin embargo, en los biorreactores de CES existen limitaciones en el transporte de calor y masa que dificultan su escalamiento. Méndez-González et al. (2) demostraron que en biorreactores de columna empacada utilizados para la producción de conidios de *Metarhizium*, el aumento del diámetro del biorreactor (a partir de los 7 cm) genera un severo aumento en la densidad del empaque. Este fenómeno se debe al acomodo de las partículas tras alejarse de la pared del biorreactor (3) y ocasiona la formación de una zona donde se obstaculiza el suministro de O₂, la remoción de calor y CO₂, lo que afecta al crecimiento del microorganismo y su esporulación (2). Considerando lo anterior, se propone una configuración de biorreactor con paredes cilíndricas internas (BPCI) con separación máxima de 7 cm. El objetivo es demostrar que el diseño del biorreactor de CES con zonas anulares es efectivo para evitar el aumento de la densidad de empaque y con ello, favorecer las condiciones para la producción de conidios a escalas mayores.

Metodología. En este estudio se utilizó la cepa de *Metarhizium robertsii* Xoch 8.1, la cual, se propagó en medio agar dextrosa Sabouraud. El biorreactor evaluado (BPCI) es una columna de PVC de 30 cm de altura (24 cm altura de lecho) con un diámetro interno de 28.5 cm y dos paredes internas con diámetro de 7.6 y 16 cm. El biorreactor se empacó con 9.5 kg de granos de arroz estériles, con una humedad del 30%, inoculados con 2 x 10⁶ conidios/g de masa seca (ms). El biorreactor empacado se incubó durante 12 días a 30 °C y, durante este periodo se suministraron 1.33 L de aire/kgms min. Al final del cultivo, los conidios producidos se cuantificaron en diferentes secciones del biorreactor con ayuda de un hematocitómetro Neubauer.

Resultados. La densidad de empaque y la producción de conidios del BPCI (Tabla 1) son similares a los obtenidos en biorreactores de escala laboratorio (Di < 10 cm) (2). Méndez-González et al. (2)

implementaron la estrategia de añadir empaques esféricos para contrarrestar el aumento de la densidad de empaque al aumentar el diámetro del biorreactor. Lo anterior permitió alcanzar una producción de conidios de 1.23 conidios x 10⁹/gms y una productividad volumétrica de 0.67 conidios x 10⁹/cm³, lo que es similar a lo obtenido en el BPCI.

Sin embargo, similar a los granos de arroz, el acomodo espacial de los empaques esféricos limitará el diámetro del biorreactor mientras que, la estrategia de paredes concéntricas permite aumentar el diámetro del biorreactor indefinidamente (conservando el radio crítico de separación). La alta producción de conidios obtenida en el BPCI evidencia que, las condiciones de cultivo dentro del biorreactor se mantuvieron en niveles favorables para el microorganismo.

Tabla 1. Parámetros evaluados en el prototipo de biorreactor de paredes internas.

Parámetro	Valor obtenido
Densidad de empaque (g/cm ³)	0.68
Producción de conidios (conidios x 10 ⁹ /gms)	1.45±0.79
Productividad volumétrica (conidios x 10 ⁹ /cm ³)	0.68±0.37
Producción total en el reactor de conidios (conidios x 10 ¹²)	9.62

Conclusiones. El establecimiento de la distancia radial crítica para colocar las paredes internas del biorreactor, manteniendo la aireación, permite su escalamiento radial. Este criterio puede ser usado para una variedad de sustratos y microorganismos en CES.

Bibliografía.

1. Manan MA, Webb C (2017). J Appl Biotechnol Bioeng 4(1): 00091. DOI: 10.15406/jabb.2017.04.00094
2. Méndez-González F, Figueroa-Montero A, Saucedo-Castañeda G, Loera O, Favela-Torres E (2021). J Chem Technol Biotechnol. <https://doi.org/10.1002/jctb.6993>
3. Ridgway K and Tarbuck KJ (1968). Chem Eng Sci 23: 1147–1155 (1968).

Desertifilum tharense UAM-C/S02 como productora potencial de C-Ficocianina en condiciones de invernadero

Ingrid Hernández¹, León Sánchez², Laura González², Gabriel Vigueras², Marcia Morales².

¹Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa.

²Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Ciudad de México, 05348.

hernandezmingrid@gmail.com ; mmorales@cua.uam.mx

Palabras clave: Desertifilum tharense, C-Ficocianina, condiciones de invernadero

Introducción. La C-Ficocianina (C-FC) es un pigmento accesorio soluble en agua, intensamente fluorescente y de un color azul brillante. Debido a sus propiedades bioactivas, su uso en el área de los alimentos y la salud es cada vez mayor (1). Actualmente, además de *Arthrospira*, existen otros potenciales productores fotoautotróficos de C-FC, como las cianobacterias del género *Desertifilum* (2). Previamente, se produjo C-FC con alta pureza a partir de la biomasa de la cepa silvestre termotolerante *D. tharense* UAM-C/S02 con productividades de hasta 97 mg L⁻¹ d⁻¹ para la C-FC y 608 mg L⁻¹ d⁻¹ para biomasa y, una tasa de fijación de CO₂, P_{CO2}, de 1194 mg L⁻¹ d⁻¹ (3). Esta cepa ha demostrado ser una alternativa potencial a *Arthrospira* por el amplio rango de temperaturas (15-42 °C) e irradiancias (100-1300 μmol m⁻² s⁻¹) en las que crece, lo cual puede convertirla en una candidata importante para escalar el cultivo.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la producción de biomasa y la acumulación de C-FC de *D. tharense* UAM-C/S02 en condiciones de invernadero.

Metodología. *D. tharense* UAM/CS02 se cultivó en condiciones de invernadero bajo ciclos naturales de luz-oscuridad y con variaciones de temperatura en diferentes estaciones del año: primavera y otoño. Se utilizó una columna de burbujeo (CB) de 25 L (Figura 1a), bajo dos condiciones: sin control de pH y suministrando 1% de CO₂, para controlar el pH. Se realizó el seguimiento de la biomasa y de la concentración de C-FC. La concentración de biomasa se cuantificó por peso seco y para hacer la extracción de la C-FC, se realizaron 3 ciclos repetidos de congelación-descongelación de -20 – 20 °C en Buffer Tris-HCl 20 Mm pH 8. El sobrenadante de color azul intenso (extracto crudo) (Figura 1b) se recuperó y se mantuvo en congelación y oscuridad. La presencia de C-FC se estimó por espectrofotometría (4).

Resultados. La productividad más alta de biomasa y C-FC, 210 y 48 mg L⁻¹ d⁻¹, respectivamente, se obtuvo durante la estación de primavera, suministrando CO₂ (1% v/v) durante las horas del día, manteniendo el pH

cercano a 7.5. Bajo estas condiciones, la cepa UAM-C/S02 alcanzó un contenido de C-FC de 117 mg_{C-FC} g_b⁻¹. Además, la relación de pureza del extracto crudo fue de 1.38; este valor fue tan alto como el obtenido en condiciones controladas.

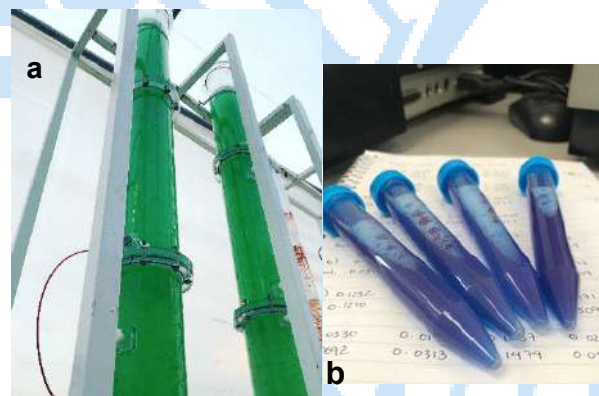


Fig. 1. a) Columna de burbujeo en condiciones de invernadero y b) extracto crudo de C-FC.

Conclusiones. La cepa UAM-C/S02 fue capaz de crecer y soportar amplios rangos de temperatura e irradiación en condiciones de invernadero, además de producir de manera eficiente un valioso pigmento bioactivo, lo que sugiere que la cepa es una candidata potencial para la producción de C-FC.

Agradecimiento. Ingrid Hernández agradece a CONACyT por la beca otorgada. Y al proyecto 75 S114-15 de la DCNI-UAM Cuajimalpa.

Bibliografía.

1. Patel, A. K., et al. (2022). *Bioresour. Technol.* 351: 126910.
2. Khazi, M. I., et al. (2021). *Front. Bioeng. Biotechnol.* 9, 752024
3. Hernández-Martínez, I., et al. (2023). *Bioresour. Technol.* 369: 128431.
4. Bennett y Bogobad. (1973). *J. Cell Biol.* 58: 419-435.

PRODUCCIÓN DE BIOPLÁSTICO POR UNA CEPA DE *Azotobacter vinelandii* QUE SOBRE-EXPRESA LA PROTEÍNA PhbP3 ASOCIADA AL GRÁNULO DE POLÍMERO BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE OXÍGENO

Rosa Elia Quiroz¹, Jessica Ruíz², Daniel Segura², Tania Castillo¹, Enrique Galindo¹ y Carlos Peña¹

Instituto de Biotecnología, Departamentos de ¹Ingeniería Celular y Biocatálisis y ²Microbiología Molecular, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuernavaca, Morelos, 62210.

rosa.quiroz@ibt.unam.mx

Palabras clave: P3HB, VTO, peso molecular

Introducción. El poli-3-hidroxibutirato (P3HB) es un biopolímero con propiedades físicas y termo-mecánicas dependientes del peso molecular. *Azotobacter vinelandii* acumula P3HB como reserva de carbono y energía en forma de gránulos que representan hasta el 80 % del peso seco celular [1]. En *A. vinelandii* se ha encontrado, asociada a los gránulos de P3HB, a la proteína denominada phasina P3, y en estudios previos se ha demostrado que la sobreexpresión provoca una mayor acumulación de P3HB sugiriendo un papel regulador en la síntesis y degradación del polímero [2]. Por otro lado, la velocidad de transferencia de oxígeno (VTO) juega un papel importante en la producción y el peso molecular del P3HB [1].

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la VTO sobre la producción y el peso molecular del P3HB sintetizado por la cepa que sobre-expresa la proteína PhbP3 de *A. vinelandii*.

Metodología. Se realizaron cultivos de la cepa PhbP3+ y la cepa parental OP en matraces agitados de 250 mL con diferentes volúmenes de llenado (100 y 50 mL para una baja y alta transferencia de oxígeno respectivamente) en el equipo RAMOS (Respirometric Activity Monitoring System) para la determinación de los parámetros respirométricos [3]. Paralelamente, se realizaron experimentos fuera de línea para determinar el crecimiento celular, la producción y el peso molecular del P3HB con técnicas analíticas reportadas previamente [1,2].

Resultados. Bajo la condición de 100 mL, la VTO_{máx} alcanzada fue de 2.80 ± 0.06 mmol O₂ L⁻¹ h⁻¹; mientras que, en los cultivos desarrollados con 50 mL, la VTO_{máx} fue de 6.0 ± 0.04 mmol O₂ L⁻¹ h⁻¹ (Fig. 1a y 1c). No se observan diferencias significativas en la evolución de la VTO entre la cepa PhbP3+ y la cepa control OP en las condiciones de baja y alta transferencia de oxígeno. El crecimiento en ambas condiciones de cultivo fue superior en la cepa PhbP3+, donde se alcanzó un μ dos veces mayor que en los cultivos de la cepa OP. En contraste, no se observó un efecto de la VTO sobre la μ en los cultivos con la cepa PhbP3+.

La producción volumétrica de P3HB se favoreció en ambas cepas con los cultivos en alta transferencia (Fig.

1d), encontrándose que con la cepa PhbP3+ produjo más del 100 % de biopolímero en comparación con lo obtenido con la cepa OP durante la fase de crecimiento exponencial (0 – 36 h) y más de 80 % durante la fase estacionaria (48 h).

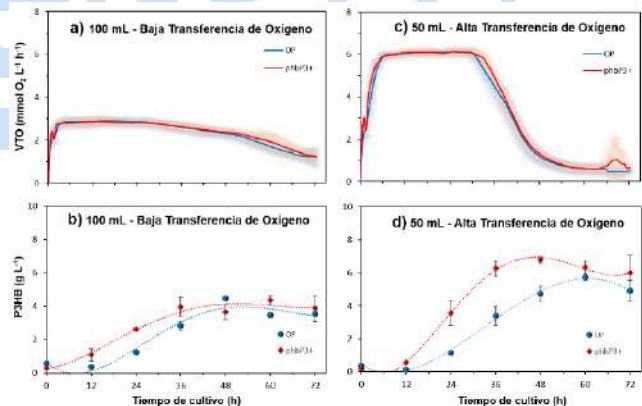


Fig. 1. Perfiles de velocidad de transferencia de oxígeno y evolución de la producción de P3HB en cultivos con a,b) 100 mL y c,d) 50 mL de volumen de llenado.

Con ambas cepas el peso molecular del P3HB se incrementó al aumentar la VTO, obteniéndose valores de 6,000 kDa en los cultivos con una VTO_{máx} de 6.0 ± 0.04 mmol O₂ L⁻¹ h⁻¹ (Tabla 1).

Tabla 1. Velocidad de crecimiento específica (μ) y peso molecular del P3HB a las 72 h de cultivo.

Condición (mL)	Cepa	μ (h ⁻¹)	Mw (kDa)
100	OP	0.05 ± 0.00	$5,721 \pm 208$
	PhbP3+	0.11 ± 0.02	$5,384 \pm 114$
50	OP	0.07 ± 0.01	$6,273 \pm 73$
	PhbP3+	0.12 ± 0.01	$6,065 \pm 549$

Conclusiones. La cepa PhbP3+ muestra un mejor desempeño en crecimiento y producción de P3HB de alto peso molecular cuando es cultivada en condiciones de alta transferencia de oxígeno.

Agradecimiento. Apoyo financiero de PAPIIT-DGAPA de la UNAM (proyecto BG200222).

Bibliografía.

- Peña et al (2014). *Microbial technology*, 7(4), 278-293.
- Sotelo, P. (2022). *Tesis de licenciatura, IBT – UNAM*.
- Anderlei, T. & Büchs, J. (2001). *Biochemical Engineering Journal* 7; 157-162.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área XI. Ciencias ómicas y edición de genomas

XIO01	PERFIL PROTEÓMICO DE STREPTOCOCCUS EN LA FERMENTACIÓN DEL POZOL. Autores: Daniel Guillén, Jocelin Rizo, Carmen Wachter, Romina Rodríguez-Sanoja	201
XIO02	EXPRESIÓN DIFERENCIAL DE HEMICELULASAS EN PATOTIPOS DE COLLETOTRICHUM LINDEMUTHIANUM. Autores: Ma. Irene Morelos Martínez, Horacio Cano Camacho, Karla Morelia Díaz Tapia, Everardo López Romero, June Simpson, María Guadalupe Zavala Páramo	202
XIO03	COMPARACIÓN GENÓMICA DE BACTERIAS DEL GÉNERO STENOTROPHOMONAS CON DIFERENTES CAPACIDADES PGPR. Autores: L. I. Salinas-Virgen, M. E. de la Torre-Hernández, J. F. Aguirre-Garrido, H. C. Ramírez-Saad	203

PERFIL PROTEOMICO DE STREPTOCOCCUS EN LA FERMENTACION DEL POZOL

Daniel Guillén¹, Jocelin Rizo², Carmen Wachter³, Romina Rodríguez-Sanoja¹

¹Dpto. Biología Molecular y Biotecnología, Instituto Investigaciones Biomédicas, UNAM, CDMX 04510. romina@iibiomedicas.unam.mx

²Dpto. de Genómica Funcional de Procariontes, Centro de Ciencias Genómicas, UNAM, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos 62210

³Dpto. Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM.

Palabras clave: Pozol, Streptococcus, Proteómica, Fermentación tradicional

Introducción. El pozol es una bebida de origen maya, ácida y sin alcohol hecha de nixtamal fermentado espontáneamente. Se ha consumido desde la época precolombina como único alimento en las jornadas de trabajo o bebida refrescante durante el día, principalmente en el sureste de México por grupos indígenas y mestizos. Este alimento se caracteriza por una microbiota compleja, formada principalmente por bacterias ácido lácticas (BAL), pero también incluye enterobacterias, bacterias aerobias mesófilas, levaduras y mohos [1]. Es dentro de las primeras 9 horas de fermentación que las BAL se vuelven el grupo más abundante siendo el género *Streptococcus* el predominante. El cambio en la microbiota se correlaciona con la caída del pH, la disminución en el contenido de carbohidratos y fibra, y con el aumento en la concentración de lípidos y nitrógeno, lo que muestra a esta etapa como la de mayor actividad metabólica [2]. La adaptación de *Streptococcus* spp. al sistema depende de la diversidad de enzimas que expresan estas bacterias para aprovechar las fuentes de carbono y nitrógeno disponibles, para competir y establecerse, así como su capacidad de soportar condiciones cambiantes de pH, lo cual conlleva a que dominen y persistan durante el proceso de fermentación, incluso frente a otras BAL.

El objetivo de este trabajo fue analizar el proteoma del género *Streptococcus* e identificar las proteínas que le permiten dominar la fermentación y su impacto en el pozol.

Metodología. Se adquirieron muestras de masa de nixtamal recién molida en Tabasco, México. Las muestras se envolvieron en hojas de plátano y se incubaron a 37°C para analizar a las 0, 9, 24 y 48 h. Las muestras se procesaron como previamente se reportó [2] y los datos de espectrometría de masas obtenidos fueron analizados con MaxQuant bajo los parámetros cargados por default y usando la base de datos de *Streptococcus* de Uniprot. Las entradas se filtraron utilizando una tasa de falsos positivos del 1 % y se eliminaron todos los falsos positivos. Las proteínas identificadas se clasificaron funcionalmente según el sistema de anotación de ortología KEGG.

Resultados. Se identificaron 35451 proteínas de las cuales 1372 fueron asignadas a diferentes rutas metabólicas siendo cuatro vías las principales; metabolismo de aminoácidos (17,64%), de nucleótidos (17,41%), de carbohidratos (15,59%) y biosíntesis de metabolitos secundarios (13,11%). Dentro del metabolismo de carbohidratos se encontraron varias proteínas relacionadas a diferentes vías metabólicas (glucólisis/gluconeogénesis, ciclo del ácido tricarbóxico y ruta de las pentosas fosfato), algunas de ellas involucradas en el metabolismo de piruvato, propanoato y butanoato, vías que contribuyen a la mejora de las características organolépticas.

Además, se encontraron enzimas relacionadas con la degradación de polisacáridos (almidón, celulosa y hemicelulosa), producción de exopolisacáridos, proteínas moonlighting reportadas como importantes para la resistencia a pH ácido y para la adhesión. Este repertorio de actividades podría darle ventajas competitivas a *Streptococcus* sobre otras bacterias, lo que puede explicar su abundancia durante la fermentación. Por otra parte, se identificaron péptidos con capacidad antimicrobiana, proteasas de distintas familias y proteínas con capacidad inmunomoduladora, lo cual es un aspecto importante por el impacto que puede tener en la salud del consumidor frecuente.

Conclusiones. La amplia variedad de enzimas que presenta *Streptococcus* para metabolizar fuente de carbono, adaptarse a pH ácido así como la producción de exopolisacárido y péptidos antimicrobianos le confieren una ventaja adaptativa frente a otros microorganismos para crecer de manera tan abundante en el pozol y conferirle propiedades organolépticas y benéficas al alimento.

Agradecimiento. UNAM-DGAPA IN223917, IN216419

Bibliografía.

1. Wachter, C., Cañas, A., Barzana, E., Lappe, P., Ulloa, M. & Owens, J.D (2000). *Food Microbiol. Vol (17): 252-256.*
2. Rizo, J., Guillén, D., Díaz-Ruiz, G., Wachter, C., Encarnación, S., Sánchez, S., & Rodríguez-Sanoja, R. (2021). *Front. Nutr.* 8:4814.

EXPRESIÓN DIFERENCIAL DE HEMICELULASAS EN PATOTIPOS DE *Colletotrichum lindemuthianum*

Ma. Irene Morelos Martínez, Horacio Cano Camacho, Karla Morelia Díaz Tapia, Everardo López-Romero, June Simpson, María Guadalupe Zavala Páramo

Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, FMVZ, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Km 9.5, Carr. Morelia-Zinapécuaro, Posta Veterinaria, Tarímbaro, Michoacán, C.P. 58893. irene.morelos@umich.mx.

Palabras clave: Patógenos, CWDEs, transcriptomas

Introducción. *Colletotrichum lindemuthianum* es el hongo filamentosamente causante de antracnosis en frijol común (*Phaseolus vulgaris*). A nivel mundial, se ha identificado una gran diversidad de patotipos de este fitopatógeno que muestran diferentes grados de virulencia frente a variedades del frijol que presentan diferente grado de resistencia¹. Su estrategia de nutrición/infección incluye la inducción de la secreción de un grupo de enzimas que degradan los polisacáridos de la pared celular vegetal (CWDEs), entre las que se encuentran las hemicelulasas^{2,3}. El objetivo de este estudio fue la evaluación de la expresión genética de hemicelulasas en los patotipos 0, 1088, 1472 y 2395 de *C. lindemuthianum*, en cultivo con glucosa o ejote (*P. vulgaris*).

Metodología. Se purificó el ARNm del micelio de cuatro patotipos crecidos en medios con ejote o con glucosa como fuente de carbono por 48h. Se realizó secuenciación NGS a través de la plataforma Illumina NovaSeq600, y el ensamblaje y anotación de los transcriptomas mediante los programas Trinity y Trinotate respectivamente.

Resultados. En los patotipos 0, 1088, 1472 y 2395 inducidos con ejote, el tamaño de los transcriptomas varió de 78-196 Mb, con 35,350 a 37,684 transcritos y 49,895 a 63,127 anotaciones. En los cuatro patotipos inducidos con glucosa el tamaño de los transcriptomas fue de 64-84 Mb con 43,103 a 51,963 transcritos y 34,062 a 44,172 anotaciones. Se identificaron 13 grupos de hemicelulasas con variación en número de genes entre los cuatro patotipos y entre los sustratos de inducción (Fig. 1). Las hemicelulasas con mayor número de genes en los cuatro patotipos son las galactosidasas. El número de transcritos de genes para hemicelulasas fue diferente entre los cuatro patotipos y con el sustrato de inducción. Los patotipos 0 y 2395 presentaron un número ligeramente mayor de transcritos en cultivo con glucosa, mientras que el patotipo 1088 presentó el mayor número de estos transcritos en cultivo con ejote. Por su parte, el patotipo 1472 presentó un menor número de transcritos sólo en algunas hemicelulasas en cultivo con glucosa (Fig. 2).

	P. 0		P. 1088		P. 1472		P. 2395	
	ej	gluc	ej	gluc	ej	gluc	ej	gluc
Galactosidasas	39	38	42	39	36	31	43	45
Esterasas	21	18	18	19	23	27	14	11
Xilosidasas	10	10	9	11	8	9	5	8
Xilanasas	8	8	10	9	7	7	9	8
Arabinofuranosidasas	6	9	7	6	5	8	4	8
Glucosidasas	3	7	5	6	9	8	5	4
Glucanasas	4	7	6	7	4	4	8	6
Ramnosidasas	3	3	4	4	4	3	3	4
Mannosidasas	3	3	1	3	1	3	3	2
Glucuronidasas	1	1	3	2	1	2	3	3
Fucosidasas	1	3	2	1	1	1	2	2
Mannanasas	1	2	1	2	2	1	1	1
Galactanasas	1	1	0	0	1	1	0	1
	101	110	108	108	102	106	100	103

Fig. 1. Mapa de calor del número de genes diferentes que codifican para cada grupo de hemicelulasas comparando cuatro patotipos (0, 1088, 1472 y 2395) en cultivo con ejote (ej) o glucosa (gluc).

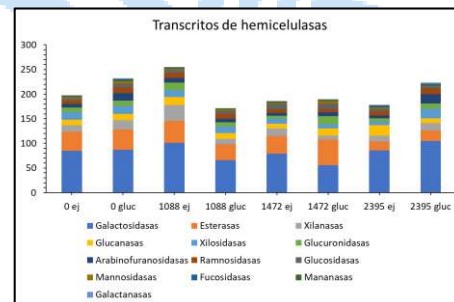


Fig. 2. Número de transcritos de los diferentes genes en cada grupo de hemicelulasas, comparado entre cuatro patotipos (0, 1088, 1472 y 2395) en cultivo con ejote (ej) o glucosa (gluc).

Conclusiones. Se detectó expresión diferencial en el número de genes y niveles de transcripción de hemicelulasas para cada patotipo, con diferente fuente de carbono y entre los cuatro patotipos. Destaca la diversidad y variación de la transcripción de galactosidasas, esterases, xilosidasas, xilanasas, arabinofuranosidasas, glucosidasas y glucanasas.

Agradecimiento. A la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH (Proyectos 2020-2023 a HCC) y a CONACYT (Proyecto 2019-2022 a MGZP y becas a MIMM y KMDT).

Bibliografía.

- Nunes, M. P. B. A., Gonçalves-Vidigal, M. C., Martins, V. S., Xavier, L. F., Valentini, G., Vaz Bisneto, M., & Vidigal Filho, P. S. (2021). *Crop Science*, 61(6), 3877-3893.
- Mengiste, T. (2012). *Annual review of phytopathology*, 50, 267-294.
- Conejo-Saucedo, U., Cano-Camacho, H., López-Romero, E., Lara-Márquez, A., & Zavala-Páramo, M. G. (2011). *Current Trends in Microbiology*, 7, 1-13.

COMPARACIÓN GENÓMICA DE BACTERIAS DEL GÉNERO *Stenotrophomonas* CON DIFERENTES CAPACIDADES PGPR

L. I. Salinas-Virgen¹, M. E. de la Torre-Hernández^{2,4}, J. F. Aguirre-Garrido³, H. C. Ramírez-Saad⁴

¹Doctorado en Ciencias Agropecuarias, UAM-Xochimilco. ²Programa Investigadores por México, CONACyT. ³Depto. Ciencias Ambientales, UAM-Lerma. ⁴Depto. Sistemas Biológicos, UAM-Xochimilco. 04960 Ciudad de México, México. 2193802285@alumnos.xoc.uam.mx

Palabras clave: PGPR, genómica,

Introducción. Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR por sus siglas en inglés) poseen gran interés en el campo agroecológico gracias a los beneficios que brindan a las plantas con las que se asocian a través de las diferentes actividades metabólicas que realizan (1) como la fijación de nitrógeno, la producción de fitohormonas, la solubilización de P y K, la producción de sideróforos y de compuestos orgánicos volátiles, el biocontrol de fitopatógenos, etc (2). Se sabe que bacterias pertenecientes al mismo género o incluso a la misma especie pueden tener variaciones en las actividades PGPR que realizan (3), estas variaciones se deben a diferentes factores como la adquisición de nuevas secuencias genéticas o el reordenamiento de las ya existentes, generando diversidad genética y fenotípica (4). El objetivo de este trabajo fue determinar las diferencias genéticas que existen entre 2 cepas del género *Stenotrophomonas*, EMP12 y EMP41, cercanas filogenéticamente, que poseen características PGPR diferentes.

Metodología. Se secuenciaron en la plataforma PacBio los genomas de las 2 cepas. El análisis bioinformático culminó en el ensamble de *novó* de los genomas, la identificación genotaxonomía, la anotación de genes y un análisis de genómica comparativa que incluyó la determinación del genoma central y el genoma accesorio.

Resultados. Las secuencias obtenidas de ambas cepas permitieron el ensamble de buena calidad de los genomas, ambos con longitud de 4.5 ± 0.1 Mb, que concuerda con los genomas previamente reportados para este género bacteriano. La identificación basada en genoma determinó que estas cepas pertenecen al género *Stenotrophomonas*, con un valor ANI > 75% con cepas tipo previamente reportadas. Al comparar los genomas de las dos cepas en estudio presentaron ANI = 91.52%, confirmando su cercanía filogenética. La anotación de ambos genomas permitió observar que estas cepas poseen genes con funciones relacionadas con sus capacidades PGPR como la movilidad y quimiotaxis, la producción de metabolitos secundarios, el metabolismo de N, P y K, etc. La comparación genómica permitió observar que de

alrededor de 4,200 CDSs que poseen las cepas, entre 1,100 y 1,200, dependiendo del genoma, son de proteínas hipotéticas y comparten 2,038 entre ellas y con la cepa de referencia *S. rizophila*, el resto son exclusivos de cada cepa; además de la comparación por actividad PGPR se pudo determinar que, por ejemplo, para el metabolismo de N comparten solo el 30.5% de genes y solo una cepa posee genes exclusivos.

Conclusiones. Ambas cepas en estudio pertenecen al género *Stenotrophomonas*, que cuenta con un gran número de especies reportadas como PGPR, y son cercanas desde el punto de vista filogenético; la anotación genómica determinó que poseen una amplia colección de genes relacionados con sus características PGPR y aunque comparten muchos de ellos, algunos otros solo se encuentran en una cepa, lo que podría explicar las diferencias fenotípicas que presentan y que generan que una cepa tenga mejores características PGPR que la otra.

Agradecimientos. A las convocatorias para el Desarrollo Académico 2023 (UAM-X), proyecto número "XXXXX". LSV recibe una beca para estudios de posgrado No 003786 de CONACYT.

Bibliografía.

1. DE-BASHAN L, HOLGUIN G, GLICK B, BASHAN, FERRERA-CERRATO R & ALARCÓN R. (2007). Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. En: *Microbiología agrícola: Hongos, bacterias, micro y macrofauna* Editorial Trillas, México, 170-224.
2. POSADA CASTAÑO A, MEJÍA DURANGO D P, POLANCO-ECHEVERRY D, & CARDONA ARIAS, J (2021). *Rev. Inv. Agraria y Ambiental*, 12:161-178.
3. SALINAS-VIRGEN L (2019). Identificación y caracterización de la actividad PGPR de bacterias rizosféricas y endófitas aisladas de *Echinocactus platyacanthus* (biznaga dulce) creciendo en condiciones silvestres y de invernadero en el semidesierto queretano. Tesis M. en C.A. UAM-Xochimilco.
4. MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, L. (2014). El genoma del endosimbionte diazotrófico *Sinorhizobium melloti* GR4: dispersión natural y aplicación biotecnológica de nuevos intrones del grupo II. Tesis doctoral Universidad de Granada.
5. DE LA TORRE-HERNÁNDEZ M E, SALINAS-VIRGEN L, AGUIRRE-GARRIDO J, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ A, MARTÍNEZ-ABARCA F, MONTIEL-LUGO D, & RAMÍREZ-SAAD, H (2020). *Front. Microbiol.* 11, 14. doi: 10.3389/fmicb.2020.01424

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área XII. Bioinformática

XII001	ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD VIRAL A PARTIR DE DATOS METAGENÓMICOS PROVENIENTES DE UN REACTOR. Autores: Laura Guerrero, Luc Dendooven, Frédéric Thalasso, Yendi Navarro Noya	205
XII002	ESTUDIO TRANSCRIPCIONAL DE LA RED DE QUORUM SENSING QUE DETERMINA LA ESPORULACIÓN DE BACILLUS VELEZENSIS 83, EN FUNCIÓN DEL PH DEL CULTIVO. Autores: Lorena Yamileth Balón Rosas, Agustín Luna Bulbarela, Leobardo Serrano Carreón, Enrique Galindo Fentanes	206
XII003	MINERÍA PROTEOGENÓMICA DE SERINA PROTEASAS Y ANEXINAS DE PANGASIU HYPOPHthalmus PARA LA BÚSQUEDA DE MOLÉCULAS CON POTENCIAL DE CURACIÓN DE HERIDAS. Autores: María Isabela Ávila Rodríguez, Ana Julia Vélez Rueda, Jesús Hernández, Jorge Benavides, Mirna Lorena Sánchez	207

ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD VIRAL A PARTIR DE DATOS METAGENÓMICOS PROVENIENTES DE UN REACTOR

Laura Guerrero, Luc Dendooven, Frédéric Thalasso, Yendi Navarro Noya, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CDMX, 07360, laura.guerrero@cinvestav.mx

Palabras clave: MAGs, metagenómica, virus

Introducción. El estudio de la diversidad microbiana ha evolucionado rápidamente en los últimos años, los primeros estudios recurrían al uso de métodos dependientes de cultivo, donde únicamente se lograban estudiar aquellos microorganismos que se podrían aislar en el laboratorio, los virus no son la excepción(1). Estudios recientes han sugerido que los virus de amplio rango de huéspedes pueden ser más comunes en la naturaleza de lo que se pensaba y fueron pasados por alto debido a los sesgos de cultivo (2). Durante los últimos años la cantidad de herramientas que existían para el análisis de bacterias resultaba abrumadora en comparación con las herramientas destinadas al análisis de comunidades virales, pero el creciente interés por el estudio de la comunidad viral a enriquecido las bases de datos virales y la cantidad de programas para tratar este tipo de datos. El empezar a reportar la presencia y las posibles funciones que se están llevando a cabo en comunidades tan genéticamente diversas, hace interesante el poder explorar con un enfoque de metagenómica diferentes ambientes, como un reactor. El objetivo del presente trabajo es determinar el perfil taxonómico y funcional de la comunidad viral presente en un reactor nitrificante, así como el ensamblaje de genomas virales a partir de secuencias obtenidas por metagenómica de escopeta “shotgun”.

Metodología. Se tomaron tres submuestras del biorreactor con un intervalo de una semana ocho veces y se extrajo ADN. Este fue secuenciado por MacroGen Inc. (Seúl, Corea) con la plataforma HiSeq2000 Illumina® 2x100 de extremos pareados. Las lecturas sin procesar se mapearon contra el genoma humano de referencia y las que no fueron mapeadas se filtraron por calidad. Se utilizaron las lecturas de alta calidad para la asignación taxonómica y funcional. Para el ensamblaje de genomas a partir de metagenomas (MAGs) se utilizaron las lecturas de alta calidad para realizar un co-ensamble con todas las muestras. Posteriormente se calculó la cobertura de los contigs obtenidos y con estos se hizo el ensamblaje de los genomas, ya ensamblados fueron evaluados, filtrados y mapeados para poder obtener asignación taxonómica y funcional. (Fig.1)

Resultados. La profundidad de secuenciación permitió asignaciones a nivel de género y especie para las lecturas de virus poco descritos y de una considerable cantidad de funciones ligadas a virulencia. Se ensamblaron 348 genomas virales, tales como *Klebsiella phage KpS8*, *Mycobacterium virus D29* y *Synechococcus phage syn9*, con la presencia de genes relacionados a cáncer.

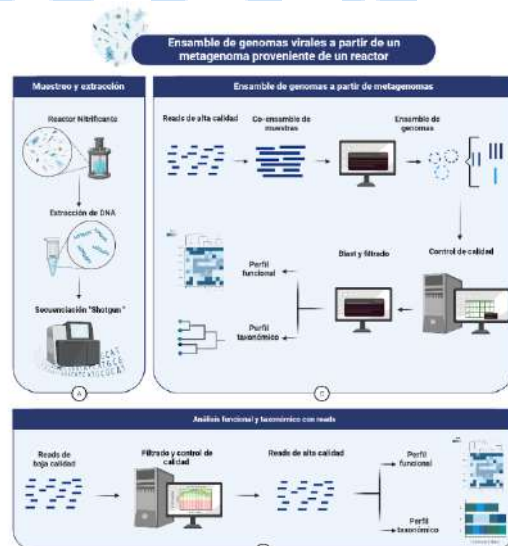


Fig. 1. Flujo de trabajo general (BioRender,2023).

Conclusiones. Es necesario realizar más estudios utilizando herramientas actuales para el análisis funcional taxonómico y ensamblaje de genomas virales. Los resultados pueden asociarse a una futura búsqueda del huésped viral y así confirmar la presencia de ambos, en un ambiente sintético tan particular como un reactor nitrificante.

Agradecimiento. La investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Bibliografía.

1. Cortés-López, Nohemí Gabriela, Ordóñez-Baquera, Perla Lucía, & Domínguez-Viveros, Joel. (2020) Rev Mex Cienc Pecu 11,1150-1173.
2. Hwang, Y., Roux, S., Coclet, C., Sebastian J. E. Krause & Peter R. Girguis (2023) Nat Microbiol Apr 6.

ESTUDIO TRANSCRIPCIONAL DE LA RED DE QUORUM SENSING QUE DETERMINA LA ESPORULACIÓN DE *Bacillus velezensis* 83, EN FUNCIÓN DEL pH DEL CULTIVO

Lorena Yamileth Balón Rosas^{1*}, Agustín Luna Bulbarela¹, Leobardo Serrano Carreón^{1,2}, Enrique Galindo Fentanes^{1,2}. 1. Instituto de Biotecnología, UNAM. Depto. Ingeniería Celular y Biocatálisis. Av. Universidad 2001, Chamilpa 62210, Cuernavaca, Mor. 2. Agro&Biotecnia S de RL de CV, Limones 8, Amate Redondo 62334, Cuernavaca, Mor. *lorena.balon@ibt.unam.mx

Palabras clave: *Bacillus*, Esporulación, Quorum sensing.

Introducción. En *Bacillus*, la heterogeneidad celular es regulada por *quorum sensing* (QS), un sistema de comunicación celular por el cual, las bacterias actúan de manera concertada y dependiente de la concentración celular. En *Bacillus*, los sistemas de QS: ComQXPA y Rap/Phr están involucrados en la esporulación y la síntesis de compuestos importantes para ejercer un control biológico¹. No obstante, estudios previos reportaron que en *Bacillus velezensis* 83 (*Bv83*), el pH ácido abate la esporulación incluso cuando hay limitación nutricional (principal estímulo)². Dado esto, una de nuestras hipótesis es que el pH ácido afecta negativamente la expresión de los genes que codifican para los sistemas ComQXPA y Rap/Phr. El objetivo de este trabajo es determinar la expresión diferencial de los genes que codifican para las proteínas de QS en *Bacillus*, bajo condiciones ácidas.

Metodología. Se realizaron cinéticas de crecimiento de *Bv83* en lote a pH de cultivo 6.8 (control) y 5.0. Con base en los parámetros cinéticos, se seleccionaron los tiempos de muestreo idóneos y reproducibles (cada uno por triplicado), para realizar el análisis de expresión diferencial mediante RNAseq. M1: fase inicial, M2: fase exponencial tardía (FET), M3: fase limitación nutricional (FLN). Los parámetros para el análisis fueron: FDR (*false discovery rate*) = 0.05 y logFC (log *Fold Change*) ≥ 2 y ≤ -2 .

Resultados. El pH ácido disminuyó significativamente la μ y el $Y_{x/s}$, lo que indicó que el tiempo de duplicación celular es afectado negativamente por las condiciones ácidas, probablemente porque la célula requiere mantener la homeostasis intracelular antes que diferenciarse a espora. Asimismo, bajo condiciones ácidas la morfología de *Bv83* cambió: son alargadas y forman aglomerados (Fig1). Se identificó que de los de 3846 genes de *Bv83*, en la FET se expresaron diferencialmente 618 genes (16%) (340 up y 278 down) por efecto del pH ácido. Donde, los 5 genes que más se sub-expresaron en esta etapa fueron aquellos que codifican para proteínas que degradan ácidos grasos. El gen *comP* fue el único de esa vía que se sobre-expresó en esta etapa, mientras que *comX*, *comQ* se sub-expresaron. Por otra parte, en FLN, se expresaron

diferencialmente 955 genes (25%) (466 up y 489 down) por efecto del pH ácido. Donde, los genes que más se sub-expresaron fueron: *spolIB*, *sigE*, *spolIE* y *spolIGA*, todos involucrados en el proceso de esporulación. Lo que explicaría la ausencia de esporas en esta etapa. Concomitantemente, entre los genes que más se sobre-expresan en FNL, están *pxpB* (codifica para un inhibidor de KinA) y *lipC* (codifica para una fosfolipasa implicada en la germinación de esporas). Finalmente, se identificó que, en ambas etapas, se sobre-expresan: *glmR* y *rodA*, que codifican para proteínas involucradas en la determinación de la forma celular y que se han descrito como proteínas importantes en la formación de un elongosoma en *Bacillus subtilis*, lo que permite sugerir que estén involucrados en la morfología alargada bajo condiciones ácidas³.

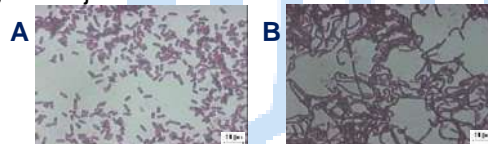


Fig.1. Morfología de *Bv83* en cultivos en lote. A) pH 6.8 B) pH 5.

Tabla 1. Genes de *Bv83* expresados diferencialmente.

Fase Exponencial Tardía (FET)		Fase de Limitación Nutricional (FLN)	
gen	$\geq 2 \logFC \leq -2$	gen	$\geq 2 \logFC \leq -2$
<i>fadF</i>	-6.51	<i>comQ</i>	-2.47
<i>fadN</i>	-6.22	<i>comP</i>	2.60
<i>fadA</i>	-6.30	<i>glmR</i>	2.04
<i>comX</i>	-2.48	<i>rodA</i>	2.01
		<i>spolIB</i>	-7.60
		<i>sigE</i>	-7.40
		<i>spolIE</i>	-7.22
		<i>spolIGA</i>	-6.03
		<i>pxpB</i>	8.51
		<i>lipC</i>	7.53
		<i>glmR</i>	2.07
		<i>rodA</i>	2.31

Conclusiones. En *Bacillus*, el pH ácido afecta la expresión de los genes de QS: *comQXP* y a los genes involucrados en la formación de esporas. La expresión de los genes *phr* no se ve afectada significativamente por el pH ácido. Los genes *glmR* y *rodA* podrían estar involucrados en el cambio morfológico de *Bv83* a pH 5.

Agradecimiento. A CONACyT por la beca otorgada núm. 957773 y a PAPIIT-UNAM por el financiamiento al proyecto IG201021.

Bibliografía.

- Lopez D, Vlamakis H, Kolter R. (2009). FEMS Microbiol Rev. 33(1):152-63.
- Cristiano S (2020). Tesis de doctorado en Ciencias Bioquímicas. Instituto de biotecnología, UNAM.
- Galinier A, Foulquier E, Pompeo F. (2021). Front Microbiol. 12:697930.

MINERÍA PROTEOGENÓMICA DE SERINA PROTEASAS Y ANEXINAS DE PANGASIVUS HYPOPHthalmus PARA LA BUSQUEDA DE MOLÉCULAS CON POTENCIAL DE CURACIÓN DE HERIDAS

María Isabela Avila Rodriguez¹, Ana Julia Vélez Rueda², Jesús Hernández³, Jorge Benavides^{1,4}, Mirna Lorena Sánchez⁵

1. Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Monterrey, México, 2. Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes - CONICET, Bernal, Buenos Aires, Argentina, 3. Tecnológico de Monterrey, CoreLab-Genomics, Monterrey, México 4. Tecnológico de Monterrey, Instituto de Investigación sobre Obesidad, Monterrey, México, 5. Laboratorio de Farmacología Molecular, Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina avilarodriguez.isabela@gmail.com

Palabras clave: proteogenómica, Pangasius hypophthalmus, curación de heridas

Introducción. Con alrededor de 8 millones de quemaduras anuales y 2% de hospitalizaciones por heridas crónicas globalmente (1,2), se siguen buscando alternativas terapéuticas para disminuir los tiempos de hospitalización. Dentro de estas, enzimas que promueven el desbridamiento enzimático como serina proteasas (SP) y anexinas (ANX) por su relevancia en procesos de curación (3,4). La búsqueda de estas en fuentes como el pez *Pangasius hypophthalmus* representa una potencial alternativa, debido a la similitud funcional y homología entre proteínas dérmicas de peces y humanos (4). Por ello, el objetivo del presente trabajo fue proponer a través de la minería proteogenómica, candidatos de SP y ANX de *P. hypophthalmus* con potencial homología a las presentes en los procesos de curación de heridas en la piel del ser humano.

Metodología. La búsqueda de SP y ANX candidatas de *P. hypophthalmus* fue realizada mediante la identificación de locus (TBLASTN) en su genoma (GCA_009078355.1) e obtención de su respectiva secuencia aminoacídica (BLASTX) que correspondiera a alguna de estas proteínas. Posteriormente se validó la presencia genes de los candidatos en la piel de *P. hypophthalmus* a través de RT-PCR. Finalmente, se modelaron las estructuras de las proteínas candidatas (AlphaFold), y se estudió su conservación estructural y funcional (DALI y ConSurf), así como la relación evolutiva entre las proteínas de ambas especies mediante reconstrucción filogenética (máxima verosimilitud, 1000 Bootstraps, IQtree).

Resultados. La búsqueda de similitud secuencial permitió identificar 13 candidatos de los cuales se logró validar la presencia de 6 en la piel de *P. hypophthalmus* (Fig.1.A). Posteriormente se estudió la similitud estructural de las candidatas con respecto a 4 ANX (ANXA 3, 4, 5 y 8) y 6 SP (KLK 4, 5, 6,7, 8 y 10)

humanas mediante alineamientos estructurales que revelaron la conservación de la triada catalítica en caso de SP, como de los sitios de unión a calcio tipo I y II para ANX (Fig.1B). Finalmente, la relación filogenética muestra que las SP y ANX de *P. hypophthalmus* son parálogas a las de *Homo sapiens*.

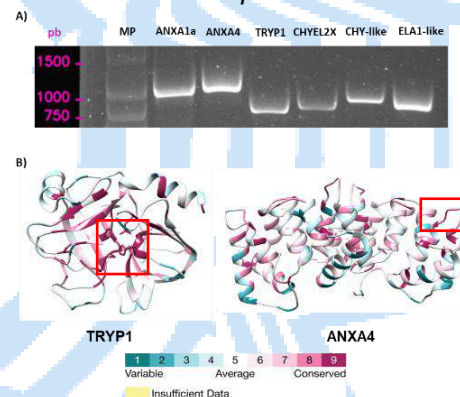


Fig. 1. Presencia y conservación estructural de SP y ANX de *P. hypophthalmus*. A) RT-PCR (n=3) de RNA total de piel A) Ejemplo representativo de conservación de sitios funcionales (caja roja) y estructurales de SP y ANX (ConSurf).

Conclusiones. Se observó una conservación estructural entre SP y ANX de *P. hypophthalmus* a aquellas con función en los mecanismos de curación de heridas en seres humanos.

Agradecimiento. Se agradece a CONACYT (2020-000026-02NACF-025444) y a CONICET por el financiamiento. El permiso de bioética (2022-10) fue concedido por el CICUAL del Tecnológico de Monterrey

Bibliografía.

1. Yakupu, A., Zhang, J., Dong, W., Dong, W., Song, F., Dong, J. & Lu S. (2022) *BCM Public Health* 22, 1596, 2-16
2. Yao, Z., Niu, J. & Cheng, B. (2020) *Adv Skin Wound Care*, 33(9):1-10
3. Wang, Y., Wu, X., Wang, Q., Zheng, M., & Pang, L. (2017) *Mol. Med. Rep.* 15(6), 4207-4216
4. Avila-Rodriguez, M.I., Meléndez, D., Licon-Cassani, C., Aguilar-Yañes, J., Benavides, J. Sánchez, M. (2020) *Biomed. Rep.* 13, 3-14

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área XIII. Biotecnología de productos naturales y desarrollo de nuevos fármacos

XIII001	<p>CARACTERIZACIÓN DE UN RIPP DETECTADO POR MINERÍA GENÓMICA. Autores: Carlos Adrián García Ausencio, Sergio Sánchez Esquivel</p>	209
XIII002	<p>ACTINOBACTERIA BIOPROSPECTING FROM ORE-FORMING ENVIRONMENTS. Autores: César Aguilar, Amir Alwali, Madeline Mair, Lorena Rodríguez-Orduña, Haydeé Peruyero , Nelly Sélem-Mojica , Cuauhtémoc Licon-Cassani , Elizabeth Parkinson.</p>	210
XIII003	<p>PRODUCCIÓN, PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PROTEÍNAS PEQUEÑAS CON UN POTENCIAL EFECTO INMUNOMODULADOR. Autores: Juan C. Vargas-Coto, Luis Elizárraras-Rodríguez, Yamile Pelcaster-Gómez, Aneth González-Martínez, Ana Fragozo, Keyla M. Gómez-Castellano, Francisco A. Aguilar-Alonso, Juan C. Almagro, Sonia M. Pérez-Tapia.</p>	211
XIII004	<p>ENDÓFITOS DE PIPER AURITUM: FUENTES POTENCIALES DE INHIBIDORES DE LA FORMACIÓN DE PRODUCTOS FINALES DE GLICACIÓN AVANZADA (AGES). Autores: Lory Sthephany Rochín Hernández, José Antonio Guerrero Analco, Juan Luis Monribot Villanueva, Luis Bernardo Flores Cotera.</p>	212
XIII005	<p>MICROALGAS DE CUATRO CIÉNEGAS COAHUILA CON ACTIVIDAD CITOTÓXICA SOBRE LÍNEAS CELULARES DE CÁNCER. Autores: Maripaz Castillo-Roque, Héctor Fernando Arocha-Garza, Susana De la Torre-Zavala, Hamlet Avilés-Arnaut.</p>	213
XIII006	<p>ESTUDIOS SOBRE LA FORMACIÓN DEL ANILLO DE DECALINA POR CHLE3 PARA LA PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DE CLOROTRICINA. Autores: Monserrat Manzo-Ruiz, Andrew Devine, Catherine R. Back, Nicholas J. Burton, Christine L. Willis, Paul R. Race</p>	214

CARACTERIZACIÓN DE UN RIPP DETECTADO POR MINERÍA GENÓMICA

Carlos Adrián García Ausencio & Sergio Sánchez Esquivel, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 04510.
carlos_adgar@iibiomedicas.unam.mx.

Palabras clave: RiPPs, lantipéptido, antimicrobiano

Introducción. Los péptidos sintetizados ribosomalmente y modificados postraduccionalmente (RiPPs, por sus siglas en inglés), son una familia de compuestos producidos por diversos microorganismos que se caracterizan por sufrir alteraciones en su estructura péptidica (péptido precursor) una vez que han sido sintetizados. Estas modificaciones son llevadas a cabo por enzimas biosintéticas especializadas y co-agrupadas en el genoma del microorganismo (1). Muchos RiPPs han presentado actividades biológicas que pueden ser explotadas en el ambiente clínico como antibacterianos, antivirales o anticancerígenos (2). De acuerdo con la modificación instalada en el péptido precursor, se suelen agrupar en distintos grupos entre los que podemos mencionar a los lassopéptidos, tiopéptidos, microcinas y a los lantipéptidos. Estos últimos deben su nombre a la presencia de estructuras denominadas lantioninas y metil-lantioninas generadas a través de una actividad de deshidratación y una posterior ciclación en los aminoácidos serina (S) y treonina (T) (3). De acuerdo con la maquinaria biosintética que da lugar a estas estructuras, los lantipéptidos se clasifican en 5 clases. Actualmente, el análisis del genoma de algunos microorganismos conocido como minería genómica, ha revelado la presencia de clústeres de genes biosintéticos (BGC) presuntamente involucrados en la producción de RiPPs, mucho de los cuales no han sido caracterizados (4). Específicamente, el grupo de las actinobacterias ha sido descrito como un productor prolífico de compuestos con aplicaciones clínicas, por lo que la búsqueda de estos BGC en actinobacterias aisladas de ambientes poco exploradas, puede dar lugar a moléculas con estructuras inéditas.

En este trabajo se plantea la clonación de un BGC novedoso que codifique para un RiPP mediante minería de genomas de una actinobacteria aislada de una planta medicinal.

Metodología. Utilizando el programa AntiSMASH 6.1 se ubicará el BGC de interés en la actinobacteria endófito y posteriormente se realizará la clonación del gen precursor en *Escherichia coli*.

Resultados. En el laboratorio de Microbiología Industrial se aislaron 5 actinobacterias endófitas de la planta medicinal *Amphipterygium adstringens*

(cuachalalate): *Embleya* sp. NF3, *Streptomyces* sp. L06, *Actinoplanes* sp. TCF3, *Actinoplanes* sp. YF4 y *Actinoplanes* sp. TMC5 (5). Hasta el momento, no se ha reportado la producción industrial de lantipéptidos en el género *Embleya*, por lo que decidimos centrar la búsqueda de estos compuestos en *Embleya* sp. NF3. Se identificaron 7 clústeres putativos.



Fig. 1. BGC putativos de lantipéptidos en *Embleya* sp. NF3.

Se decidió realizar la producción del lantipéptido clase II codificado en el clúster 3, el cual presenta el gen precursor *lanA* y la enzima biosintética *lanM*. Se realizó la clonación del gen precursor *lanA* en el vector de expresión pRSFDuet-1 en el sitio de clonación I (MCS I), misma que fue verificada mediante restricción, PCR y secuenciación. En este momento, se continúa con la producción y análisis de este péptido.

Conclusiones. Se evidenció la diversidad de BGC de lantipéptidos en el endófito *Embleya* sp. NF3.

Agradecimiento. Agradecemos al CONACyT por la beca doctoral (1011836) otorgada a CAGA, así como a DGAPA- PAPIIT, UNAM por el donativo IN205922.

Bibliografía.

- Ortega, M. & Van der Donk, W. (2016) *Cell Chem. Biol.* 23(1): 31-44
- Ongpipattanakul, C., Desormeaux E., DiCaprio A. *et al.* (2022) *Chem. Rev.* 122 (18), 14722-14814
- Lagedroste, M., Reiners, J., Knospe, V., Smits, S. & Schmitt, L. (2020) *Front. Microbiol* 11:1183
- Belknap, K.C., Park, C.J., Barth, B.M. *et al.* (2020) *Sci Rep* 10, 2003
- Rodríguez-Peña, K, Gómez-Román, MP. *et al.* (2022) *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 106: 3173-3190

Actinobacteria bioprospecting from ore-forming environments

César Aguilar¹, Amir Alwali¹, Madeline Mair¹, Lorena Rodríguez-Orduña², Haydeé Peruyero³, Nelly Sélem-Mojica³, Cuauhtemoc Licona-Cassani², Elizabeth Parkinson^{1,4*}

¹Department of Chemistry, Purdue University, West Lafayette, IN, 47907 USA. ²Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Monterrey, México. ³Centro de Ciencias Matemáticas, UNAM, Morelia, Michoacán, México. ⁴Department of Medicinal Chemistry and Molecular Pharmacology, Purdue University, West Lafayette, IN, 47907 USA.

Keywords: Natural products, Actinobacteria, Genome Mining

Introduction. The phylum Actinobacteria has long been recognized as a prolific source of natural products, including antibiotics and drugs. However, discovering new bacterial natural products (NP) has grown increasingly challenging over time. Bacteria produce NP through specialized or secondary metabolism that is environment specific. The genetic heritage of Actinobacteria has provided them with a remarkable capacity to produce specialized metabolites, enabling them to colonize diverse ecosystems. A potential solution to discovering new natural products is to explore unique and harsh environments, such as mine soils, characterized by their acidity, salinity, and limited capacity to sustain life. These environments may harbor unexplored natural product chemistry and unusual bacterial diversity. Of particular interest are fluorine-related soils, known for their extreme abiotic conditions and the limited ability of living organisms to synthesize and metabolize fluorine-containing molecules.

Methodology. Soil samples were procured from fluoride and topaz mines and subsequently subjected to isolation and sequencing of diverse actinobacterial strains. An integral analysis comprising evolutionary genomic, metagenomic, and metabolomic mining was undertaken to ascertain the biotechnological potential of various strains and metabolites. Bioactivity assays were conducted against ESKAPE pathogen strains and human cancer cell lines to identify promising strains and their metabolites. Furthermore, NMR analyses were carried out to determine the chemical structure of promising molecules.

Results. Here we present for the first time biodiversity data and the potential for NP biosynthesis from ore-forming environments. This comprehensive bioprospection led to the identification of novel molecules with promising antibiotic and anticancer properties.

Conclusions. This study provides novel data on bacterial biodiversity in ore-forming places, revealing

a vast diversity of actinobacteria with significant biosynthetic capacity for secondary metabolites. These findings underscore the potential of these harsh environments as a valuable resource for discovering novel chemistry with biotechnological applications, particularly in the pharmaceutical industry. Our study has led to identifying promising new molecules with antibiotic and anticancer properties, highlighting the potential of bioprospecting in these unique environments to discover new natural products.

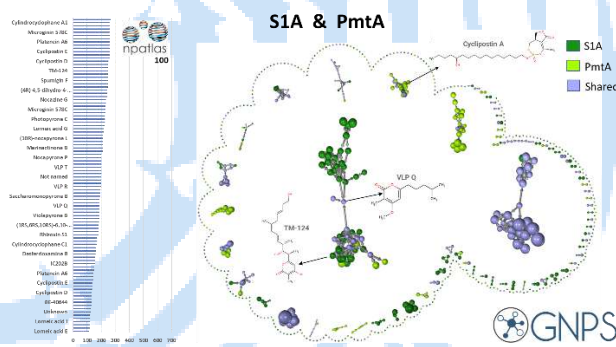


Figure 1. Evolutionary genomic, metagenomic, and metabolomic mining of two strains isolated from ore-forming places.

Acknowledgments. This work was funded by the National Institutes of Health (5R35GM138002-03 to E.I.P.).

References.

1. Demain AL. (2014). Importance of microbial natural products and the need to revitalize their discovery. *J Ind Microbiol Biotechnol* 41:185–201.
2. Van Bergeijk DA, Terlouw BR, Medema MH, van Wezel GP. (2020). Ecology and genomics of Actinobacteria: new concepts for natural product discovery. *Nat Rev Microbiol*.
3. Kenderes SM, Appold MS. (2017). Fluorine concentrations of ore fluids in the Illinois-Kentucky district: Evidence from SEM-EDS analysis of fluid inclusion decrepitate. *Geochim Cosmochim Acta* 210.

PRODUCCIÓN, PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PROTEÍNAS PEQUEÑAS CON UN POTENCIAL EFECTO INMUNOMODULADOR

Juan C. Vargas-Coto^{1,3}, Luis Elizárraras-Rodríguez^{1,3}, Yamile Pelcaster-Gómez^{1,3}, Aneth González-Martínez^{1,3}, Ana Fragozo, Keyla M. Gómez-Castellano^{1,3}, Francisco A. Aguilar-Alonso^{1,3}, Juan C. Almagro^{1,2}, Sonia M. Pérez-Tapia^{1,3}.

¹Unidad de Desarrollo e Investigación en Bioterapéuticos (UDIBI), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Ciudad de México, México, 11340.

²GlobalBio, Inc., 320 Concord Ave, Cambridge, MA 02138, USA ³Laboratorio Nacional para Servicios Especializados de Investigación, Desarrollo e Innovación (I + D + i) para Farmoquímicos y Biotecnológicos (LANSEIDI-FarBiotec-CONACyT), Ciudad de México, México, 11340.

jvargasc1503@alumno.ipn.mx

Palabras clave: UBIQUITINA, TRANSFERON, CXCR4/CXCL12.

Introducción. Transferon oral™ es un Extracto Dializado de Leucocitos (EDL) de origen humano fabricado por el Instituto Politécnico Nacional. Es usado como auxiliar terapéutico en alergias, autoinmunidades e infecciones (1). Está compuesto por péptidos menores a 10 kDa derivados de 22 proteínas de leucocitos y eritrocitos, complejidad que dificulta el estudio de su mecanismo de acción. Recientemente, se encontró por espectrometría de masas que la Ubiquitina (Ub) y una ubiquitina carente de las 2 glicinas terminales (UbΔGG) son sus componentes mayoritarios (1). También se reportó que Ub incrementa la sobrevivencia de ratones infectados con el virus del HSV-1 cuando es administrada vía oral (1). Se sabe que la Ub extracelular modula la producción de citocinas en modelos de endotoxemia (2), probablemente al activar parcialmente al receptor CXCR4 (3-4). Por otra parte, los escasos reportes sobre la UbΔGG sugieren que puede jugar un papel protector en patologías cardíacas al prevenir la proliferación de fibroblastos cardíacos (5). Ambas Ubiquitinas son piezas fundamentales para comprender el mecanismo de acción de Transferon oral® y tienen un potencial para el desarrollo de inmunomoduladores innovadores orales. Este trabajo muestra un proceso para la producción y purificación de Ub monomérica (mUb) y su variante UbΔGG.

Metodología. Los genes de Ub y UbΔGG fueron clonados en pET25b y fueron producidas de forma independiente por la adición de 3mM de IPTG por 16 h en *E. coli* BL21. Las ubiquitinas fueron purificadas de lisados bacterianos mediante cromatografía de intercambio iónico y pasos secuenciales de ultrafiltración. La determinación de la pureza y caracterización de ambas ubiquitinas se realizó por SDS-PAGE, SEC analítico, cuantificación de

endotoxinas (por el método de LAL) y ELISAs específicos para la detección de ambas ubiquitinas.

Resultados. Se estableció un protocolo de purificación de ambas ubiquitinas con un rendimiento de 17-18 mg/L. En ambas ubiquitinas se obtuvo una pureza del monómero >90%. Mediante SEC y SDS-PAGE fueron identificadas como proteínas con pesos aproximados de 8-9 kDa. La cantidad de endotoxinas fue <0.5 [UE/mL]. De igual forma los ensayos de ELISA confirmaron la pureza de nuestras preparaciones comparado con un estándar de ubiquitina comercial (R&D systems, U-100H).

Conclusiones. Se logró purificar Ub y UbΔGG con una alta pureza y con parámetros de endotoxinas aceptables para su uso en estudios preclínicos. Se determinará su mecanismo de acción y funcionalidad terapéutica en etapas posteriores.

Agradecimiento. Esta investigación se realizó en la UDIBI-IPN con equipamiento del LANSEIDI-FarBiotec-CONACyT. JC V-C, L E-R, Y P-G y ZS M-P becarios de posgrado CONACyT.

Los autores agradecen a Said Vázquez, Zaira Macías, Lenin Pavón y Luis Vallejo por su apoyo en la realización de este trabajo.

Bibliografía.

1. Vallejo-Castillo, L., Favari, L., Vázquez-Leyva, S., Mellado-Sánchez, G., Macías-Palacios, Z., López-Juárez, L. E., ... & Pérez-Tapia, S. M. (2020) *Frontiers in pharmacology*. 11(569039).
2. Majetschak, M. (2011) *Journal of leukocyte biology* 89: 205-219.
3. Saini, V., Marchese, A., & Majetschak, M. (2010) *Journal of Biological Chemistry* 285: 15566-15576.
4. Scofield, S. L., Daniels, C. R., Dalal, S., Millard, J. A., Singh, M., & Singh, K. (2018) *Life sciences* 211, 8-16.
5. Dalal S, Shook PL, Singh M, Singh K. (2021) *Cardiovasc Drugs Ther*. 35: 1227-1232.

ENDOFITOS DE *PIPER AURITUM*: FUENTES POTENCIALES DE INHIBIDORES DE LA FORMACIÓN DE PRODUCTOS FINALES DE GLICACIÓN AVANZADA (AGEs)

¹Lory Sthephany Rochín Hernández, ²José Antonio Guerrero Analco, ²Juan Luis Monribot Villanueva y ¹Luis Bernardo Flores Cotera.

¹Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, CDMX, CP. 07360. lory.rochin@cinvestav.mx

²Red de Estudios Moleculares Avanzados, Instituto de Ecología A.C., Veracruz, México, CP.91070
Palabras clave: Hongos, antiAGEs, metabolitos

Introducción. Los microorganismos endófitos son aquellos que viven en los tejidos y órganos internos de las plantas, y se consideran como fuentes potenciales para el descubrimiento de nuevos compuestos bioactivos, entre ellos, de interés farmacéutico (1). Actualmente, uno de los principales problemas que amenazan la salud mundial son las enfermedades no transmisibles (ENTs), las cuales producen el 74% de las muertes que ocurren al año globalmente. El desarrollo de algunas de las principales ENTs (diabetes y sus complicaciones, enfermedades neurodegenerativas, cáncer, entre otras) se ha relacionado con la formación y acumulación excesiva de productos finales de glicación avanzada (AGEs) y con su interacción con los receptores RAGEs. Los AGEs se forman inicialmente vía glicación no enzimática de proteínas, seguida de una compleja red de reacciones que dan lugar a un grupo heterogéneo de compuestos. Los AGEs pueden alterar la función, conformación y tiempo de vida media de las proteínas, activar cascadas de señalización celular irregulares, provocar estrés oxidativo, entre otras cosas (2). Por lo anterior, se han buscado compuestos que inhiban la formación de AGEs, como posible alternativa para retardar el desarrollo de las complicaciones asociadas con ENTs.

El objetivo de este trabajo es evaluar el potencial de 16 endófitos aislados previamente de *Piper auritum*, para producir compuestos capaces de inhibir la formación de AGEs.

Metodología. Los endófitos de *P. auritum* se identificaron a partir de la secuenciación del gen 16S rDNA para bacterias y de la región ITS para hongos. Los sobrenadantes de los cultivos de cada endófito se liofilizaron. Los extractos de metanol y precipitados (formados espontáneamente durante el proceso de extracción) de los liofilizados, se evaluaron a 1 mg/mL por su capacidad para inhibir la formación de AGEs, en el sistema BSA-ribosa, *in vitro* (3). El control positivo fue aminoguanidina (10mM). Posteriormente, se realizó el perfilamiento químico de los extractos y precipitados más activos por cromatografía líquida de ultra-alta resolución acoplado a masas de alta

resolución (UPLC-HRMS) utilizando un enfoque no dirigido y por comparación con bases de datos de *Pestalotiopsis* y *Diaporthe/Phomopsis* (Error <5 ppm). Además, se realizó un análisis dirigido de compuestos fenólicos por UPLC-HRMS.

Resultados. Los 16 endófitos de *P. auritum* pertenecieron a los géneros *Streptomyces* (5), *Diaporthe* (4), *Neopestalotiopsis* (1), *Colletotrichum* (3), *Nigrospora* (2) y *Fusarium* (1). Once de los 17 endófitos inhibieron entre 30-80% la formación de AGEs siendo los más activos los extractos y precipitados de *Neopestalotiopsis* sp. H2 y *Diaporthe* sp. H5 (>60%). Se identificaron tentativamente 45 compuestos producidos por *Neopestalotiopsis* sp. H2 y 85 por *Diaporthe* sp. H5. Se planteó la hipótesis de que los compuestos encontrados tanto en el extracto como en el precipitado de cada hongo, podrían ser los responsables de la actividad, ya que no hubo diferencia significativa en su porcentaje de inhibición. Así, los posibles compuestos activos de *Neopestalotiopsis* sp. H2 son: oxopestalocromano, pestaloquinósido C, pestaramnosa A y B, 6-[(7S,8R)-8-propiloxiran-1-il]-4-metoxi-piran-2-ona y una 6-hidroxipunctaporonina. En el caso de *Diaporthe* sp. H5 son: phomopsinina B, ácido orselínico, dotiorelone L/ I, phomentrioloxina, phomopóxido A/B, Oblongolido Z, Y y T, diaporol F/G/ H y phomopsina A/B. Además, el análisis dirigido de compuestos fenólicos dio como resultado la identificación y cuantificación de ácido 4-cumárico y 4-hidroxifenilacético en *Diaporthe* sp. H5; ácido 2,4-dimetoxi-6-metilbenzoico y secoisolariciresinol en *Neopestalotiopsis* sp. H2 y ácido gentísico, ácido 4-hidroxibenzoico y ácido sinápico en ambos hongos.

Conclusiones. Los endófitos de *P. auritum*, son fuentes potenciales de inhibidores de AGEs.

Agradecimiento. Al CONACYT por el apoyo económico otorgado a través de la beca 754673.

Bibliografía.

1. Singh, A.; Singh, D.K.; Kharwar, R.N.; White, J.F.; Gond, S.K.(2021) *Microorganisms*. 9 (197):1-47.
2. Zeng, C.; Li, Y.; Ma, J.; Niu, L.; Tay, F. R.(2019) *Trends Endocrinol. Metab.* 30 (12), 959–973.
3. Séro, L.; Sanguinet, L.; Blanchard, P.; Dang, B.; Morel, S.; Richomme, P.; Séraphin, D.; Derbré, S. (2013) *Molecules*. 18 (11), 14320–14339.

MICROALGAS DE CUATRO CIÉNEGAS COAHUILA CON ACTIVIDAD CITOTÓXICA SOBRE LÍNEAS CELULARES DE CÁNCER

Maripaz Castillo-Roque¹, Héctor Fernando Arocha-Garza², Susana De la Torre-Zavala¹, Hamlet Avilés-Arnaut¹.

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Instituto de biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, CP. 66450.

²Laboratorio Genesis 4C, Cuatro Ciénegas, CP. 27640.

Correo electrónico: maripaz.castillorq@uanl.edu.mx

Palabras clave: Microalgas, Cáncer, Citotoxicidad.

Introducción. El cáncer es actualmente una de las principales causas de muerte a nivel mundial. De acuerdo con estadísticas mundiales los cánceres de mama, pulmón, colon y próstata se encuentran entre los primeros 10 en incidencia y mortalidad^{1,2}. Es debido a esto que existe una gran necesidad de encontrar nuevos agentes antitumorales contra estos tipos de cáncer, en los últimos años las microalgas han sido ampliamente estudiadas con este propósito ya tienen la capacidad de producir compuestos activos con potenciales aplicaciones en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética por lo que han ganado gran importancia en la búsqueda de compuestos con actividad citotóxica y anticancerígena³.

La Cuenca de Cuatro Ciénegas (CCC) en Coahuila, México, es un oasis con una estequiometría de nutrientes única que favorece el crecimiento de organismos con características únicas, entre ellos las microalgas⁴.

Nuestro objetivo fue evaluar la actividad citotóxica de extractos crudos de microalgas de CCC sobre líneas celulares de cáncer humano y determinar su concentración inhibitoria media (IC₅₀).

Metodología. Partiendo de aislados de CCC se obtuvieron cultivos monoalgales los cuales se utilizaron para preparar extractos metanólicos. Se probó la citotoxicidad de 21 extractos metanólicos a una concentración de 20 µg/mL sobre la línea celular de leucemia linfoblástica aguda MOLT-4. Posteriormente se probaron únicamente los extractos que mostraron mayor citotoxicidad sobre las líneas celulares MCF-7, de cáncer mama, y HTB-81, de cáncer de próstata, a diferentes concentraciones para determinar la IC₅₀ en cada línea celular. El tratamiento con los extractos se llevó a cabo durante 24h a diferentes concentraciones, posterior a este periodo de incubación se evaluó la citotoxicidad utilizando el ensayo MTT⁵.

Resultados. De los 21 extractos analizados 4 presentaron actividad citotóxica de moderada a alta; los extractos de las microalgas MOJF-1, PAII, PAIII y

PS. Cada extracto fue probado sobre las líneas celulares a diferentes concentraciones para determinar la IC₅₀, estos resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. IC₅₀ de los extractos metanólicos de microalgas sobre cada línea celular.

Microalga	IC ₅₀ (µg/mL)		
	MOLT-4	MCF-7	HTB-81
MOJF-1	31.5±5.0	38.6±6.3	23.5±2.6
PAII	29.9±3.3	43.0±5.2	14.5±1.5
PAIII	27.2±3.3	17.1±1.6	19.1±1.2
PS	86.6±7.1	43.4±5.7	68.1±5.3

Conclusiones. El NCI (National Cancer Institute) ha establecido tres grupos de extractos crudos provenientes de fuentes naturales según su grado de citotoxicidad: inactivo (IC₅₀ >100 µg/mL), moderadamente activo (IC₅₀ 20 - 100 µg/mL) y activo (IC₅₀ <20 µg/mL). De acuerdo con esta clasificación podemos concluir que estos extractos muestran un efecto activo y moderadamente activo sobre las líneas celulares de cáncer humano en las que fueron probados.

Agradecimiento. Al Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica UANL 2022 (PAYCIT) que apoyó financieramente al proyecto "Bioprospección de microalgas de Cuatro ciénegas Coahuila" clave: 77-CAT-2022.

Bibliografía.

- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. (2021). *A Cancer Journal for Clinicians*. 71: 209-249.
- Yahya Eb, Alqadhi AM. (2021). *Life Science*. 269:119087.
- Shaikh R, Rizvi A, Pandit S, Dasai N, Patil R. (2022). *An Integration of phycoremediation processes in wastewater treatment*. 451-486.
- Souza V, Eguarte LE. (2018). *Cuatro Ciénegas Ecology, Natural History and Microbiology*. 21-33.
- Van Meerlo J, Kaspers GJL, Cloos J. (2011) *Molecular Biology*. 731.

ESTUDIOS SOBRE LA FORMACION DEL ANILLO DE DECALINA POR CHIE3 PARA LA PRODUCCION DE DERIVADOS DE CLOROTRICINA

Monserrat Manzo-Ruiz¹, Andrew Devine², Catherine R. Back¹, Nicholas J. Burton¹, Christine L. Willis², Paul R. Race¹

¹School of Biochemistry, University of Bristol, Biomedical Sciences Building, Bristol BS8 1TD, UK

²School of Chemistry, University of Bristol, Cantock's Close, Bristol BS8 1TS, UK

monserrat.manzoruiz@bristol.ac.uk

Palabras clave: Ciclasas, estructura de proteínas, *Streptomyces*

Introducción. *Streptomyces antibioticus* produce el antibiótico del tipo espirotetronato, clorotricina (1). La biosíntesis de este Producto Natural involucra dos ciclaciones, una de ellas es catalizada por la enzima ChIE3 y forma el distintivo anillo *trans*-decalina de este compuesto (2). Para entender esta reacción, la estructura de la proteína ChIE3 ha sido elucidada y se está caracterizando la reacción *in vitro* con su sustrato. Acoplando caracterización funcional y estructural de la proteína con la obtención de mutantes carentes de la ciclasa, permitirá el desarrollo de derivados de clorotricina.

Metodología. El gen *chIE3* se clonó en pET29b. ChIE3 se expresó en *E. coli* BL21 (DE3), con IPTG 1 mM, incubando a 20°C durante 16 h. ChIE3 se purificó mediante cromatografía de afinidad a níquel y cromatografía de exclusión molecular. La proteína se cristalizó mediante el método de la gota sedente. Los cristales se difractaron en el sincrotrón Diamond Light Source. La estructura de ChIE3 fue elucidada mediante reemplazo molecular utilizando PHASER, y se refinó con REFMAC. La reacción de cicloadición se identificó mediante LC-MS y mediante espectrofotometría en UV-Vis. La eliminación del gen se realizó mediante CRISPR-Cas9 como se describió previamente (3).

Resultados. Se obtuvieron varios cristales amarillos. Los mejores datos de difracción se obtuvieron de un cristal crecido en LiCl, PEG y Tris-HCl. La estructura de ChIE3 se determinó a 1.92 Å. La estructura reveló la presencia de una molécula de FAD unida a la proteína y cerca del sitio de unión al sustrato [Figura 1], sugiriendo su intervención en la cicloadición [4+2] para la formación del anillo de decalina. La reacción de ciclación del sustrato de ChIE3 se identificó mediante LC-MS al observarse un pico adicional al del sustrato. La reacción también se siguió mediante espectrofotometría en UV-Vis al observarse la disminución de absorbancia en presencia del sustrato [Figura 2]. Otros estudios estructurales sobre la interacción del sustrato con ChIE3, así como la caracterización de la mutante $\Delta chIE3$ para la obtención de derivados de clorotricina están en progreso.

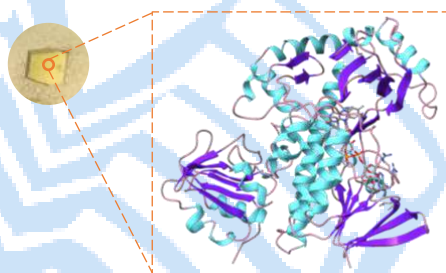


Figura 1. Representación de Ribbon de ChIE3.

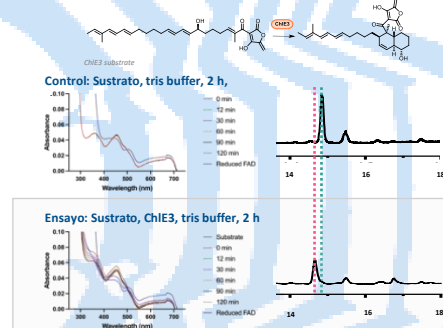


Figura 2. Formación del ciclo decalina por ChIE3. La reacción se siguió mediante espectrofotometría en UV-Vis y por LC-MS.

Conclusiones. Se elucidó la estructura de ChIE3 unida a FAD a 1.92 Å. La reacción de cicloadición [4+2] del sustrato se identificó mediante LC-MS y espectrofotometría en UV-Vis.

Agradecimiento. M Manzo recibe una beca Conacyt para estudios de doctorado en el extranjero. El proyecto es en colaboración con AstraZeneca, financiado por el BBSRC. Agradecemos al equipo de investigadores en Diamond Light Source por su asistencia durante la difracción de rayos X de los cristales.

Bibliografía.

- Jia XY, Tian ZH, Shao L, Qu XD, Zhao QF, Tang J, Tang GL, Liu W. (2006). *Chem Biol.* 13(6): 575-585.
- Tian Z, Sun P, Yan Y, Wu Z, Zheng Q, Zhou S, Zhang H, Yu F, Jia X, Chen D, Mándi A, Kurtán T, Liu W. (2015). *Nat Chem Biol.* 11(4): 259-265.
- Ye S, Enghiad B, Zhao H, Takano E. (2020). *J Ind Microbiol Biotechnol.* 47(4-5): 413-423.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos

XIVO02	ONDAS DE CHOQUE PARA LA TRANSFECCIÓN DE MONOCITOS HUMANOS. Autores: Bernardette San Román, Francisco Fernández, Achim M. Loske, Luz M. López-Marín	217
XIVO03	USO DE UN MODELO INTESTINAL HUMANO PARA LA EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE COMPUESTOS BIOTECNOLÓGICOS. Autores: Vanessa Villegas-Ruiz, Silvia Andrea Moreno-Mendieta, Daniel Alejandro Guillen- Santos, Miguel Tapia-Rodríguez, Pedro Medina-Granados, Romina Rodríguez-Sanoja	218

ONDAS DE CHOQUE PARA LA TRANSFECCIÓN DE MONOCITOS HUMANOS

Bernardette San Román, Francisco Fernández, Achim M. Loske, Luz M. López-Marín
Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Boulevard Juriquilla No. 3001, Querétaro, Qro., C.P. 76230, México, sanromanb@comunidad.unam.mx

Palabras clave: Ondas de choque, transfección, monocitos

Introducción. Uno de los pilares para el desarrollo de terapias celulares y génicas es la transfección celular, la cual consiste en introducir material genético al interior de una célula eucariota, con el propósito de inducir o regular la expresión de un producto génico (1). Los monocitos y macrófagos son células que participan en la respuesta inmunitaria y han sido objeto de múltiples estudios de terapia celular; sin embargo, su modificación a través de métodos no virales ha mostrado eficiencias bajas (2). Una alternativa es la aplicación de ondas de choque (OCH), ya que estudios anteriores demuestran que se pueden usar OCH como un método físico de transfección, que permeabiliza transitoriamente la membrana plasmática por la cavitación acústica generada, debido a las variaciones de presión. Además, su uso se ha asociado a una baja citotoxicidad (3). El objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de las ondas de choque para transfectar monocitos humanos, y evaluar la expresión del transgén en células que se han diferenciado a macrófagos.

Metodología. Se utilizó la línea de monocitos humanos THP-1 y el plásmido reportero *pCX::GFP-GPI2*, que codifica para la proteína verde fluorescente (GFP) con anclaje a la membrana celular. Las OCH fueron generadas por un equipo de tipo piezoeléctrico, Piezason100 Plus (Richard Wolf, Knittlingen, Alemania), ajustado para producir ondas de choque con una presión máxima del pulso positivo de 18.1 MPa. Se aplicaron 0, 32, 64 y 128 OCH. El análisis de la integridad del plásmido se realizó mediante un gel de agarosa al 1%, utilizando un control tratado por sonicación. Se evaluó la viabilidad celular y la eficiencia de transfección de los distintos tratamientos de OCH mediante citometría de flujo y microscopía confocal, respectivamente.

Resultados. Bajo las condiciones utilizadas para la permeabilización de membranas celulares, las OCH no degradaron el plásmido (Fig. 1B).

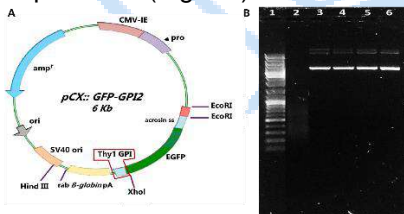


Fig. 1. Análisis de la integridad del plásmido. A) Mapa del plásmido *pCX::GFP-GPI2*. B) Electroforesis en gel de agarosa 1% (1) estándar de tallas moleculares, (2) plásmido sometido a sonicación, (3-6) plásmidos 0, 32, 64, 128 OCH, respectivamente.

Al analizar la supervivencia de células THP-1 tratadas bajo distintas condiciones de ondas de choque, se observó que la mortalidad celular incrementó proporcionalmente al número de OCH. Esto se evaluó por conteo en cámara de

Neubauer (Fig. 2A) y por citometría de flujo mediante tinción con yoduro de propidio (PI) (Fig. 2B), observando muerte celular en porcentajes del 1 al 18% (Fig. 2C).

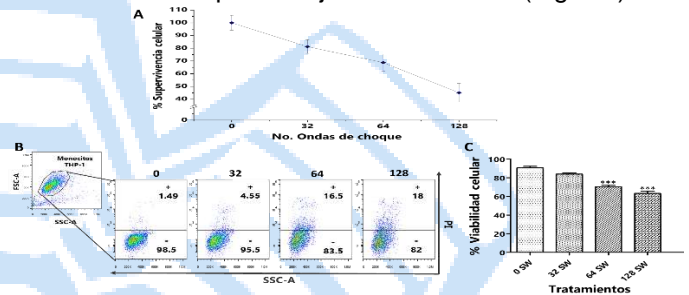


Fig. 2. Viabilidad celular de monocitos THP-1 A) Supervivencia celular. B) Media del no. células viables tinción PI ± SEM y ANOVA 1-way $p < 0.05$. C) SSC-A vs PI población de monocitos THP-1.

Las células THP-1 no sufrieron transfección mediante tratamiento con lipofectamina (resultados no mostrados), pero sí expresaron GFP en la membrana plasmática luego de tratamientos con 32, 64 y 128 OCH (Fig. 3).

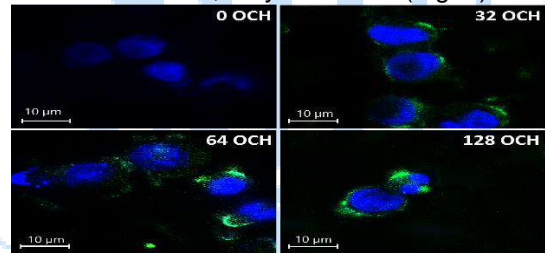


Fig. 3. Análisis por microscopía confocal de la expresión de GFP en monocitos humanos THP-1 transfectados con OCH.

Conclusiones. Las células THP-1 pueden ser genéticamente modificadas mediante ondas de choque, bajo condiciones que no afectan significativamente la viabilidad celular. Quedan por optimizarse las condiciones de tratamiento, así como explorar la expresión del transgén en células diferenciadas a macrófagos.

Agradecimiento. Este trabajo fue apoyado por el CONACYT y la DGAPA-UNAM (proyectos CF2019-53395 y PAPIIT IT200421, respectivamente). Forma parte de la tesis de maestría de B. San Román, en el Posgrado de Ciencias Biológicas de la UNAM. Agradecemos el apoyo técnico de Paula Bernardino y de Nydia Hernández, así como el acceso al equipo de citometría de flujo por la Dra. Karla Juárez.

Bibliografía.

- Kim, T. K., & Eberwine, J. H. (2010). Mammalian cell transfection: the present and the future. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 397(8), 3173–3178.
- Schnoor, M., Buers, I., Sietmann, A., Brodde, M. F., Hofnagel, O., Robenek, H., & Lorkowski, S. (2009). Efficient non-viral transfection of THP-1 cells. *Journal of Immunological Methods*, 344(2), 109–115.
- López-Marín, L. M., Rivera, A. L., Fernández, F., & Loske, A. M. (2018). Shock wave-induced permeabilization of mammalian cells. *Physics of Life Reviews*, 26-27, 1–38.

USO DE UN MODELO INTESTINAL HUMANO PARA LA EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE COMPUESTOS BIOTECNOLÓGICOS

Vanessa Villegas-Ruiz, Silvia Andrea Moreno-Mendieta, Daniel Alejandro Guillen- Santos, Miguel Tapia-Rodríguez, Pedro Medina-Granados, Romina Rodríguez-Sanoja
Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, CDMX.
vanessavillegasruiz@yahoo.com.mx

Palabras clave: *tricultivo, in vitro, biotecnológico*

Introducción. La vía oral es la ruta de entrada de de una gran cantidad de moléculas como fármacos y vacunas orales¹. Para ejercer su función, todos ellos tienen que superar la barrera intestinal, por lo que es crucial que la industria farmacéutica, alimentaria y la investigación cuenten con un modelo *in vitro*²⁻³ que mimetice el microambiente complejo del intestino y que al mismo tiempo sea accesible y de fácil uso para la evaluación biológica y el cribado de nuevas biomoléculas.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue implementar y caracterizar un modelo *in vitro* tricelular intestinal humano que pueda ser retado con cualquier biomolécula novedosa de uso biotecnológico.

Metodología. Se estableció en un sistema de inserto el tricultivo formado por enterocitos (CaCo2/C2BBe1), células secretoras de moco (HT29) y linfocitos (Raji). Se determinaron las características morfológicas, celulares y físicas del tricultivo por microscopía óptica de campo claro, confocal, microscopía electrónica de transmisión y medición de la resistencia transepitelial (TEER)². Posteriormente, el sistema tricelular fue retado con micropartículas almidón (MPAs) y se determinó la viabilidad celular, citotoxicidad, permeabilidad aparente y la TEER.

Resultados. Se determinaron las condiciones óptimas de crecimiento, el tiempo y la proporción celular adecuada para la diferenciación celular para implementa las condiciones óptimas en el co- y tri-cultivo celular intestinal (Fig. 1).

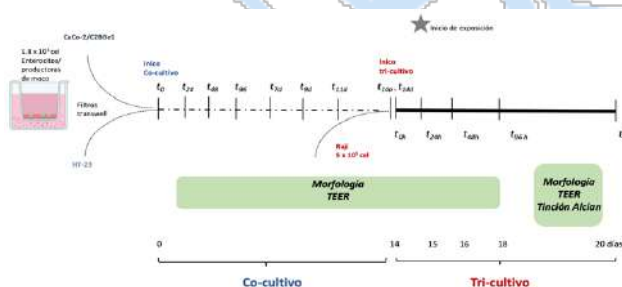


Fig. 1. Esquema general del establecimiento del co- y tri-cultivo intestinal humano.

Se determinó que la TEER se ve afectada por la proporción celular de Caco-2/C2BBe1 -HT29 durante el tiempo, lo que muestra que la presencia de las células productoras de moco incrementa la permeabilidad en el modelo. La presencia de las células del sistema inmune no tuvo ningún impacto en estos parámetros.

A los 14 días de diferenciación y crecimiento celular del co-cultivo se observó la presencia de moco y la expresión de proteínas de uniones estrechas que mantienen la integridad de la monocapa celular del co-cultivo (Fig. 2).

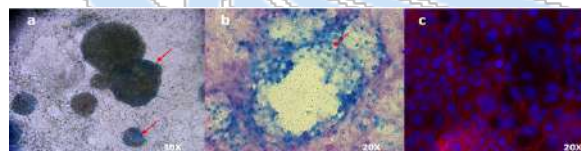


Fig. 2. Presencia de moco en el co-cultivo celular intestinal. a) tinción de Azul de alcian; b) tinción de Azul de alcian-PAS; c) Expresión de Cingulina a 488 nm por microscopía confocal. Las flechas rojas indican la presencia de moco.

No se observó efecto en el co-cultivo, ni el tricultivo por la exposición a las MPAs por lo que puede concluirse que no son citotóxicas, ni comprometen la viabilidad celular. Tampoco se observaron variaciones en la TEER ni en la permeabilidad aparente por la presencia de estas.

Conclusiones. Se implementó el modelo tricelular intestinal con la complejidad suficiente para observar algunas de las interacciones celulares más importantes en el intestino, pero suficientemente accesible para que pueda ser implementado en un laboratorio de investigación para la evaluación biológica de cualquier biomolécula que tenga una vía de administración oral.

Agradecimiento. Este trabajo fue financiado con el proyecto DGAPA IN216419 y proyecto CONACyT A1-S-9849.

Bibliografía.

1. Cui X, Bao L, Wang X, Chen C. (2020), *Small*. 16(21):e1907665.
2. Rahman S, et al., (2021), *Int J Mol Sci*. 22(24):13472.
3. Antunes F, Andrade F, Araujo F, Ferreira D, Sarmento B, (2013). *Eur J Pharm Biopharm*. 83(3):427-35.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área XV. Biotecnología y sociedad

XVO01	REDISEÑANDO LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR ASOCIADAS A LA BIOECONOMÍA CIRCULAR: UNA APROXIMACIÓN BASADA EN DATOS EN PATENTES. Autores: América A. Padilla-Viveros	220
XVO02	PLÁSTICOS, SOCIEDAD Y BIOTECNOLOGÍA. Autores: Leticia Narciso Ortiz, Carolina Peña-Montes, Manuel Alejandro Lizardi Jiménez	221
XVO03	PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA SACARIFICADO ENZIMÁTICAMENTE. Autores: Serafín Pérez Contreras, Francisco Hernández Rosas, José Andrés Herrera Corredor, Elizabeth del Carmen Varela Santos, Ricardo Hernández Martínez	222

REDISEÑANDO LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR ASOCIADAS A LA BIOECONOMÍA CIRCULAR: UNA APROXIMACIÓN BASADA EN DATOS DE PATENTES

América A. Padilla-Viveros

Programa Transdisciplinario en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 07360, aviveros@cinvestav.mx

Palabras clave: bioeconomía circular, patentes, CGV

Introducción. La economía circular y la bioeconomía son enfoques diferentes, pero complementarios¹. Ambos conceptos comparten el principio de reducir a cero el uso de carbono fósil a través de la ecoeficiencia en la producción y el consumo (el enfoque de la economía circular) y la sustitución del carbono fósil por carbono de origen biológico (el enfoque de la bioeconomía)². El uso en cascada de los recursos fortalece el vínculo entre estos dos conceptos, integrándolos en un nuevo concepto la *bioeconomía circular*. Para implementar una bioeconomía basada en la gestión sostenible de los recursos es necesario el rediseño de las cadenas globales de valor (CGV)³. En este contexto, nuestra investigación se enfoca en integrar el panorama de las patentes en los principales segmentos de la bioeconomía circular en el diseño y construcción de cadenas de valor circulares que fomenten la transformación bioeconómica.

Metodología. Los reportes sobre datos de patentes brindan un panorama de la situación de las invenciones de una tecnología específica, ya sea dentro de un país o región determinada, o nivel mundial. Para el análisis de datos de patentes se realizó una búsqueda de la tecnología en la plataforma LENS patents⁴. Se consideraron 3 CGV de incidencia en la bioeconomía: producción de biogás, productos a base de lignocelulosa y algas. Se determinó la evolución en los registros, los solicitantes, los principales códigos de clasificación internacional, y los documentos más citados en documentos de patentes para cada segmento analizado.

Resultados. En la Tabla 1 se presentan los registros recuperados para cada segmento. El segmento de mayor peso fue el de producción de biogás con 47,985 registros y 31,426 familias de patentes. El segmento de menor actividad fue productos basados en lignocelulosa con 17,071 registros y 6,550 familias de patente. En la figura 1 se presenta el panorama de las patentes para el segmento de la producción de biogás, segmento que al igual que los productos a base de lignocelulosa de 2010 a la fecha presentan la mayor actividad. En contraste con el segmento de patentes

sobre algas que presenta un incremento constante desde el año 2000. Los códigos de clasificación colaborativa más utilizados son YO2E50/30, A61P435/00 y YO2E50/10.

Tabla 1. Documentos de patente y familias simples para los segmentos considerados en las CVG de la bioeconomía circular.

Segmento	No. de registros	No. de familias simples
Biogas	47,985	31,426
Productos a base de lignocelulosa	17,071	6,550
Algas	34,348	11,777

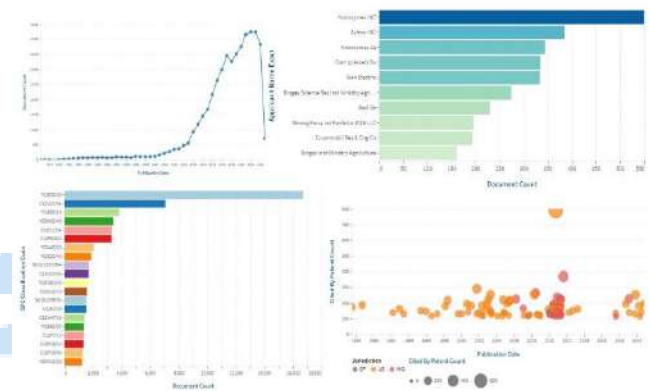


Fig. 1. Panorama de las patentes en el segmento de producción de biogás, solicitantes, código de clasificación cooperativa y citas de documentos. Elaborado con LENS patents⁴

Conclusiones. Mediante el uso de información de patentes fue posible establecer una perspectiva de la actividad inventiva en tres segmentos relevantes para la bioeconomía circular. La producción de biogás podría considerarse como el segmento de mayor madurez a la par con las aplicaciones sustentables de algas, segmento que además presentan un incremento constante, información base en el análisis de las CGV.

Bibliografía.

1. Tan, E. C. D., Lamers, P., 2021 *Frontiers in Sustainability*, 2 10.3389/frsus.2021.701509.
2. Kirchherr, J., Reike, D., and Hekkert, M. 2017. *Resour. Conserv. Recycling* 127, 221–232. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005
3. Kircher, M., 2021 *New Biotechnology* 60, 96–104.
4. www.lens.org

PLÁSTICOS, SOCIEDAD Y BIOTECNOLOGÍA

Leticia Narciso Ortiz¹, Carolina Peña-Montes¹, Manuel Alejandro Lizardi Jiménez²

1. Tecnológico Nacional de México Campus Veracruz. Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Veracruz, México. C.P. 91897.
2. CONACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. C.P. 78210.

Correo del responsable: lety_narciso@hotmail.com

*Correo autor correspondiente: chamarripas@yahoo.com.mx

Palabras clave: Plásticos, sociedad, biotecnología

Introducción. La producción de plásticos está en aumento, en 2021 se produjeron 390.7 millones de t de plásticos, 90% a base de fósiles, entre los más producidos están: polipropileno (PP) (19.3%), polietileno (PE) de baja densidad (14.4%), policloruro de vinilo (PVC) (12.9%), PE de alta densidad (12.5%) tereftalato de polietileno (PET) (6.2%), poliuretano (PUR) (5.5) y poliestireno (PS) (5.3%), utilizados principalmente en embalaje (44%) [1]. Los impactos negativos de los residuos plásticos y microplásticos en el ambiente y algunos sobre la salud humana están documentados. Pero ¿Qué leyes protegen a la sociedad de la contaminación plástica? ¿La biotecnología podría ayudar a mitigar los impactos ambientales?

El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión sobre los riesgos para la sociedad, las regulaciones en México y la biotecnología como aliada respecto a la contaminación plástica.

Metodología. Se revisaron los artículos más relevantes con las palabras clave: plásticos, sociedad, salud humana, normas y reglamentos.

Resultados. Los plásticos vertidos en ecosistemas acuáticos eventualmente se convertirán en microplásticos, que, al ser consumidos por la fauna, podrían ser introducidos a la cadena alimentaria y llegar al ser humano. Los impactos negativos de los plásticos en la salud humana no se conocen a detalle, pero recientes descubrimientos como la primera evidencia de microplásticos en placenta humana [2] y el descubrimiento de partículas plásticas en sangre humana [3], deberían poner en alerta al país para regular estrictamente todo lo referente al uso y desecho de plásticos. Actualmente, algunas leyes y normas incluyen pequeñas regulaciones respecto a los plásticos. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos hace mención en el Artículo 7 punto VI y en el Artículo 28 punto III; respecto a la facultad de la Federación de expedir normas que regulen residuos plásticos y la obligación de planes de manejo para grandes generadores de desechos plásticos.

La NOM-161-SEMARNAT-2011 considera en el listado de residuos de manejo especial, los residuos plásticos

de servicios de salud, los residuos agroplásticos y los plásticos generados en cantidad mayor a 10 t por año de PET, PE, PVC, PP y PS. Algunos estados del país han prohibido la entrega al consumidor final de plásticos como bolsas de PE, contenedores de PS expandido o popotes de PP. En 2019 y 2020, diputados y diputadas presentaron la iniciativa de adicionar al artículo 269 de la Ley General de Salud la prohibición de importar, comercializar y/o elaborar productos cosméticos que contengan microplásticos.

Otro punto importante es solucionar la disposición final de los desechos plásticos, la biotecnología propone el uso de métodos biológicos, por ejemplo, enzimas provenientes de bacterias y hongos. Como las enzimas de la ampliamente estudiada *Ideonella sakaiensis* 201-F6 [4] y las cutinasas de *Aspergillus* [5]. Es necesario aún apoyar estos estudios para llegar a un escalamiento óptimo de los procesos.

Conclusiones. Los recientes estudios sobre plásticos en salud humana son una alerta temprana para que el país atienda está problemática. Las leyes actuales de México regulan el desecho solo de grandes generadores de plásticos, pero no se han promulgado leyes que regulen el uso y destino final de microplásticos, tamaño permitido y concentración de descarga aceptada. La biotecnología puede proporcionar procesos para el tratamiento final de residuos plásticos.

Agradecimiento. A CONACYT por el Proyecto A1-S-47929, el Proyecto ProNacEs de Soberanía Alimentaria 321295 y la beca de doctorado del primer autor.

Bibliografía.

- [1] Plastic Europe (2022). *Plastics – the Facts 2022*, 1, 15-20.
- [2] Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., & Giorgini, E. (2021). *Environment international*, 146, 106274.
- [3] Leslie, H. A., Van Velzen, M. J., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). *Environment international*, 163, 107199.
- [4] Yoshida, S., Hiraga, K., Takehana, T., Taniguchi, I., Yamaji, H., Maeda, Y., Toyohara, K., Miyamoto, K., Kimura, Y., & Oda, K. (2016). *Science*, 351(6278)
- [5] Peña-Montes C., Farrés-González A., Hernández-Domínguez E., Morales-García S., Sánchez-Sánchez M. & Solís-Báez I. (2017). Patente WO 2017/204615 A2

PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA SACARIFICADO ENZIMÁTICAMENTE

Serafín Pérez Contreras¹, Francisco Hernández Rosas¹, José Andrés Herrera Corredor¹, Elizabeth del Carmen Varela Santos² y Ricardo Hernández Martínez^{3*}

¹Colegio de Postgraduados campus Córdoba, ²Tecnológico Superior de Tierra Blanca, ³CONACyT-Colegio de Postgraduados Córdoba, Amatlán de los Reyes 94946, *odracirhema@gmail.com

Palabras clave: Fermentación en estado sólido, hidrólisis enzimática, biomasa lignocelulósica

Introducción. En México, la agroindustria azucarera genera cerca de 15 millones de toneladas de bagazo al año (1), las cuales en su mayoría son incineradas generando problema al medio ambiente (2). La producción de bioetanol de segunda generación a partir de bagazo de caña puede ser una alternativa de valorización (3), no obstante, es necesario desarrollar procesos sustentables de sacarificación/ fermentación. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dos pretratamientos sobre la sacarificación enzimática de bagazo de caña de azúcar, para la producción de bioetanol.

Metodología. La producción de extractos enzimáticos fue realizada por fermentación en estado sólido (FES) utilizando bagazo de caña como soporte/ sustrato y una cepa fúngica autóctona. El bagazo de caña fue sometido a pretratamiento con peróxido de hidrógeno al 3%, una relación 100/1 (mL de peróxido por gramo de bagazo) a 50°C y con microondas (potencia 50p, 5 min). La sacarificación enzimática fue realizada con extractos enzimáticos obtenidos por FES y bagazo de caña pretratado. Los azúcares fermentables obtenidos de la sacarificación enzimática fueron transformados a etanol por fermentación utilizando *S. cerevisie* comercial.

Resultados. La actividad enzimática de los extractos producidos por FES mostró la presencia de actividad celulasa (2 U/g) y xilanasa (61 U/g), tal y como se puede observar en la Fig. 1.

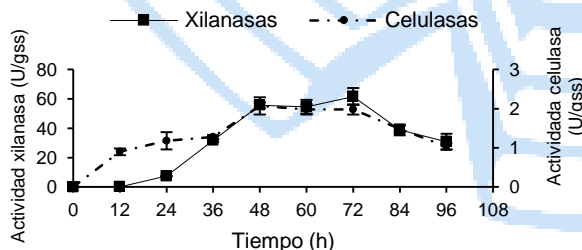


Fig. 1. Perfil de actividad celulasa y xilanasa por *Trichoderma* sp. autóctona de caña de azúcar en fermentación en estado sólido.

Los resultados de los pretratamientos indicaron que la sacarificación enzimática de bagazo de caña pretratado con peróxido de hidrogeno exhibió un

rendimiento de azúcares reductores máximo de 0.41 g/g, siendo mejor que el bagazo pretratado con microondas tal y como se puede observar en la Fig. 2.

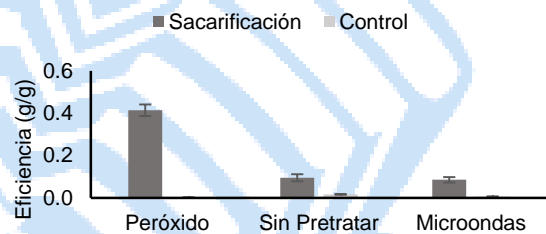


Fig. 2. Sacarificación enzimática de bagazo de caña de azúcar pretratado con peróxido de hidrógeno y microondas.

La concentración máxima de etanol (4.32 g/L) fue obtenida tras 48 h de fermentación (Fig. 3).

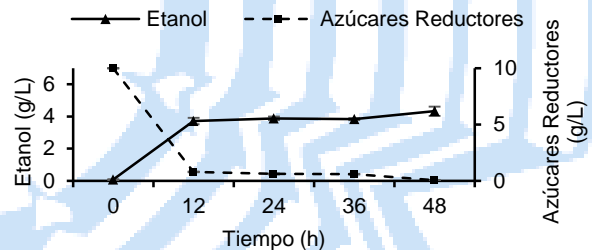


Fig. 3. Perfil de producción de etanol utilizando azúcares obtenidos de la sacarificación enzimática de bagazo de caña de azúcar y *S. cerevisiae*.

Conclusiones. Fue posible la producción de etanol a partir de bagazo de caña de azúcar pretratado con peróxido de hidrogeno y sacarificado con enzimas producidas por FES

Agradecimiento. A Colegio de Postgraduados y a Conacyt por la beca N° 960408.

Bibliografía.

1. CONADESUCA. (2023) 9° Informe Estadístico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en México.
2. Kumar, A., Kumar, V., y Singh, B. (2021) Cellulosic and hemicellulosic fractions of sugarcane bagasse: Potential, challenges and future perspective. *International Journal of Biological Macromolecules*, 169, pág. 564–582.
3. Jugwanth, Y., Sewsynker-Sukai, Y., y Gueguim Kana, E. B. (2020) Valorization of sugarcane bagasse for bioethanol production through simultaneous saccharification and fermentation: Optimization and kinetic studies. *Fuel*, 262, pág. 116552.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área I. COVID-19

	VALIDACIÓN DE MÉTODOS SEROLÓGICOS PARA DETECTAR IGG E IGM CONTRA SARS-COV-2. Autores: Mabel Rodríguez, Luis Losoya, Luis Hernández, Arlene Calderón, Miguel Mendoza, Juan Rivera, Daniel Barreto, Carlos Gaspar, Jesús Martínez, Octavio Tonatiuh y Laura Palomares.	224
IC01		

VALIDACIÓN DE MÉTODOS SEROLÓGICOS PARA DETECTAR IgG E IgM CONTRA SARS-COV-2

Mabel Rodríguez^{2*}, Luis Losoya^{1,2}, Luis Hernandez², Arlene Calderón², Miguel Mendoza², Juan Rivera¹, Daniel Barreto¹, Carlos Gaspar³, Jesús Martínez³, Octavio Tonatihu^{1,2} y Laura Palomares¹.

*Correspondencia: Mabel Rodríguez. E-mail: operaciones@lammb.unam.mx

¹ Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos; ² Laboratorio Nacional de Análisis de Moléculas y Medicamentos Biotecnológicos (LAMMB). Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos, México. CP. 62210. ³ Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas, Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México. CP. 62100.

Palabras clave: RBD, ELISA, Anticuerpo

Introducción. Contar en la pandemia de COVID 19 con métodos validados es de absoluta importancia para conocer la incidencia de la enfermedad, y es necesaria para establecer el índice de protección inmunitaria adquirida en la comunidad vacunada así como la afectada por la enfermedad^[1].

Al detectar tal necesidad, el LAMMB validó y transfirió dos pruebas de detección serológica para anticuerpos IgG e IgM dirigidos contra el dominio RBD de la proteína S del virus SARS CoV 2.

Metodología. El método de detección de anticuerpos presentado aquí es similar a lo descrito por AMAND *et al*^[2]. Ambos métodos fueron clasificados como identidad basándose en el resultado de “presunto positivo, positivo o negativo” al comparar las unidades de absorbancia (UA) y títulos (IgG e IgM) obtenidos contra un valor de corte determinado. En ambas validaciones se evaluaron 3 parámetros de desempeño: 1) Verificación del sistema, 2) Especificidad/Selectividad y 3) Robustez^[3].

Resultados. Las dos metodologías serológicas cumplieron exitosamente en la prueba de escaneo y confirmatoria con los criterios de verificación del sistema establecidos (%CV del suero positivo, la absorbancia corregida del suero positivo, negativo y blanco) así como la robustez (toma de UA en tiempo 0 y 30 min con RBD líquida y liofilizada), y especificidad/selectividad de cada método; asegurando que la respuesta analítica se debe únicamente al analito de interés, es decir, anticuerpos IgG e IgM. Estos datos demuestran la fuerza y certeza del método, así como asegurar la confiabilidad de los resultados en ambos ensayos. El ensayo serológico presenta un nivel de especificidad del 99.04% y 84.3% de sensibilidad (datos no mostrados). Ambos métodos fueron transferidos bajo BPL y BPD al laboratorio estatal de Salud Pública del gobierno del Estado de Hidalgo en colaboración con el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo (CITNOVA).

Conclusiones. Ambos ensayos serológicos se validaron al cumplir exitosamente con los criterios de aceptación descritos en los 3 parámetros de desempeño. Por lo anterior, ambas metodologías pueden utilizarse para el diagnóstico de anticuerpos IgG e IgM contra SARS COV-2 en muestras de suero humano y con la confianza de poder transferirse a donde sea requerido.

Agradecimiento. Investigación realizada gracias al programa UNAM-PAPIIT proyectos IV-200420 e IV-200820 y a CITNOVA-Hidalgo.

Bibliografía.

- Martínez J, Carnalla M, Gaspar C, Basto A, Lizardi R, Aparicio R, et al. (2022) *Sci Rep* 12 (18014).
- Amanat F, Stadlbauer D, Strohmaier S, Nguyen T, Chromikova V, McMahon M, et al. (2020) *Nat Med* 26, 1033–1036.
- Secretaría de Salud, Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (2021) 13ª Edición. México.

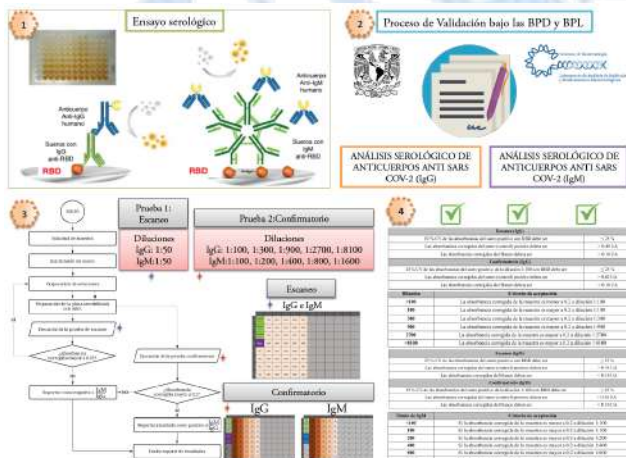


Fig. 1. Protocolo de planificación, ejecución y validación del análisis serológico de anticuerpos anti SARS COV-2 para IgG e IgM.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área II. Biotecnología enzimática y biocatálisis

IICO01	EXPRESIÓN HETEROLOGA DE LA ENDOGLUCANASA (EglA) de <i>Aspergillus niger</i> ITV-02 EN <i>Escherichia coli</i> . Autores: Yerali Isabel Pérez Salazar, Carolina Peña Montes, Sandra Trinidad del Moral Ventura, María Guadalupe Aguilar Uscanga.	230
IICO02	EVALUACIÓN DE LA ADSORCIÓN DE SUSTRATOS Y PRODUCTO DURANTE LA PRODUCCIÓN DE ISOBUTIL PROPIONATO EN UN BIORREACTOR SÓLIDO/GAS CON CALB IMMO PLUS. Autores: Yahir Alejandro Cruz Martínez, Carlos Omar Castillo Araiza, Edmundo Castillo Rosales, Sergio Huerta Ochoa.	231
IICO03	EXPRESIÓN HETERÓLOGA EN E. COLI, PURIFICACIÓN Y ACTIVIDAD DE CICLOFILINA 1 DE T. VAGINALIS (RTVCYP1). Autores: Verónica Aranda-Chan, Rossana Arroyo-Verástegui, Angélica Meneses, Rodolfo Marsch, Carmen Montes Horcasitas, Jaime Ortega-López.	232
IICO05	EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE EXPRESIÓN DE LA α -AMILASA (AMYJ33-ABC): <i>Bacillus siamensis</i> JJC33M y <i>Escherichia coli</i> . Autores: Sarahí Hernández Heredia, Mariely Sosa-Marín, Sandra Trinidad del Moral Ventura, Clarita Olvera Carranza, Beatriz Torrestiana-Sanchez, María Guadalupe Aguilar-Uscanga.	233
IICO06	APROVECHAMIENTO DE LACTOSUERO BOVINO EN LA PRODUCCIÓN DE XILITOL POR <i>Clavispora lusitaniae</i> . Autores: Sarai Virginia Salazar Bello, David Guzmán Hernández, María Teresa Ponce Noyola.	234
IICO07	ESTUDIO TEORICO Y CLONACION DE LA β -GLUCOSIDASA DE <i>Bacillus siamensis</i> JJC33M. Autores: Wendy Panamá Raymundo, Sarahi del Carmen Hernández Heredia, Emmanuel Delfín Cruz, Blanca Estela Barrera Figueroa, Cirilo Nolasco Hipólito, Sandra Trinidad del Moral Ventura.	235
IICO08	APLICACIÓN DEL MODELO DE N-TANQUES EN SERIE PARA DESCRIBIR LA PRODUCCIÓN DE PECTINASAS EN UN BIORREACTOR AIRLIFT DE TUBOS CONCÉNTRICOS. Autores: Ruth Morales Barrios, Ana Guadalupe Hernández Acevedo, Isabel Membrillo Venegas, María Aurora Martínez Trujillo, Martin Rogelio Cruz Díaz.	236
IICO09	EXPRESIÓN HETERÓLOGA DE UNA ENZIMA CON ACTIVIDAD LIPOLITICA DE LA ARQUEA HALÓFILA <i>Natronococcus</i> sp. TC6 EN <i>Haloferax volcanii</i> . Autores:	237

Ruben Espinosa, Vicente P. Armenta, Rosa M. Camacho, Juan C. Mateos, Marcelo Müller-Santos, Jorge A. Rodríguez G.

IIC12	EFFECTO DE pH EN LA PRODUCCIÓN DE CELULASAS DE <i>Trichoderma harzianum</i> ITV-22 PARA LA PRODUCCION DE BIOETANOL DE SEGUNDA GENERACIÓN (2G). Autores: Ricardo Vargas Bello, Sandra Trinidad del Moral Ventura, María Inés Infanzón Rodríguez, Beatriz Torrestiana Sánchez, María Guadalupe Aguilar.	238
IIC13	EXPRESIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA L-ASPARAGINASA SIN ACTIVIDAD SECUNDARIA DE GLUTAMINASA DE <i>STREPTOMYCES SCABRISPORUS</i> . Autores: Ricardo Rodríguez Vargas, Andrés Zárate Romero, Alejandro Huerta Saquero.	239
IIC14	EVALUACIÓN IN SILICO DE LA INTERACCIÓN DE LA PENICILINA G ACILASA CON MOLECULAS DE INTERES AMBIENTAL. Autores: Raúl Balam Martínez Pérez, Jeslya America Valdez González, Luis Alonso Leyva Soto, Pablo Gortáres Moroyoquí y Lourdes Mariana Díaz Tenorio.	240
IIC15	CÁSCARA DE CACAHUATE, UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE ENZIMAS DE INTERÉS INDUSTRIAL. Autores: Ney Carrillo González, Elba N. Madrigal Yañez, Martha F. Martin del Campo Solís, Yokiushirdhilgilmara Estrada Girón, Angelina Martín del Campo Campos, Zazil Y. Escalante García, Jorge H. Gómez Angulo.	241
IIC16	EXPRESIÓN Y PURIFICACIÓN DE DOS CISTEÍNA PROTEASAS RECOMBINANTES CP A1 Y CP A4 DE <i>TRICHOMONAS VAGINALIS</i> . Autores: Miriam Guadalupe Mateo-Cruz, Claudia Ivonne Flores-Pucheta, Rosa E. Cárdenas-Guerra, Jaime Ortega-López, Rossana Arroyo.	242
IIC17	BIOSENSOR COLORIMÉTRICO PARA LA DETECCIÓN DE ARGININA PARA APLICACIÓN BIOMÉDICA. Autores: Miguel Méndez García, Abraham Ulises Chávez Ramírez, Alejandra Álvarez López, Vanessa Vallejo Becerra y Juan de Dios Galindo de la Rosa.	243
IIC18	PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN CINÉTICA DE UNA CLOROGENATO HIDROLASA DE <i>ASPERGILLUS NIGER</i> AUTOINMOVILIZADA. Autores: Melissa Solís Villafranco, Adilene Sánchez Alaniz, María Alejandra Pichardo Sánchez, Rodolfo Torres de los Santos, Guadalupe Bustos Vázquez, Luis V. Rodríguez Durán.	244
IIC19	CARACTERIZACIÓN DE ENDOGLUCANASAS OBTENIDAS DE <i>PENICILLIUM SP.</i> AISLADO DE LA REGIÓN DE CHIPINQUE. Autores: N.L Melissa Guevara-Cañedo, Julio Silva-Mendoza, María Elena Cantú-Cárdenas, Myrna Laura Yeverino-Gutierrez.	245
IIC20	INMOVILIZACIÓN DE MICROALGAS EN MATRICES POLIMÉRICAS PARA LA ADSORCIÓN DE LA FRACCIÓN HIDROSOLUBLE DEL PETRÓLEO. Autores: Luz Elena Pérez Gutiérrez, Claudia Gómez Gutiérrez.	246

IIC21	DIFERENCIAS EN EL NODO DEL ISOCITRATO ENTRE <i>A. schindleri</i> ACE Y <i>E. coli</i> JM101. Autores: Lorena Quiroz, Álvaro R. Lara, Dolores Reyes-Duarte, Juan Carlos Sigala.	247
IIC22	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MUTACIÓN S200G SOBRE LA ESPECIFICIDAD DE DESPROPORCIÓN/CICLACIÓN/HIDRÓLISIS PH-MODULABLE DE UNA CICLOGLUCANOTRANSFERASA TERMORRESISTENTE. Autores: Laura Espinosa-Barrera, Beatriz Velázquez-Cruz, Sara Centeno-Leija, Hugo Serrano-Posada.	248
IIC23	DESARROLLO DE UN MULTI-SENSOR COLORIMÉTRICO DE GLUCOSA, COLESTEROL Y DOPAMINA, ORIENTADO A LA OBESIDAD POR SÍNDROME DE DEFICIENCIA DE RECOMPENSA. Autores: Kendra Denisse Góngora Bucio, Cynthia Callejas Rosales, Abraham Ulises Chávez Ramírez, Alejandra Álvarez López, Juan de Dios Galindo de la Rosa y Vanessa Vallejo Becerra.	249
IIC25	DETECCION DE ACTIVIDAD HEMICELULOLITICA DIFERENCIAL ENTRE PATOTIPOS DE <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> EN CULTIVOS CON LIRIO ACUÁTICO. Autores: Karla Morelia Díaz Tapia, María Guadalupe Zavala Páramo, Ma. Irene Martínez Morelos, Everado López-Romero, June Simpson, Horacio Cano Camacho.	250
IIC26	CARACTERIZACIÓN Y PURIFICACIÓN DE L-ASPARAGINASA OBTENIDA DE UN AISLADO DE <i>Bacillus velezensis</i> OBTENIDO DE SUSTRATOS LIGNOCELULÓSICOS. Autores: Karina Maldonado, Lorena Pedraza, Ruth Pedroza, Manuel Kirchmayr.	251
IIC27	GALACTOSILACIÓN ENZIMÁTICA DEL ÁCIDO GÁLICO UTILIZANDO CÉLULAS PERMEABILIZADAS DE PANTOEA ANTOPHILA. Autores: Jesús Rosales, Rocío López, Esmeralda Franco, Lorena Amaya, Javier Arrizon, Azucena Herrera.	252
IIC28	DETECCIÓN DEL MICROCONTAMINANTE AMPICILINA MEDIANTE FLUORESCENCIA Y BIOCATÁLISIS ENZIMÁTICA. Autores: José Luis García-Zamora, Lidia Esmeralda García-Díaz, María Teresa Moreira, Eduardo Torres.	253
IIC29	ESTUDIO PRELIMINAR DE LA BIODEGRADACIÓN DE ACETATO DE CELULOSA DE COLILLAS DE CIGARROS UTILIZANDO HONGOS DE ORDEN SUPERIOR. Autores: Israel Sadoc Grande Flores, Dolores Reyes Duarte, Maribel Hernández Guerrero.	254
IIC30	PURIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIONES DE UNA PEROXIDASA ANIÓNICA DE <i>R. SATIVUS</i> VAR. <i>LONGIPINNATUS</i> . Autores: Hiram García Ortiz, Eva Bermúdez.	255
IIC32	BIOPROCESO INTEGRADO PARA TRANSFORMAR LACTOSUERO EN D-TAGATOSA Y SU EFECTO EN BACTERIAS PROBIÓTICAS Y PATÓGENOS. Autores: F.V. Cervantes, S. Neifar, Z. Merdzo, L. Fernández-Arrojo, A.O. Ballesteros, M. Fernández Lobato, S. Bejar, M. González-Ávila and F.J. Plou.	256
IIC33	PROCESOS DE GLUCOSILACIÓN ENZIMÁTICA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES BIOLÓGICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS DE POLIFENOLES. Autores: J. L. González-Alfonso, E. Jiménez-Ortega, Z. Ubiparip, A. Poveda, G. Sandoval,	257

	A. Ballesteros, J. Jiménez-Barbero, T. Desmet, J. Sanz-Aparicio, M. Fernández-Lobato, F.J. Plou.	
IIC35	ENZYMATIC PRODUCTION OF ACYLATED NARINGIN TO IMPROVE ITS SOLUBILITY. Autores: Elisa Gutiérrez, Josué Solís, José Daniel Padilla, Georgina Sandoval.	258
IIC36	CHARACTERIZATION OF A NOVEL ENZYME ISOLATED FROM <i>Bacillus cereus</i> 6P RESPONSIBLE FOR GLYPHOSATE BIODEGRADATION BY AN ALTERNATIVE PATHWAY TO C-P LYASE. Autora: Elena Guadalupe Verduzco Suárez.	259
IIC37	CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD AMILOLÍTICA PRODUCIDA POR <i>Bacillus licheniformis</i> LB05 AISLADO DE AGUAS TERMALES. Autores: Leonel I. Blanco de la Cruz, Ulrico J. Lopéz Chuken, Jesús A. Gómez Treviño, Melissa M. Rodríguez Delgado, Juan F. Villarreal Chiu, Edgar Allan Blanco Gámez.	260
IIC38	Evaluación de medios de cultivo para la producción de oxidorreductasas extracelulares por <i>Bacillus toyonensis</i> . Autores: Daniel Toledo Aranda, Laura Catalina Castillo Carvajal, Eliseo Cristiano Urbina, Oswaldo Arturo Ramos Monroy.	261
IIC39	CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE UNA ESTERASA DE CARICA PAPAYA EXPRESADA EN LEVADURA. Autores: Ana Laura Reyes Reyes, David A. Torres Añorve, Francisco Valero Barranco y Georgina Sandoval.	262
IIC40	EXPRESIÓN HETERÓLOGA DE UNA ESTERASA DE CARICA PAPAYA EN KOMAGATAELLA PHAFFII. Autores: David A. Torres Añorve, Ana Laura Reyes Reyes, Francisco Valero Barranco y Georgina Sandoval.	263
IIC41	EDICIÓN DE YARROWIA LIPOLYTICA MEDIANTE GOLDEN GATE PARA LA EXPRESIÓN DE LA LIPASA B DE CANDIDA ANTARCTICA. Autores: David Torres, Jorge Rodríguez, Francisco Valero, Georgina Sandoval.	264
IIC42	REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN DE LOS GENES XYL1 Y XYL2 DE <i>CLAVISPORA LUSITANIAE</i> EN LA PRODUCCIÓN DE XILITOL. Autores: David Guzmán Hernández, Ana Carmela Ramos Valdivia, Josefina Barrera Cortés, Hector Mario Poggi Valardo, Teresa Ponce Noyola, Eliseo Cristiani Urbina.	265
IIC43	MULTI-SENSOR ENZIMÁTICO PARA DETECCIÓN DE BIOMARCADORES DE DAÑO RENAL. Autores: Cristian Eduardo Flores Arreola, Abraham Ulises Chávez Ramírez, Alejandra Álvarez López, Vanessa Vallejo Becerra y Juan de Dios Galindo de la Rosa.	266
IIC44	EXPRESION Y PURIFICACIÓN DE UNA CISTEÍNA PROTEINASA DE TRICHOMONAS VAGINALIS TIPO ASPARAGINIL ENDOPEPTIDASA Y SU INHIBIDOR. Autores: Claudia Ivonne Flores-Pucheta, Octavio Montes-Flores, Miriam Guadalupe Mateo-Cruz, Esly Alejandra Euceda-Padilla, Rossana Arroyo, Jaime Ortega-López.	267
IIC45	IDENTIFICACIÓN Y EXPRESIÓN HETERÓLOGA DE ENZIMAS QUE INTERVIENEN EN LA MINERALIZACIÓN DEL PET. Autores: Braulio Alan Castro Solano, Mara Mile Vivanco Sosa y Carolina Peña Montes.	268

IIC46	OBTENCIÓN DEL GEN DE LA ERITROSA REDUCTASA EN <i>Clavispora lusitaniae</i> CDBB-L-2031 Brenda Angulo-Olguín, Alejandro Lara-Meléndez, Teresa Ponce-Noyola.	269
IIC47	INGENIERÍA DE DISEÑO RACIONAL DEL PERFIL DE ACTIVIDAD DE CICLACIÓN DE UNA CICLOGLUCANOTRANSFERASA TERMOACIDOFÍLICA. Autores: Beatriz Velazquez-Cruz, Laura Espinosa-Barrera, Hugo Serrano-Posada, Sara Centeno Leija.	270
IIC48	ESTUDIO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LA CUTINASA RECOMBINANTE ANCUT1 DE <i>Aspergillus nidulans</i> PARA LA DEGRADACIÓN DE PET. Autores: Augusto Castro, Adela Rodríguez, Rogelio Rodríguez-Sotres y Amelia Farrés.	271
IIC50	OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HIDROLASAS CON PENICILLIUM CRUSTOSUM COMO FERMENTACIÓN BASE PARA UNA BIOREFINERÍA. Autores: Arely Núñez-Serrano, Refugio B. García-Reyes, Alcione García-González.	272
IIC51	SACAROSA ISOMERASA PALI NX-5 TERMOESTABLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE ISOMALTULOSA. Autores: Amado Javier Sardiña-Peña, Lourdes Ballinas-Casarrubias, Tania Siqueiros-Cendón, Edward Espinoza-Sánchez, Norma Flores-Holguín, Liber Mesa-Ramos, Blanca Iglesias-Figueroa y Quintín Rascón-Cruz.	273
IIC52	PRODUCCIÓN Y DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA CICLOFILINA RECOMBINANTE DE <i>Trichomonas vaginalis</i> TvCyP2. Autores: Otero-Pedraza, A., Flores-Pucheta, C.I., Montes-Flores, O., Cárdenas-Guerra, R.E., Arroyo Verástegui, R., Olin-Sandoval, V., Antonio-Pérez, A. y Ortega-López, J.	274
IIC53	EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA LACASA EXPRESADA EN LA SUPERFICIE DE <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . Autores: Dulce Y. Arenas-Olivares, Zuleima Alpizar-Dávila, Karla V. Teymennet-Ramírez, Daniel Morales Guzmán, Miguel Alcalde, Fernando Martínez-Morales, María R. Trejo-Hernández.	275
IIC54	ADSORCIÓN DE CR(VI) EMPLEANDO NANOTUBOS DE CARBONO FUNCIONALIZADOS. Autores: Mónica Berenice Hernández Báez, Luis Alberto Aranda Aguilar, Alexa Contreras, Mariana Zoé Yllades Valdez, Luisa Fernanda Medina Ganem.	276

EXPRESIÓN HETEROLOGA DE LA ENDOGLUCANASA (EglA) de *Aspergillus niger* ITV-02 EN *Escherichia coli*

Yerarli Isabel Pérez Salazar, Carolina Peña Montes, Sandra Trinidad del Moral Ventura, María Guadalupe Aguilar Uscanga, Instituto Nacional de México Campus Veracruz – UNIDA, Veracruz, Ver, cp. 2779, maria.au@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: endoglucanasa, Aspergillus niger ITV-02, Escherichia coli BL21.

Introducción. La endoglucanasa (E.C. 3.2.1.4) es una enzima que hidroliza los enlaces β 1-4 del polímero de celulosa que está presente en residuos lignocelulósicos. Los residuos lignocelulósicos son usados para la producción de bioetanol, sin embargo, se requiere de su hidrólisis enzimática para la obtención de azúcares fermentables como la glucosa. La etapa de hidrólisis enzimática es la etapa limitante del proceso, por lo que se requieren enzimas eficientes, como las endoglucanasas, para reducir los costos de producción. *Aspergillus niger* ITV-02 obtenido de la corteza de manera, presenta actividad endoglucanasa. El objetivo del presente trabajo fue expresar la endoglucanasa de *A. niger* ITV-02 en *E. coli* BL21 y caracterizar los productos de hidrólisis de carboximetil celulosa (CMC).

Metodología. Se clonó la endoglucanasa en pET-22b(+) y se transformó para su expresión en *E. coli* BL21. Se realizó escrutinio de las colonias transformadas a 27°C después de inducción con IPTG y se seleccionó la que mostró mayor actividad de manera cualitativa. Se produjo la enzima y se determinó su actividad enzimática a 50 °C utilizando como sustrato el CMC 1% (p/v). Se observó la expresión de la enzima por medio de geles SDS-PAGE y zimograma. Se determinaron los productos de la hidrólisis de CMC por cromatografía de capa fina.

Resultados. Se amplificó el gen que codifica para la endoglucanasa con un peso estimado de 695 pb y se clonó en pET-22, posteriormente se transformó *E. coli* BL21. De las colonias obtenidas de la transformación se seleccionaron tres, y se obtuvo la expresión de la enzima en medio líquido, siendo la colonia número 8 la que presentó mayor halo de actividad (1.6 cm), por lo que fue seleccionada. Se indujo la expresión de la enzima con IPTG y las actividades fueron de 0.154 U/mL, y 0.187 U/mg. Quay *et al.*, (2011) reportan una endoglucanasa expresada en el sistema *Pichia pastoris*. La actividad obtenida en el presente trabajo es 1.1 veces mayor que la expresada en *P. pastoris*. En trabajos previos con el sistema nativo (*A. niger* ITV-02) en el grupo de trabajo, se reporta una actividad usando como sustrato CMC en un rango de 0.006 a 1.33 U/mL, por lo que la actividad enzimática obtenida

en este trabajo es 25.66 veces mayor a lo reportado por Miranda-Sosa *et al.* (2019) y 8.63 veces menor a lo reportado por Peña *et al.* (2022). Sin embargo, para evaluar la eficiencia de la producción se comparó la productividad de actividad enzimática obtenida (0.0154 U mL⁻¹ h⁻¹) con el de Peña *et al.* 2022, y resultó mayor en el presente trabajo 1.4 veces. Se realizó un zimograma y el peso molecular de la endoglucanasa corresponde al valor teórico (25 kDa).

Con respecto a los productos formados durante la hidrólisis se obtuvieron diferentes oligosacáridos apareciendo la celobiosa entre los 6 y 12 minutos aproximadamente y conforme incrementó el tiempo se formaron otros oligosacáridos de mayor tamaño, sin embargo no se observó la formación de glucosa.

Conclusiones. La endoglucanasa expresada en *E. coli* BL21 presenta una actividad enzimática mayor a la obtenida en el sistema nativo y a la de otros sistemas de expresión como *P. pastoris*. La enzima recombinante EglA cataliza la hidrólisis de los enlaces β ,1-4 del CMC a 27 °C y 50 °C, formando diferentes oligosacáridos.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca de doctorado otorgada a Yerarli Isabel Pérez Salazar con número de CVU 737182 y por el proyecto de investigación CP 11111304 de COVEICYDET.

Bibliografía.

- Infanzón-Rodríguez, M.I., del Moral, S., Castro-Martínez, C. *et al.* Multi-Response Optimization Using the Desirability Function of Exoglucanases, Endoglucanases and β -Glucosidases Production by *Aspergillus Niger* ITV-02 from Delignified Sugarcane Bagasse. *Sugar Tech* 25, 86–98 (2023).
- Miranda-Sosa, A., del Moral-Ventura, S. T., Aguilar-Uscanga, M. G., & Domínguez-González, J. M. (2019). *Producción de celulasas de aspergillus niger itv-02 utilizando diferentes residuos lignocelulósicos*. 1.
- Peña, C., Perez, Y., Aguilar-Uscanga, M., & moral, sandra. (2022). Cellulases production from *Aspergillus niger*-ITV-02 using corn lignocellulosic residues. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 21. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Alim2772>
- Quay, D. H. X., Bakar, F. D. A., Rabu, A., Said, M., Illias, R. M., Mahadi, N. M., Hassan, O., & Murad, A. M. A. (2011). Overexpression, purification and characterization of the *Aspergillus niger* endoglucanase, EglA, in *Pichia pastoris*. *African Journal of Biotechnology*, 10(11), Article 11. <https://doi.org/10.4314/ajb.v10i11>

Evaluación de la adsorción de sustratos y producto durante la producción de isobutil propionato en un biorreactor sólido/gas con CALB Immo Plus.

Yahir Alejandro Cruz Martínez^a, Carlos Omar Castillo Araiza^b, Edmundo Castillo Rosales^c, Sergio Huerta Ochoa^a.

^aDepartamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, 09340 Iztapalapa, Ciudad de México, México. ^bDepartamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, 09340 Iztapalapa, Ciudad de México, México. ^cDepartamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, Instituto de Biotecnología UNAM, 62271 Cuernavaca, Morelos, México.
yacm95@xanum.uam.mx

adsorción, biorreactor sólido/gas, CALB

Introducción. El isobutil propionato (isoProp) (C₇H₁₄O₂) es un éster frutal que da el aroma y sabor a ron en bebidas, dulces y productos horneados, su síntesis se lleva a cabo mediante el proceso de esterificación entre ácido propiónico (aciP) e isobutanol (isoB) [1]. La biocatálisis sólido/gas (S/G) es un proceso eco-amigable que se lleva a cabo utilizando un biorreactor de lecho empacado con un biocatalizador a través del cual fluyen los sustratos en fase gaseosa con la ayuda de un gas acarreador [2]. “CALB Immo Plus” es un producto comercial en donde la lipasa B de *Candida antarctica* se encuentra inmovilizada en un soporte de PMM entrecruzado con DVB conocido como Lewatit VP OC 1600 [3].

El objetivo general de este trabajo fue evaluar el fenómeno de adsorción de los sustratos y producto en CALB observado durante la etapa inicial de las curvas de producción de isoProp variando la a_w.

Metodología. El biorreactor S/G es una columna de vidrio de 22 cm de alto, 11 cm de lecho (1 g CALB o LEWA) y 0.6 cm de diámetro interno. Componentes generales del sistema: Caja de acrílico, gas acarreador (N₂), dos salidas con dirección a los contenedores de los sustratos (aciP e isoB) en fase líquida a una temperatura (55 °C) y a_w (0.11 o 0.73), El N₂ burbujea en los sustratos, los vaporiza y acarrea a través del biorreactor con el biocatalizador empacado. A la salida del biorreactor se recuperan las especies en microtubos con metanol y las muestras se analizan por cromatografía de gases.

Resultados. En la Figura 1 se presentan los datos experimentales de las curvas de progreso de producción de IsoProp, así como las curvas de ruptura de los sustratos y producto. Y en la Tabla 1 se muestran las capacidades máximas de adsorción “q_{Max}” (mg de reactante g⁻¹ de sólido) obtenidas al evaluar: CALB (a_w 0.11 vs 0.73), CALB vs LEWA (a_w 0.11) y LEWA (a_w 0.11) con las 3 especies.

Tabla 1. Capacidad máxima de adsorción de cada tratamiento.

Reactante	Sólido	a _w	q _{Max}	Sólido	a _w	q _{Max}
isoB	CALB	0.11	30.558 ± 0.995 a	LEWA	0.11	30.558 ± 0.995 a
		0.73	19.807 ± 0.930 b			25.746 ± 0.579 b
aciP	CALB	0.11	89.402 ± 1.245	LEWA	0.11	89.402 ± 2.145 a
		0.73	87.011 ± 3.008			77.131 ± 4.368 b
isoProp	LEWA	0.11	28.303 ± 0.094			

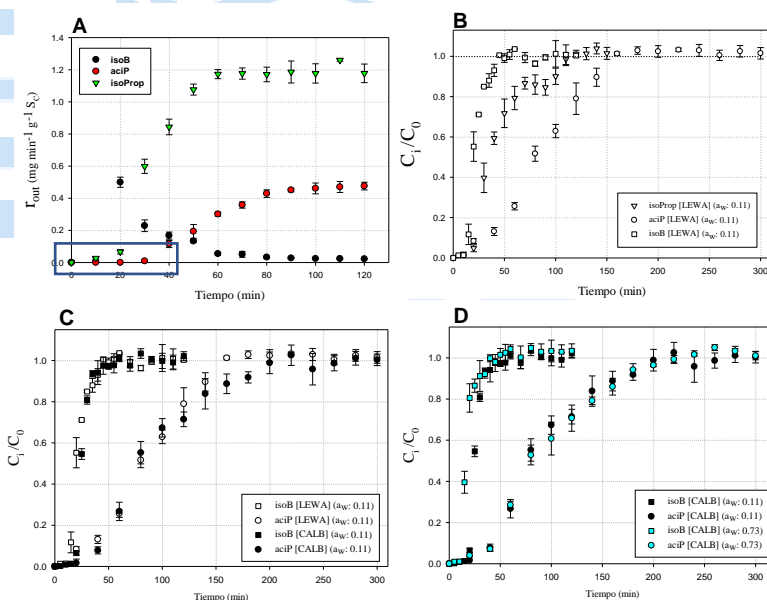


Figura 1. (A) Curva de progreso de producción de isoProp y reactantes no consumidos en el efluente (a_w: 0.11), (B) Curva de ruptura de isoB, aciP e isoProp en LEWA (a_w: 0.11), (C) Curva de ruptura LEWA vs CALB (a_w: 0.11) y (D) Curva de ruptura CALB a_w 0.11 vs 0.73.

Conclusiones. Se observó una disminución en la velocidad de producción inicial de isoProp debido a la adsorción de sustratos y producto en la CALB. El fenómeno de adsorción de aciP fue más notorio; observando un incremento debido a la presencia de la enzima (CALB > LEWA). La a_w también mostró un efecto en la capacidad de adsorción de isoB, pero no sobre el aciP.

Agradecimiento. Al Conacyt por la Beca No. 237292.

Referencias.

- Izci, A., & HOŞGÜN, H. L. (2007). *Turk. J. Chem.* 31(5), 493-499.
- Cordero-Soto, I. N., Castillo-Araiza, C. O., García-Martínez, L. E., Prado-Barragán, A., & Huerta-Ochoa, S. (2020). *Biochem. Eng. J.*, 164, 107767.
- Ortiz, C., Ferreira, M. L., Barbosa, O., dos Santos, J. C., Rodrigues, R. C., Berenguer-Murcia, Á., ... & Fernandez-Lafuente, R. (2019). *Catal. Sci. Technol.*, 9(10), 2380-2420.

Expresión heteróloga en *E. coli*, purificación y actividad de Ciclofilina 1 de *T. vaginalis* (rTvCyP1)

Verónica Aranda-Chan, Rossana Arroyo-Verástegui, Angélica Meneses, Rodolfo Marsch, Carmen Montes Horcasitas, Jaime Ortega-López. Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV-IPN. Zacatenco, Ciudad de México, C.P. 07360. veronica.aranda@cinvestav.mx
TvCyP1, *Trichomonas vaginalis*, Expresión heteróloga.

Introducción. Las peptidil-prolil *cis-trans*-isomerasas son enzimas ubicuas de los seres vivos responsables de cambios conformacionales *in vivo*, ayudando a un correcto plegamiento en las proteínas³. Así, la PPLasa humana, se ha usado con éxito en el replegamiento asistido de proteínas recombinantes de difícil expresión². Dado que se encontraron ortólogos de la hPPLasa en el parásito *Trichomonas vaginalis*¹, a saber, la proteína TvCyP1, el objetivo de este trabajo es expresar TvCyP1 en *E. coli*, purificar y evaluar de su actividad PPLasa, para que en trabajos posteriores se pueda evaluar su participación como chaperona en el replegamiento *in vitro* de proteínas de parásito de difícil expresión.

Metodología. Se realizó el cultivo y crecimiento (a 37°C) de la cepa de *E. coli* BL21DE3 transformadas con el plásmido pET28a+-TvCyP1 (Donado por Dr. J. Tai⁶). La inducción se llevó a cabo a 16°C x 16hrs. La purificación se llevó a cabo por IMAC-Ní a partir de la fracción soluble. La actividad PPLasa se determinó por un ensayo reportado previamente basado en el replegamiento de la RNasa T1⁴.

Resultados. En la figura 1a se observa el perfil electroforético de los resultados de la inducción de expresión de r-TvCyP1. En la figura 1b muestra la proteína r-TvCyP1 purificada por cromatografía de afinidad a Níquel a partir de la fracción soluble. Se estimó una actividad relativa de la TvCyP1 del 77% con respecto a los controles (Tabla 1).

Tratamiento	Valor de la Pendiente	Desviación estándar	Actividad
0 nM Ciclofilina	0.4451	0.03994	0%
25 nM TvCyP1	0.5815	0.01071	77%
25 nM hCypA	0.6228	0.02332	100%

Tabla 1. Ensayo de actividad por replegamiento de RNasa T1. Valores de pendiente y actividad relativa de TvCyP1 respecto a los controles.

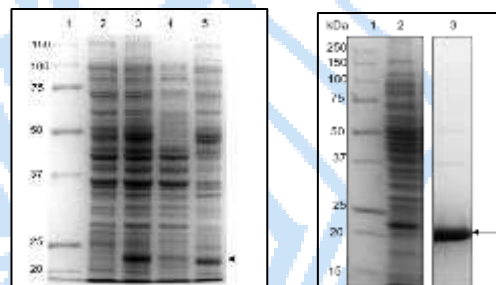


Fig. 1. En a) Expresión de TvCyP1 en BL21-DE3. Carril 1: MPM 250 kDa. Carril 2: Extracto total antes de inducir, Carril 3: Extracto total después de inducir, Carril 4: Fracción soluble, Carril 5: Fracción insoluble. En b) r-TvCyP1 purificada por IMAC-Ní. Carril 1: MPM 250 kDa, Carril 2: Fracción soluble, Carril 3: Proteína r-TvCyP1 purificada.

Conclusiones. La proteína Ciclofilina1 de *T. vaginalis* se expresó en *E. coli* BL21 (DE3) de forma exitosa en la fracción soluble y se purificó de manera adecuada en concentraciones suficientes para los ensayos de actividad. Además, la proteína se obtiene en su forma activa, por lo cual puede ser factible de ser utilizada en ensayos posteriores de replegamiento de proteínas de difícil expresión.

Agradecimiento. Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al CINVESTAV-IPN.

Bibliografía.

- Hsu, H., Chu, C., Wang, Y., Lee, Y., Wei, S., Liu, H., Ong, S., Chen, C., & Tai, J. (2014). *J. Biol. Chem.*, 289(27), 19120–19136.
- Lee, D., Kim, S., Kweon, D., & Seo, J. (2009). *BMC Biotechnol.* 9, 1–10.
- Perrone, A., Milduburger, N., Fuchs, A., Bustos, P., & Bua, J. (2018). *Biomolecules.* 8(4), 1–9.
- Zemanova, L., Vaskova, M., Schmidt, M., Roubalova, J., Haleckova, A., Benek, O., & Musilek, K. (2020). RNase T1 Refolding Assay for Determining Mitochondrial Cyclophilin D Activity: A Novel *In Vitro* Method Applicable in Drug Research and Discovery. *Biochemistry*, 59(17), 1680–1687.

EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE EXPRESIÓN DE LA α -AMILASA (AMYJ33-ABC): *Bacillus siamensis* JJC33M y *Escherichia coli*

Sarahí Hernández Heredia¹, Mariely Sosa-Marín¹, Sandra Trinidad del Moral Ventura³, Clarita Olvera Carranza², Beatriz Torrestiana-Sanchez¹, María Guadalupe Aguilar-Uscanga¹

¹Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz/ Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Miguel Ángel de Quevedo 2779. Veracruz, Veracruz, México CP 91897 (sarahihernandez5773@gmail.com; marielysosa1625@gmail.com; beatriz.ts@veracruz.tecnm.mx; maria.au@veracruz.tecnm.mx).

²Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 2001, Cuernavaca, Morelos, México CP 62210 (clarita.olvera@ibt.unam.mx).

³Investigador de México-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto Tecnológico de Veracruz/Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Miguel Ángel de Quevedo 2779. Veracruz, Veracruz, México CP 91897 (sandit.dmv@gmail.com, sandra.dv@veracruz.tecnm.mx).

Palabras clave: AmyJ33-ABC nativa, AmyJ33-ABC recombinante, sistemas de expresión

Introducción. *Bacillus siamensis* JJC33M se aisló de suelos cultivados con caña de azúcar, produce un α -amilasa (AmyJ33-ABC nativa) de 50 kDa que está conformada por un dominio A/B y un dominio C. AmyJ33-ABC nativa hidroliza almidón gelatinizado y nativo, tiene un pH y temperatura óptima de 5.0 y 80°C, respectivamente ⁽¹⁾. AmyJ33-ABC nativa es una enzima con potencial biotecnológico, sin embargo, sus niveles de producción son bajos comparados con otras enzimas comerciales. Una alternativa para incrementar la producción de proteínas es la utilización de un sistema de expresión recombinante alterno como *Escherichia coli*, algunos reportes mencionan un aumento en la producción de hasta tres veces ⁽²⁾. El objetivo de este trabajo es evaluar dos sistemas de expresión: el nativo y el recombinante para la α -amilasa AmyJ33-ABC y evaluar sus características cinéticas.

Metodología. Se realizó la cinética microbiana de *B. siamensis* JJC33M y se caracterizó la proteína nativa (AmyJ33-ABC) en términos bioquímicos y enzimáticos. Por otro lado, el gen que codifica para la α -amilasa AmyJ33-ABC fue clonado en el vector de expresión pET22b(+). Las clonas positivas se analizaron por patrón de restricción con las enzimas de restricción NdeI y XhoI. Se evaluó la inducción con IPTG (0.1, 0.5 y 1 mM). Se realizó la cinética microbiana de *E. coli* transformada con el gen que codifica para AmyJ33-ABC y posteriormente se caracterizó la proteína recombinante en términos bioquímicos y enzimáticos.

Resultados. A través del análisis de las cinéticas se observó que ambas cepas (*B. siamensis* JJC33M y *E. coli*) tienen parámetros similares como la velocidad específica de crecimiento máximo ($\mu_{max}=0.57-0.55h^{-1}$). Sin embargo, *E. coli* transformada produce la α -amilasa AmyJ33-ABC recombinante con una actividad

específica de 404.5 U/mg siendo 14.7 veces más activa que la α -amilasa AmyJ33-ABC nativa producida por *B. siamensis* JJC33M (27.52 U/mg). Por otro lado, en cuanto a los parámetros cinéticos, AmyJ33-ABC recombinante es 25.7 veces más eficiente que AmyJ33-ABC nativa y 0.8 veces más afín al sustrato. AmyJ33-ABC recombinante y la nativa tienen un pH óptimo de 4.0 y 5.0, respectivamente. Se observó un efecto negativo en la afinidad por el sustrato en AmyJ33-ABC recombinante ya que no hidroliza almidón nativo. En cuanto a los productos de hidrólisis empleando a AmyJ33-ABC nativa y recombinante son similares, tal parece que la conformación de las proteínas no influye en la generación de productos glucosa, maltosa y maltotriosa pero sí influye en la eficiencia catalítica, con ello se acorta el tiempo de generación de oligosacáridos de interés. Ambas enzimas pueden ser utilizadas para el sector de panificación y obtención de jarabes fructosados.

Conclusiones. La utilización de un sistema de expresión alterno como *E. coli* permitió aumentar la actividad específica de la enzima, así como mejorar los parámetros cinéticos y enzimáticos, aunque la enzima recombinante no tiene la capacidad de hidrolizar almidón nativo, a diferencia de la nativa que hidroliza almidón gelatinizado y almidón nativo.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca de doctorado otorgada con número de registro 002026.

Bibliografía.

1. Montor-Antonio JJ, Olvera-Carranza C, Reyes-Duarte D, et al (2014) Caracterización bioquímica de AmyJ33, una amilasa de *Bacillus amyloliquefaciens* aislada de suelos cultivados con caña de azúcar en la región del Papaloapan. Nova Sci. 6:39.
2. Lara, Álvaro R.. (2011). Producción de proteínas recombinantes en *Escherichia coli*. Revista mexicana de ingeniería química, 10(2), 209-223.

APROVECHAMIENTO DE LACTOSUERO BOVINO EN LA PRODUCCIÓN DE XILITOL POR *Clavispora lusitaniae*

Sarai Virginia Salazar Bello¹, David Guzmán Hernández¹, María Teresa Ponce Noyola¹,
¹Departamento de Bioingeniería y Biotecnología del CINVESTAV, Ciudad de México, 07360,
salazar.bello10@gmail.com.

Palabras clave: Lactosuero bovino, Xilitol, Clavispora lusitaniae

Introducción. El xilitol es un polialcohol de 5C con poder edulcorante de bajo aporte calórico que puede sustituir a la sacarosa. Se utiliza en industrias de alimentos, farmacéutica y en la elaboración de productos de higiene bucal debido a su efecto anticariogénico^[1]. El xilitol se produce tanto por métodos químicos por el método de Niquel Raney^[2] así como por métodos biológicos usando levaduras. Las levaduras no convencionales producen xilitol debido a que tienen enzimas como la xilosa reductasa (XR) que reducen la xilosa a xilitol^[3]. *Clavispora lusitaniae* es una levadura que produce xilitol a partir de la xilosa presente en hidrolizados de hemicelulosa. En este trabajo se busca optimizar las condiciones de operación del proceso de producción de xilitol a partir de hidrolizados de bagazo de caña usando extracto de levadura o lactosuero bovino como fuente de nitrógeno y *Clavispora lusitaniae* como microorganismo productor.

Metodología. Se realizó un Diseño Central Compuesto (DCC), con 3 variables independientes que fueron concentración (g/L) de xilosa, lactosuero y extracto de levadura. Las variables de respuesta fueron concentración de xilitol (g/L), rendimiento (g_{XOH}/g_{Xil}) Y consumo de sustrato (%). Se utilizó la metodología de análisis de superficie de respuesta mediante el software Desing-Expert 10. La cuantificación de metabolitos y azúcares se hizo por medio de HPLC con una columna Hi-Plex, un flujo 0.6mL/min y una fase móvil de H₂SO₄ 5mM.

Resultados. De acuerdo con el DCC se obtuvieron producciones de xilitol alrededor de 14 g/L, con mayor producción, rendimiento y eficiencia de consumo para las corridas 9, 3 y 8, respectivamente (Tabla 1). Sin embargo, las más altas eficiencias dan baja producción de xilitol y bajo rendimiento. En la corrida 9 la concentración de xilitol fue alta, se tuvo un buen rendimiento y buena eficiencia de consumo de xilosa. La producción de xilitol se ve favorecida cuando las concentraciones de lactosuero y extracto de levadura son iguales y las concentraciones de xilosa son altas.

Tabla 1. Resultados de las variables respuesta analizadas en el Diseño Central Compuesto.

Corrida	Xilitol (g/L)	$Y_{XOH/Xil}$ (g_{XOH}/g_{Xil})	Eficiencia de consumo de xilosa (%)
1	9.02	0.42	76.163
2	5.99	0.31	57.534
3	12.51	0.72	72.198
4	8.49	0.32	83.174
5	0.00	0.00	0.000
6	13.40	0.69	58.701
7	12.01	0.68	75.257
8	1.59	0.21	97.619
9	14.81	0.56	61.926
10	10.76	0.66	67.676
11	8.88	0.65	71.453
12	9.37	0.68	74.105
13	0.97	0.10	90.381
14	12.56	0.47	70.067
15	10.69	0.51	83.182
16	2.62	0.16	96.075
17	8.39	0.37	91.263
18	13.07	0.54	66.950
19	2.28	0.26	93.123
20	14.14	0.62	51.923

Conclusiones. *Clavispora lusitaniae* en concentraciones iguales de extracto de levadura y lactosuero tuvo una alta producción de xilitol siendo estas las condiciones óptimas.

Agradecimiento. Al departamento de Biotecnología y Bioingeniería CINVESTAV.

Bibliografía.

- Ledezma-Orozco, E.M., Rodríguez-Castillejos, G.C., Bustos-Vázquez, G., Lizarazo-Ortega, C. (2017). *IDCyTA*, (2):97-101.
- Rafiqul, I.S.M., Sakinah, A.M.M (2013) *Food Rev Int*, 29 (2), 127-151. <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.714434>
- Bonan, C.I.D.G., Biazzi, L.E., Dionísio, S.R., Soares, L.B., Tramontina, R., Sousa, A.S., Filho, C.A., Costa, A.C., Ienczak, J.L. (2020) *Bioprocess Biosyst Eng*, (43):1711-1721. <https://doi.org/10.1007/s12155-021-10255-7>

ESTUDIO TEORICO Y CLONACION DE LA β -GLUCOSIDASA DE *Bacillus siamensis* JJC33M

Wendy Panamá Raymundo¹, Sarahi del Carmen Hernández Heredia, Emmanuel Delfin Cruz, Blanca Estela Barrera Figueroa¹, Cirilo Nolasco Hipólito¹, Sandra Trinidad del Moral Ventura²,

¹Instituto de Biotecnología. Universidad del Papaloapan Campus Tuxtepec. Circuito Central 200. Col. Parque Industrial. Tuxtepec, Oaxaca, México CP 68300

²Investigador de México-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto Tecnológico de Veracruz/Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Miguel Ángel de Quevedo 2779. Veracruz, Veracruz, México CP 91897 (sandit.dmv@gmail.com, sandra.dv@veracruz.tecnm.mx).

Palabras clave: Bacillus siamensis, celulasas, β -glucosidasas

Introducción. Las β -glucosidasas son celulasas que hidrolizan el enlace β -(1-4) de la celulosa para formar compuestos de menor peso molecular como celobiosa y glucosa. Son empleadas en la industria alimentaria para potenciar el sabor de jugos, vinos y tes; en la industria farmacéutica y en la producción de biocombustibles para la generación de glucosa a partir de oligosacáridos y celobiosa, siendo esta reacción la más importante en la hidrólisis de biomasa lignocelulósica. Las β -glucosidasas son producidas principalmente por bacterias del género *Bacillus*. *Bacillus siamensis* JJC33M fue aislada de suelos cultivados con caña de azúcar en la Cuenca del Papaloapan, presenta actividad β -glucosidasa y la secuencia de su genoma indica el gen que la codifica, BglJ33⁽¹⁾. El objetivo de este trabajo fue analizar el gen *bglJ33*, clonarlo y expresarlo recombinantemente en *Escherichia coli*.

Metodología. Se analizaron las características *in silico* del gen *bglJ33* en BLAST, SMART. Se aisló el ADN genómico de *B. siamensis* JJC33M que sirvió como molde para la amplificación por PCR del gen *bglJ33* que se clonó en el sistema pET101/D-TOPO. Por otro lado, se envió a sintetizar en pET22a y optimizar el uso de codones del gen *bglJ33* para su expresión en *E. coli*. Para la expresión de BglJ33 se emplearon distintas concentraciones de IPTG (0.1, 0.5 y 0.9 mM) realizando una cinética a 37°C por 7 h. La actividad celulasa se detectó en cajas Petri con CMC 1% (p/v). La expresión de proteínas se observó en geles de poliacrilamida SDS-PAGE 10% teñidos con Coomassie.

Resultados. El gen *bglJ33* tiene 1401 pb que codifica para una proteína de 466 aminoácidos, cuyo peso molecular y pl teórico es 53.2 kDa y 5.41, respectivamente. Presenta un péptido señal de 21 aminoácidos, y un dominio catalítico con plegamiento

tipo TIM Barrel (α/β)₈, con lo que se clasifica dentro de las glicosil hidrolasas de la familia 1 (GH1). Las GH1 mantienen un mecanismo de retención de la configuración en la hidrólisis del sustrato. El gen *bglJ33* se clonó completo en el vector pET101/D-TOPO y se transformó en *E. coli* TOP10, las clonas se analizaron por patrón de restricción con las enzimas XhoI y NdeI, además se enviaron a secuenciar, encontrándose que el gen se clonó correctamente, además de observarse la región de unión a ribosoma y el marco de lectura abierto, así como la terminación del gen. Posteriormente las clonas se transformaron en *E. coli* BL21 para su expresión, donde no se observó actividad celulasa empleando CMC como sustrato. Con dichos resultados se optó por optimizar el uso de codones en *E. coli*. El gen *bglJ33* se sintetizó y clonó en pET22a, induciendo con 0.5 y 1mM de IPTG a 37°C, sin embargo, no se observó actividad usando como sustrato CMC. El análisis de la expresión en geles SDS-PAGE usando el sobrenadante de la lisis celular mostró una banda de 50 kDa, lo cual indica que la BglJ33 sí se expresa, sin embargo no presenta actividad.

Conclusiones. El gen *bglJ33* fue posible expresarlo en *E. coli*, sin embargo, la enzima codificante no mostró actividad, sugiriendo un plegamiento anómalo. Es posible que la enzima requiera elementos externos para su repliegamiento correcto.

Agradecimientos. Al COVEICYDET por el proyecto 11111304.

Bibliografía.

(1) Montor-Antonio JJ, Sachman-Ruiz B, Lozano L, del Moral S. 2015. Draft genome sequence of *Bacillus amyloliquefaciens* JJC33M, isolated from sugarcane soils in the Papaloapan region, Mexico. Genome Announc 3(1):e01519-14. doi:10.1128/genomeA.01519-14.

APLICACIÓN DEL MODELO DE N-TANQUES EN SERIE PARA DESCRIBIR LA PRODUCCIÓN DE PECTINASAS EN UN BIORREACTOR AIRLIFT DE TUBOS CONCÉNTRICOS

Ruth Morales Barrios¹, Ana Guadalupe Hernández Acevedo¹, Isabel Membrillo Venegas, María Aurora Martínez Trujillo^{1*}, Martín Rogelio Cruz Díaz²

¹Tecnológico Nacional de México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac. Ecatepec, Estado de México, CP 55210.

*amartinez@tese.edu.mx

² Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán-Campo Uno, Av. 1° de mayo s/n Colonia Santa Ma. Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México C.P. 54740, cdmrmartin@gmail.com

Palabras clave: Pectinasas, Biorreactor airlift de tubos concéntricos, Modelo de N-Tanques en serie

Introducción. El biorreactor airlift de tubos concéntricos (BALTC) es un biorreactor de agitación neumática. Consta de cuatro secciones con diferentes tipos de mezclado: el riser y el downcomer, que se caracterizan por tener flujo pistón, mientras que la corona y el fondo se consideran como un tanque perfectamente mezclado [1]. Debido a que el mezclado en las cuatro zonas no es ideal se puede aplicar el modelo de N-tanques en serie (MNTS) para describir el comportamiento del cultivo. Al acoplarlo a modelos cinéticos no estructurados (MC), es posible predecir la dinámica de especies que no se pueden medir en línea como el oxígeno en la fase gas (O_G) [2]. El objetivo de este estudio fue describir y modelar el comportamiento de la producción de pectinasas por *Aspergillus flavipes* FP-500 utilizando cáscara de limón como sustrato y energía en un BALTC de 10 L.

Metodología. En un BALTC de acrílico con 10 L de medio de cultivo se inocularon 1×10^6 esporas/mL de *A. flavipes* FP-500. El BALTC se mantuvo a 30 °C (utilizando una resistencia eléctrica) y una tasa de aireación de 1.9 vvm. La evolución del biorreactor se siguió a través de dos electrodos de oxígeno disuelto (OD, uno en la corona y otro el riser, y un sensor de pH en la corona), todos instalados en línea. También, se tomaron muestras periódicamente que se centrifugaron para separar las fases y se almacenaron a 4 °C para su posterior análisis. En la fase líquida se cuantificaron las concentraciones de azúcares totales (AT), azúcares reductores (AR) y actividades endo y exopectinasas [3]. Simultáneamente, se determinó la evolución de la velocidad del líquido utilizando una esfera de plástico como partícula trazadora, para obtener datos que se alimentaron al MNTS [4].

Resultados. La mayor actividad metabólica ocurrió entre las 117 y 149 h de cultivo, lo que representó una mayor producción de AR, exo y endo-pectinasas (Fig. 1 A y B). En las figuras 1A, B y C, se muestra también una adecuada predicción del MNTS (11 etapas) a los

datos experimentales de exo, endo-pectinasas y oxígeno disuelto (OD), respectivamente. En la figura 1D se presenta la predicción de los cambios de O_G a través del BALTC, el cual disminuye gradualmente de 0.272 a 0.270 g/L. La medición que se hizo con el elemento trazador permitió estimar la viscosidad del caldo a lo largo del cultivo. Los valores obtenidos fueron congruentes con los reportados en la literatura. Además, se observó que la viscosidad del caldo varía durante el desarrollo del cultivo.

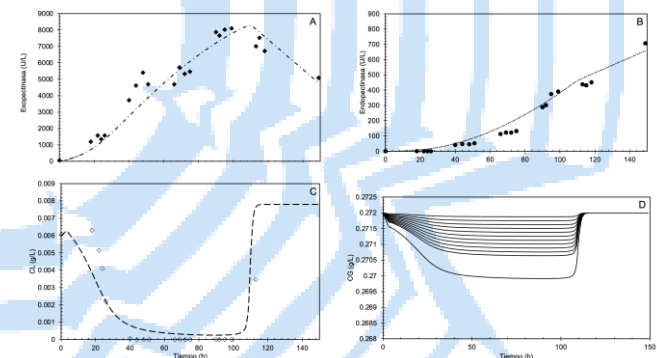


Figura 1. Ajuste del MNTS para la producción de Exopectinasas (A), endopectinasas (B), OD (C) y O_G (D) del cultivo sumergido de *A. flavipes* en CL, desarrollado en el BALTC DE 10 L.

Conclusiones. El MNTS acoplado con MC representó adecuadamente el comportamiento de BALTC para la producción de pectinasas.

Agradecimiento. Se agradece al TecNM (proyecto 10074.21-PD), a la UNAM (proyecto PAPIIME-PE104122) y al CONACyT (1109104).

Bibliografía.

- Behin, J. (2010). Chem Eng Res and Design, 88(8), 919-927.
- Znad, H., Báles, V., Markoš, J., & Kawase, Y. (2004). Biochem Eng J, 21(1), 73-81.
- Wolf-Márquez, V. E., García-García, E., García-Rivero, M., Aguilar-Osorio, G., & Trujillo, M. (2015). Appl Biochem and Biotechnol, 177(6), 1201-1215.
- Hernández-Acevedo, A. G. (2022). Tesis de Maestría, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

EXPRESIÓN HETERÓLOGA DE UNA ENZIMA CON ACTIVIDAD LIPOLITICA DE LA ARQUEA HALÓFILA *Natronococcus sp.* TC6 EN *Haloferax volcanii*

Ruben Espinosa S.¹, Vicente P. Armenta P.¹, Rosa M. Camacho R.¹, Juan C. Mateos D.¹, Marcelo Müller-Santos², Jorge A. Rodríguez G.¹, ¹ Depto. de Biotecnología Industrial Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), Zapopan, Jal. 45019, ² Depto. de Bioquímica e Biología Molecular, Universidade Federal do Paraná, 19046, Curitiba-PR, Brazil. esru88@gmail.com.

Palabras clave: actividad esterasa/lipasa, pNP ésteres, arqueas halófilas

Introducción. Las arqueas halófilas están adaptadas a ambientes hipersalinos, sus enzimas son de importancia biotecnológica dada su estabilidad bajo condiciones extremas (1). Concretamente las esterases y lipasas pueden ser empleadas para el desarrollo de moléculas de interés agroalimentario, cosmecéutico y farmacéutico (2). *Haloferax volcanii* es una arquea halófila utilizada para la expresión heteróloga en arqueas debido a su fácil cultivo en laboratorio, y que se han desarrollado varios plásmidos y marcadores (3). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la inducción con diferentes concentraciones de triptófano (Trp) en la expresión heteróloga de una enzima de *Natronococcus sp.* TC6 en *Haloferax volcanii*.

Metodología. Se realizó la activación en placa con medio Hv-YPC de *Hfx. volcanii* con el inserto de una enzima de *Natronococcus sp.* TC6 de un conservado a -80 °C, se incubó durante 4 días a 45 °C. A partir de una colonia se inocularon 10 mL de medio Hv-YPC incubando a 45 °C y 170 rpm hasta alcanzar una densidad óptica (DO) entre 0.4 y 0.6. El pellet celular fue centrifugado y resuspendido en 50 mL de medio Hv-Ca, al alcanzar una DO de 0.3 se adicionó Trp (0, 1, 3, 6 y 9 mM) y se incubó durante 20 h bajo las mismas condiciones. El extracto enzimático fue obtenido por disrupción celular y centrifugación. Se determinó la proteína soluble por el método de Bradford y la actividad esterasa/lipasa (1) fue determinada empleando como sustratos *p*-nitrofenil-ésteres (valerato C5, octanoato C8, dodecanoato C12 y palmitato C16). Una Unidad enzimática (U) fue definida como la cantidad de proteína que libera 1 μmol de pNP por minuto en las condiciones de ensayo.

Resultados. La cuantificación de proteína por el método de Bradford y actividad enzimática con *p*-nitrofenil-octanoato indican que el Trp indujo la expresión de la enzima de interés, siendo los tratamientos con mayor producción de proteína (mg/mL) y actividad (U/mL) los de 6 y 9 mM de Trp (Tabla 1); mientras que, el tratamiento con 6 mM de Trp produjo la respuesta más alta de actividad específica (Tabla 1). Se realizó un ensayo de actividad esterasa/lipasa con pNP de diferente longitud de cadena para el tratamiento con 6 mM de Trp, y se encontró que la enzima presente en el extracto exhibe mayor actividad sobre los ésteres de pNP de cadena corta (C5) y mediana (C8), teniendo la mayor actividad con *p*-nitrofenil-octanoato (Fig. 1) y menor actividad en C12, mientras que con C16 no se detectó actividad con el extracto, lo cual puede ser atribuido a la insolubilidad del sustrato al ser de mayor longitud de cadena acilo.

Tabla 1. Proteína soluble del cultivo de *Hfx. volcanii* con variaciones en la concentración de Trp como inductor de la expresión enzimática y actividad específica con *p*-nitrofenil-octanoato

Trp (mM)	Proteína (mg/mL)	Actividad (U/mL)	Actividad específica (U/mg)
0	1.31±0.01	0.40±0.01	0.31
1	1.33±0.02	1.07±0.03	0.81
3	1.35±0.01	1.46±0.01	1.08
6	1.43±0.02	1.52±0.01	1.07
9	1.44±0.02	1.48±0.02	1.02

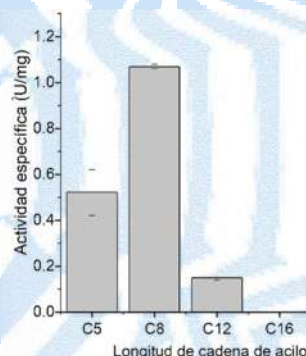


Fig. 1. Actividad específica del extracto enzimático del cultivo de *Hfx. volcanii* con 6 mM de Trp sobre la hidrólisis de *p*-nitrofenil-ésteres.

Conclusiones. Se determinó que 6 mM de Trp es suficiente para lograr la máxima expresión de proteína de interés soluble por *Hfx. volcanii* y la enzima producida presenta la mayor actividad con un éster de cadena mediana (pNPC8).

Agradecimiento. Este trabajo contó con el apoyo de CONACYT a través de la beca de estancia posdoctoral académica inicial 2022 (Ruben E.S.) y el proyecto B-S-34029-2019: "Evaluación de análogos de la capsaicina para el tratamiento de la obesidad y el síndrome metabólico".

Bibliografía.

- Martin del Campo M., Camacho R. M., Mateos J. C., M. Müller M., Córdova J., y Rodríguez J. A. (2015) Extremophiles. 19 (6):1121–1132.
- Serveau C., Verger R., Rodriguez J. A., y Abousalham A. (2013) Analyst. 138 (18): 5230–5238.
- Allers T., Barak S., Liddell S., Wardell K., y Mevarech M. (2010) Appl. Environ. Microbiol. 76 (6):1759–1769.

EFECTO DE pH EN LA PRODUCCIÓN DE CELULASAS DE *Trichoderma harzianum* ITV-22 PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL DE SEGUNDA GENERACIÓN (2G)

Ricardo Vargas Bello, Sandra Trinidad del Moral Ventura, María Inés Infanzón Rodríguez, Beatriz Torrestiana Sánchez, María Guadalupe Aguilar. Unidad de Investigación y Desarrollo de Alimentos, Instituto Tecnológico de Veracruz, Av. Miguel Ángel de Quevedo 2779, Formando Hogar, Veracruz, Veracruz, C.P. 91897, MÉXICO maría.au@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: Celulasas, Bioetanol 2G, Enzimas

Introducción. El bioetanol de segunda generación (2G) a partir de residuos lignocelulósicos ricos en celulosa y hemicelulosa es uno de los biocombustibles más prometedores. Sin embargo, los residuos se requieren hidrolizar mediante la acción concentrada de celulasas, lo cual eleva considerablemente los costos de producción de bioetanol ⁽¹⁾. Los microorganismos más utilizados para la producción de celulasas son los hongos filamentosos, entre los que destacan *Aspergillus niger*, *Trichoderma sp* y *Humicola insolens* ⁽²⁾. La producción de enzimas por hongos es afectada por distintos factores como: las fuentes de nitrógeno y pH.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del pH en la producción de celulasas de *T. harzianum* ITV-22.

Metodología.

T. harzianum ITV-22 forma parte del cepario del Laboratorio de Bioingeniería del Instituto Tecnológico de Veracruz. La fermentación sumergida se realizó usando un medio de cultivo compuesto por: 20 g/L de celulosa de bagazo de caña, KH₂PO₄ 5 g/L, Medio Vogels 1 mL/L, CaCl₂ 0.1 g/L MgSO₄·7 H₂O 1.4 g/L y (NH₄)SO₄ 3, 6 y 9 g/L. Las fermentaciones fueron llevadas a cabo a 30°C, 200 rpm por 168 h, donde la variable de respuesta fue la actividad celulasa en papel filtro (FPasa), endoglucanasa (CMCasa) y Beta-glucosidasa (BGL).

La actividad CMCasa fue cuantificada por la metodología reportada por Ordaz Díaz, *et al.*, 2016. La actividad FPasa fue cuantificado de acuerdo a Ghose T.K. (1987) ⁽³⁾. La actividad β-glucosidasa (BGL) fue cuantificada siguiendo la metodología reportada por Singhanian *et al.* (2011) ⁽⁴⁾.

Resultados. Los resultados mostraron que las variaciones de pH tienen un efecto significativo en la actividad enzimática al igual que la fuente de nitrógeno. A concentraciones bajas de nitrógeno (3g/L), la actividad celulasa es menor en comparación a concentraciones más altas (6g/L). Por otro lado, a pH 4.5 y una concentración de 6 g/L de sulfato de amonio, la actividad de CMCasa (5.9 U/mL) y FPasa (5.5 U/mL) tuvieron su mayor actividad a las 48 h en fermentación sumergida.

En contraste, a pH 6.5 se favoreció la actividad BGL (16.93 U/mL) al término del bioproceso (144 h), mientras la mayor actividad FPasa (7 U/mL) se obtuvo a las 72 h. Sohail *et al.*, 2009⁽⁵⁾ reportaron que las variaciones en pH y temperatura pueden beneficiar la producción de enzimas celulasas en cepas de *Aspergillus niger*. y *Trichoderma sp.* obteniendo actividades de endoglucanasa y β-glucosidasa de 1.95 y 2.76 U/mL respectivamente estando a pH de 4 y una temperatura de 35 °C. En comparación con este trabajo las mejores actividades de CMCasa y β-glucosidasa producen 3.05 y 6.1 veces mas actividad a pH de 6.5. Si el objetivo es producir β-glucosidasa, se recomienda utilizar un pH de 6.5 durante 144-168 hrs, en cambio, para la producción de FPasa y CMCasa se recomienda utilizar un pH de 4.5 durante 72 h.

Conclusiones. Las variaciones de pH tienen un efecto significativo en la secreción de *T. harzianum* ITV-22.

Agradecimiento. Agradecimientos a la agencia CONACYT por fomentar la investigación con su apoyo económico al proyecto COVEICYDET CP 1111 13/04/23.

Bibliografía.

- (1) Maitan, P. Visser, M. Monteze, V. Enzymatic hydrolysis of lignocellulosic biomass: converting food waste in valuable products. Elsevier, (2015) 1: 44-49.
- (2) Hansen, H. Lübeck, M. Frisvad, J. Lübeck, P. Andersen, B. Production of cellulolytic enzymes from ascomycetes: Comparison of solid state and submerged fermentation. Process Biochemistry (2015): 1359-5113
- (3) Ghose, T. K. "Measurement of cellulase activities". Pure and applied Chemistry, 59(1987), 257-268. Singhanian, R. Sukumaran, R. Patel, A.
- (4) Larroche, C. Pandey, A. Advancement and comparative profiles in the production technologies using solid-state and submerged fermentation for microbial cellulases. Enzyme and Microbial Technology, (2011) 127: 500-507
- (5) Sohail M. Siddiqui R. Ahmad A. y Khan A. "Cellulase production from *Aspergillus niger* MS82: effect of temperature and pH" Department of microbiology, University of Karachi (2009) Volumen 25, 1871-6784.

Expresión y caracterización de una L-asparaginasa sin actividad secundaria de glutaminasa de *Streptomyces scabrisporus*.

Ricardo Rodríguez Vargas^{1,2}, Andrés Zárate Romero², Alejandro Huerta Saquero².

¹ Departamento de Microbiología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Km 107 carretera Tijuana-Ensenada, Zona Playitas, C. P. 22860 Apdo. Postal 360. ² Departamento de Bionanotecnología, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Autónoma de México, Carretera Km 107 carretera Tijuana-Ensenada, Zona Playitas, C.P. 22860 Apdo. Postal 14. ricardo@cicese.edu.mx

Palabras clave: L-asparaginasa, S. scabrisporus, glutaminasa

Introducción. La L-asparaginasa es una enzima de interés biotecnológico debido a que se utiliza como un tratamiento estándar contra la Leucemia Linfocítica Aguda (LLA). No obstante, las dos fuentes de la enzima (*Escherichia coli* y *Erwinia chrysanthemi*) actualmente disponibles para tratamiento presentan efectos secundarios adversos como reacciones inmunogénicas por su origen bacteriano y problemas asociados a la actividad secundaria de glutaminasa (1). Es por ello que en la actualidad se han realizado análisis bioinformáticos para la búsqueda de nuevas fuentes de L-asparaginasa como la de *S. scabrisporus* la cual posee un bajo perfil inmunogénico, afinidad por el sustrato (asparagina) y no posee actividad secundaria de glutaminasa (2). El objetivo de este trabajo es la producción recombinante de la L-asparaginasa de *S. scabrisporus* y la caracterización cinética de la enzima.

Metodología. La L-asparaginasa de *S. scabrisporus* fue clonada en el plásmido pJET (Thermo Fisher) y después subclonada en el plásmido pET28a el cual se utilizó para transformar células competentes BL21(DE3) de *E. coli*. La proteína fue purificada con una columna de afinidad a níquel (HisTrap, Cytiva) con eluciones ascendentes de Imizadol (20, 50, 100, 300 y 500 mM), las fracciones obtenidas fueron observadas en geles de poliacrilamida al 12%. Los ensayos de cinética enzimática se realizaron utilizando buffer de carbonatos pH 10, 0.1 M y el sustrato utilizado fue L-asparagina y L-glutamina.

Resultados. Como se puede observar en la figura 1, en los carriles 7-10 se observan las bandas de 35kDa correspondiente a la asparaginasa de *S. scabrisporus*. La enzima obtenida fue utilizada para realizar cinéticas enzimáticas y determinar los parámetros cinéticos utilizando el modelo de Michaelis-Menten (tabla 1). Además, se verificó la actividad específica de la enzima por el sustrato L-asparagina encontrando que en presencia de L-glutamina (figura 2), la enzima no presentó actividad en tiempos de hasta 1 hora.

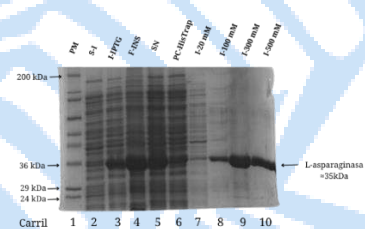


Fig. 1. Purificación de la L-asparaginasa de *S. scabrisporus*. Gel de poliacrilamida al 12%.

Tabla 1. Parámetros cinéticos de la L-asparaginasa

Enzima	Vmax (μM)	Km (mM)	R ²
L-asparaginasa	0.01395±0.0011	7.91±1.40	0.976

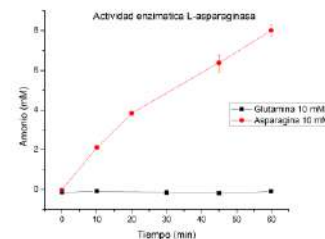


Fig. 2. Ensayos de actividad enzimática usando L-asparagina y L-glutamina como sustrato.

Conclusiones. Los resultados obtenidos comprueban la purificación de la asparaginasa recombinante de *S. scabrisporus*, al igual que se pudo demostrar la actividad específica por el sustrato asparagina y su nula actividad secundaria de glutaminasa.

Agradecimiento. Al apoyo de CICESE y CNyN donde se realizó el trabajo experimental y la beca otorgada por el CONACyT.

Bibliografía.

1. Terwilliger, T., & Abdul-Hay, M. J. B. C. J. (2017). Acute lymphoblastic leukemia: a comprehensive review and 2017 update. Blood cancer journal, 7(6), e577-e577.
2. González-Torres, I., Perez-Rueda, E., Evangelista-Martínez, Z., Zárate-Romero, A., Moreno-Enríquez, A., & Huerta-Saquero, A. (2020). Identification of L-asparaginases from Streptomyces strains with competitive activity and immunogenic profiles: a bioinformatic approach. PeerJ, 8, e10276.

EVALUACIÓN IN SILICO DE LA INTERACCIÓN DE LA PENICILINA G ACILASA CON MOLECULAS DE INTERES AMBIENTAL

Raúl Balam Martínez Pérez, Jesly America Valdez González, Luis Alonso Leyva Soto, Pablo Gortáres Moroyoqui y Lourdes Mariana Díaz Tenorio. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 5 de febrero 818, Centro, Urb. No. 1, Cd Obregón, Sonora, CP 85000, México. raul.martinez@itson.edu.mx

Palabras clave: Penicilina G acilasa, antibióticos, análisis computacional

Introducción. La penicilina G acilasa (EC 3.5.1.11) es una enzima hidrolítica que actúa sobre las cadenas laterales de la penicilina G, la cefalosporina G y otros antibióticos relacionados para producir un antibiótico β-lactámico (Marešová et al., 2012), atacando en enlace amida presente en estas moléculas. Debido a que diversos contaminantes ambientales en suelo y agua, presentan enlaces amida en su estructura, en este estudio se evaluó la interacción de la PGA con propanil, prasugrel, diacetato de fluoresceína, ketoconazol y oseltamivir, mediante análisis computacionales, con el objetivo de comprender la interacción entre la PGA y estos antibióticos mediante acoplamiento molecular y caracterización del bolsillo de unión a los ligandos.

Metodología. Se modelaron los sustratos propanil, prasugrel, diacetate de fluoresceína, ketoconazole y oseltamivir obtenidos de la base de datos DrugBank. La optimización de su geometría se realizó utilizando el campo de fuerza MMFF94. Se utilizó la Penicilina G acilasa (PGA; PDB ID: 1AI6), a la cual se le eliminaron los complejos químicos con el servidor CHARMM-GUI. La preparación de las moléculas del ligando y receptor se realizó con AutoDockTools v1.5.6 y se les añadieron cargas de Gasteiger y se fusionaron los hidrógenos no polares a los ligandos. El mecanismo de unión de los complejos proteína-ligando se realizó en AutoDockVina v2.1.1

Tabla 1. Afinidad de la PGA con moléculas de interés ambiental.

Molécula	Acción	Afinidad (kcal/mol)	Distancia Ser=O	Interacciones
Propanil	Herbicida	-5.3	2.9	Ser1, Asn241, Gln23
Prasugrel	Inhibidor plaquetario	-7	2.9	Ser1, Asn241, Phe71
Fluorescein diacetate	Colorante	-8.5	2.8	Ser1, Asn241
Ketoconazole	Antimicótico	-7.5	2.9	Ser1, Asn241
Oseltamivir	Antiviral	-6.0	2.9	Ser1, Ala69, Gln23, Tyr31

Resultados. Se generó la estructura tridimensional de la penicilina G acilasa sin complejos, la cual se utilizó para los acoplamientos moleculares. La mejor energía de afinidad se obtuvo con el colorante acetato de fluoresceína (-8.5 kcal/mol), mientras que la menor energía se observó con el antiviral oseltamivir (-6.0 kcal/mol). En todos los casos evaluados se mostró interacción con la serina catalítica de la PGA y una distancia de enlace menor a 3 Å. Así mismo, otros de los aminoácidos implicados en el enlace del ligando al sitio de enlace de la enzima es el Asn241, teniendo un enlace más débil que entre la Ser1 y el enlace amida (Tabla 1).

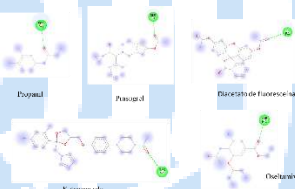


Fig. 1. Interacción enzima sustrato. Las líneas punteadas verdes indican el puente de hidrógeno entre la serina catalítica de la penicilina G acilasa y el enlace amida de los sustratos.

Conclusiones. La penicilina G acilasa (PGA) tiene la capacidad de interactuar con moléculas amidadas, las cuales son diferentes a los antibióticos β-lactámicos, los cuales pueden llegar a generar un problema medio ambiental. Estos hallazgos proveen una visión de los posibles usos de la PGA en la bioremediación de compuestos amidados.

Agradecimiento. Los autores agradecen al PROFAPI-ITSON.

Bibliografía.

1. Helena Marešová & Martina Plačková & Michal Grulich & Pavel Kyslík Current state and perspectives of penicillin G acylase-based biocatalyses, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98, 2867–2879, 2014.
2. Trott O, Olson AJ. AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *J Comput Chem*. 2010 Jan 30;31(2):455-61. doi: 10.1002/jcc.21334. PMID: 19499576; PMCID: PMC3041641.

CÁSCARA DE CACAHUATE, UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE ENZIMAS DE INTERÉS INDUSTRIAL

Ney Carrillo González, Elba N. Madrigal Yañez¹, Martha F. Martín del Campo Solís², Yokiushirdhilgilmara Estrada Girón, Angelina Martín del Campo Campos, Zazil Y. Escalante García¹, Jorge H. Gómez Angulo¹

1. Departamento de Ingeniería Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jalisco C.P.44430. jhector.gomez@academicos.udg.mx
2. Departamento de Fundamentos del Conocimiento, CUNORTE, Universidad de Guadalajara, Colotlán, Jalisco C.P. 46200

Palabras clave: Cascara de Cacahuate, Xilanasas, Celulasas

Introducción. En la actualidad existe un creciente interés en la generación de alimentos funcionales, entre los cuales se encuentra la producción de prebióticos por los múltiples beneficios a la salud humana. Una alternativa sustentable para la generación de prebióticos es mediante la utilización de enzimas microbianas para la degradación de residuos lignocelulósicos. En México, el cacahuete es uno de los productos agrícolas que más se consume, se estima que anualmente se producen 160 mil toneladas de las cuales 145 mil toneladas son destinadas al consumo humano, 6 mil toneladas al procesamiento industrial, 8 mil toneladas a otros usos y mil toneladas a semillas para siembra (1). La magnitud de los residuos de cáscara de cacahuete que se generan en el país, se han utilizado como abono o agroalimento, sin embargo, utilizar este residuo para generar productos de alto valor agregado es una alternativa atractiva. Este trabajo tiene como objetivo la obtención de hidrolasas a partir de un residuo agroindustrial de la región.

Metodología. Para la producción de las enzimas se empleó el hongo *Aspergillus niger*, las enzimas se produjeron mediante fermentación en medio sólido, se utilizó como soporte-sustrato la cáscara de cacahuete triturada, con tamaño de partícula de las mallas 30 y 150, al 70% de humedad. La determinación de las actividades enzimáticas de xilanasas y celulasas, se midieron los azúcares reductores liberados por el método de Miller(2).

Resultados. La fermentación para la producción de celulasas y xilanasas se llevó a cabo una cinética enzimática para determinar las condiciones óptimas para obtener la mayor producción de enzima. Una vez que se realizó la cinética se obtuvieron los extractos enzimáticos a las 12, 24, 36 y 48 horas, para posteriormente realizar la caracterización bioquímica

de los mismos. A cada uno de los extractos obtenidos se les determinó la actividad celulolítica y xilanólica a diferentes pH y temperaturas, midiendo los azúcares reductores liberados en cada reacción. En la tabla 1 se muestra los resultados de la determinación del pH óptimo para ambas actividades en donde se observa que la xilanasas tiene un pH óptimo de 5.5 con una actividad de 5.956 U/ml, mientras que la celulasas muestra un pH óptimo de 5.5 con una actividad de 7.069 U/ml. Por otra parte se encontró que la temperatura óptima para la celulasas es de 65°C, con una actividad de 7.130 U/ml, mientras que la xilanasas es estable en un rango de temperatura de 35°C a 75°C presentando una actividad promedio de 8.806 U/ml.

Tabla 1. pH óptimo del extracto enzimático

	Actividad Celulolítica	Actividad Xilanólica
pH	U/ml	U/ml
4.5	5.044	4.104
5	6.955	3.425
5.5	7.069	5.956
6	6.467	4.197
6.5	5.104	5.370

Conclusiones. La actividad enzimática es competitiva con otras enzimas reportadas, la xilanasas con potencial para realizar la hidrólisis de diferentes residuos agroindustriales para la producción de prebióticos.

Agradecimiento. A la Universidad de Guadalajara por el financiamiento de este trabajo y a los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química por facilitar sus instalaciones.

Bibliografía.

1. Secretaría de agricultura y desarrollo social 2021
2. Miller, G. L. (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal Chem. 31:426-428.2.

Expresión y purificación de dos cisteína proteasas recombinantes CP A1 Y CP A4 de *Trichomonas vaginalis*

Miriam Guadalupe Mateo-Cruz¹, Claudia Ivonne Flores-Pucheta², Rosa E. Cárdenas-Guerra², Jaime Ortega-López², Rossana Arroyo¹. Centro de investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, ¹ Depto. de Infectómica y Patogénesis Molecular, ² Depto. de Biotecnología y Bioingeniería, Ciudad de México, CP 07360, miriam.mateo@cinvestav.mx

Palabras clave: *Trichomonas vaginalis*, cisteína proteasas y autofagia

Introducción. Las cisteína proteasas (CPs) son enzimas que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos y desempeñan papeles fundamentales en la regulación de varias funciones biológicas. En los protozoos las CPs tiene un papel crítico en la patogenicidad, acceso de nutrientes, activación de enzimas, evasión de la respuesta inmune, invasión celular, transformación de fase, procesamiento de proteínas de superficie e inducción de respuestas inflamatorias, entre otros (1). *Trichomonas vaginalis* es un protozoario parásito rico en proteasas del tipo CP que se ha demostrado participan en la citoadherencia (TvCP30, TvCP62, TvLEGU-1), citotoxicidad (TvCP65, TvCP39, TvCP12), hemólisis (TvCP4), evasión de la respuesta inmune (TvCP39) e inducción de apoptosis en células hospederas (CP2, CP4 y CPT) (2). Evidencia de estudios previos sugieren que las CPs A1 y A4, zimógenos de ~35 kDa, son necesarias para el procesamiento de proteínas del proceso autofágico de *T. vaginalis* (3). Por lo descrito anteriormente, el objetivo de este trabajo es obtener a las proteínas recombinantes CP A1 y CP A4 para su caracterización bioquímica y funcional.

Metodología. Los genes correspondientes a *cp a1* y *cp a4* se obtuvieron por Synbio Technologies y se clonaron en el vector de expresión pCri8a. Ambas construcciones se transformaron en células competentes de *Escherichia coli* BL21(DE3) y se crecieron en medio 2TY. La expresión de las proteínas se indujo con 0.1 mM de IPTG a 18 °C por 14 h. Las proteínas se purificaron por cromatografía de afinidad a Ni²⁺ y se analizaron por SDS-PAGE al 10%.

Resultados. El análisis de la expresión por SDS-PAGE indica que las proteínas CP A1 (Fig. 1a) y CP A4 (Fig. 1b) se expresaron principalmente en la fracción insoluble (FI), y aunque en menor proporción también se observó la expresión de las proteasas en la fracción soluble (FS). Por lo que la purificación de las proteasas se realizó a partir de la FS. Las CPs recombinantes presentaron el peso molecular de 35.5 kDa para CP A1 y 35.4 kDa para CP A4.

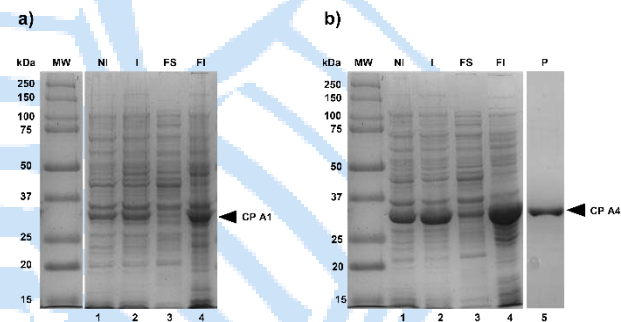


Fig. 1. Expresión de las proteasas CP A1 y CP A4 en *E. coli* BL21 (DE3). La expresión de ambas proteasas recombinantes se observa como bandas proteicas de 35.5 kDa y 35.4 kDa correspondientes a CP A1 y CP A4, respectivamente. Marcador de peso molecular MW; No inducida (NI); Inducida (I); Fracción soluble (FS); Fracción insoluble (FI); Proteína purificada (P). SDS-PAGE al 10%.

Conclusiones. Las proteínas recombinantes CP A1 y CP A4 de *T. vaginalis* se expresaron en *E. coli*, se purificaron por cromatografía de afinidad a partir de la fracción soluble, lo que sugiere que ambas proteínas purificadas están en su conformación nativa.

Agradecimiento. Este proyecto fue financiado con apoyo de CINVESTAV-IPN y Conacyt donativo INFR-2016-01-269657 (JOL) y beca CONACyT para estudios de posgrado (MGMC) número 001931. No. CVU 1002671.

Bibliografía.

1. Rawat, A., Roy, M., Jyoti, A., Kaushik, S., Verma, K., y Srivastava, V. K. (2021). Cysteine proteases: Battling pathogenic parasitic protozoans with omnipresent enzymes. *Microbiological Research*, 249, 126784.
2. Arroyo, R., Cárdenas-Guerra, R. E., Figueroa-Angulo, E. E., Puente-Rivera, J., Zamudio-Prieto, O., y Ortega-López, J. (2015). *Trichomonas vaginalis* Cysteine Proteinases: Iron Response in Gene Expression and Proteolytic Activity. *BioMed Research International*, 2015.
3. Hernández-García, M. S., Miranda-Ozuna, J. F. T., Salazar-Villatoro, L., Vázquez-Calzada, C., Ávila-González, L., González-Robles, A., Ortega-López, J., y Arroyo, R. (2019). Biogenesis of Autophagosome in *Trichomonas vaginalis* during Macroautophagy Induced by Rapamycin-treatment and Iron or Glucose Starvation Conditions. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 66(4), 654–669.

Biosensor colorimétrico para la detección de arginina para aplicación biomédica.

Miguel Méndez García,¹ Abraham Ulises Chávez Ramírez,² Alejandra Álvarez López,¹ Vanessa Vallejo Becerra y Juan de Dios Galindo de la Rosa^{1*}

¹Facultad de Ingeniería, División de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario Cerro de las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010, México.

²Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Qro., C.P. 76703, México.

Palabras clave: arginasa, ureasa, biosensor.

Introducción. La L-arginina es una molécula que ofrece una importancia clínica y de control de calidad. Se encuentra predominantemente en los sitios activos de muchas proteínas. Su estructura es favorable para ayudar a la unión del anión fosfato y, por lo tanto, cataliza las reacciones de fosforilación.^[1] La arginemia es un trastorno que ocasiona la acumulación de arginina en el cuerpo, ya que no se puede degradar este aminoácido^[2]. Encontrar métodos de detección de arginina rápidos, fáciles de utilizar, eficientes y económicos es una necesidad actualmente, donde la tecnología de biosensores enzimáticos se presenta como una gran alternativa^[3]. En este trabajo de investigación se presenta el desarrollo de un biosensor colorimétrico de arginina utilizando a las enzimas arginasa y ureasa como bioreceptores.

Metodología. Para la detección de arginina se desarrolló sensores microfluídicos de arginina y urea como control. Se sintetizaron nanoesferas de quitosano funcionalizadas con glutaraldehído para la generación de enlaces entrecruzantes para la inmovilización de las enzimas ureasa y arginasa y en conjunto de un agente cromogénico y depositadas en papel Whatman. Se llevó a cabo el estudio del efecto de la temperatura y el pH sobre la actividad de las enzimas inmovilizadas, para encontrar las condiciones operacionales del biosensor. Se llevó a cabo el análisis colorimétrico de las zonas de detección para obtener las curvas de calibración para el biosensor colorimétrico de arginina, obteniendo los valores de color RGB utilizando un colorímetro.

Resultados. Con la creación de una tinta cromogénica que contenía las enzimas arginasa y ureasa y el uso de las nanoesferas de quitosano se pudo llevar a cabo de forma exitosa la detección de arginina ya que la respuesta colorimétrica pudo ser medida de forma eficiente debido a la sensibilidad presentada por la fase sensora diseñada ya que por medio de las reacciones catalíticas de la arginina y la formación de productos de reacción.

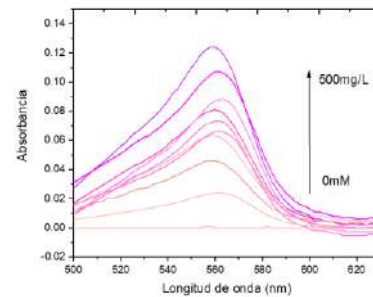


Fig. 1. Evaluación óptica de la detección de arginina por medio de la tinta catalítica de arginasa desarrollada.

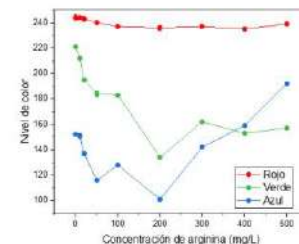


Fig. 2. Evaluación de detección colorimétrica de arginina por medio del método de detección desarrollado.

Conclusiones. Se desarrollo un método de detección de arginina económico, sensible y fácil de operar por medio de las enzimas arginasa y ureasa.

Bibliografía.

1. Verma N., Singh A.K., Singh M. (2017) *Biochem. Biophys. Rep.* 12, 228-239.
2. Fuhrmann J., Schmidt A., Spiess S., Lehner A., Turgay K., Mechtler K., Charpentier E., Claussen T. (2009) *Science*, 324, 1323-1327.
3. Berkerta K., Saiapina O., Fayura L., Sibirny A., Dzyadevych S., Soldatkin O. (2022) *Sens. Actuators B Chem.* 367, 132023.

PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN CINÉTICA DE UNA CLOROGENATO HIDROLASA DE *ASPERGILLUS NIGER* AUTOINMOVILIZADA

Melissa Solís Villafranco¹, Adilene Sánchez Alaniz¹, María Alejandra Pichardo Sánchez², Rodolfo Torres de los Santos¹, Guadalupe Bustos Vázquez¹, Luis V. Rodríguez Durán¹.

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Cd. Mante, Tamaulipas, C.P. 89840. ²Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Biotecnología, Cd. de México, C.P. 09340. luis.duran@docentes.uat.edu.mx

Palabras clave: Ácido clorogénico, ácido cafeico, hidrólisis.

Introducción. La clorogenato hidrolasa cataliza la hidrólisis del ácido clorogénico. Esta enzima se puede utilizar para la extracción de ácido cafeico a partir de subproductos agroindustriales (1), así como para la síntesis de derivados bioactivos del ácido cafeico (2). Estos compuestos tienen importantes actividades biológicas y diferentes aplicaciones potenciales. El objetivo de este trabajo fue caracterizar cinéticamente una clorogenato hidrolasa producida por *Aspergillus niger* CR1 en Fermentación en Estado Sólido (FES) y autoinmovilizada en el soporte.

Metodología. La FES se llevó a cabo en matraces Erlenmeyer utilizando perlita como soporte y un medio con ácido clorogénico como fuente de carbono e inductor. El medio de cultivo se inoculó con 1×10^6 esporas/mL, se mezcló con el soporte sólido y se incubó durante 48 h a 30 °C. El soporte fermentado se lavó 3 veces con agua destilada, se colocó en columnas de vidrio y se hizo pasar una corriente de aire seco (100 mL/min) hasta alcanzar una humedad menor al 10%. Los sólidos secos se utilizaron para catalizar la hidrólisis del ácido clorogénico en un reactor de doble pared. Se estudió el efecto de la concentración del sustrato en el rango de 0.31 a 40 mM. La reacción se llevó a cabo a pH 6.5 y 37 °C durante 2 h, se tomaron muestras a intervalos regulares, la reacción se detuvo con metanol y se midió la concentración de ácido cafeico por HPLC (3). Se estimó la velocidad inicial de reacción por regresión lineal y se calcularon los parámetros cinéticos por un método de linealización.

Resultados. En la Figura 1 se observa que la velocidad de reacción aumenta a partir de la concentración inicial (0.31 mM) hasta la concentración 5 mM, mientras que de la concentración 10 a 40 mM la velocidad de reacción disminuye. Este comportamiento corresponde a la inhibición por sustrato. Se determinaron los parámetros cinéticos del modelo de Michaelis-Menten con inhibición por sustrato (K_m , V_{max} y K_i) por el método de Lineweaver-Burk (Figura 2).

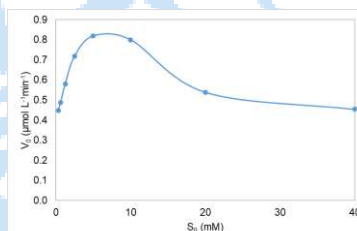


Fig. 1. Efecto de la concentración de sustrato sobre la velocidad de reacción

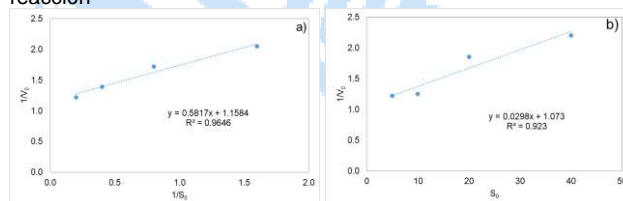


Fig. 2. Linealización de los datos cinéticos en la zona sin inhibición (a) y con inhibición (b).

El valor estimado de K_m (0.50 mM) es cercano para otras clorogenato hidrolasas de *Aspergillus*. Adachi *et al.*, (4) reportaron una K_m de 0.72 mM para una clorogenato hidrolasa autoinmovilizada de *A. sojae*. Sin embargo, la inhibición por sustrato no se ha reportado para las clorogenato hidrolasas caracterizadas previamente.

Conclusiones. La clorogenato hidrolasa autoinmovilizada de *A. niger* CR1 presenta parámetros cinéticos similares a otras clorogenato hidrolasas de *Aspergillus*, pero muestra inhibición por sustrato.

Agradecimiento. Al proyecto SEP-CONACYT Ciencia Básica A1-S-29456.

Bibliografía.

1. Asther, M., Estrada, M.I., Haon, M., Navarro, D., Asther, M., Lesage-Meessen, L. & Record, E. (2005) *J. Biotechnol.* 115, 47-56.
2. Kishimoto *et al.*, (2005), *Appl Microbiol Biotechnol* 68, 198-202.
3. Ferrétiz-Castillo, P.Y., Mendoza-Conde, A.A., Pichardo Sánchez, M.A., Bustos-Vázquez, M.A., Ascasio Valdez, J.A., Aguilar, C.N., Rodríguez-Durán, L.V. (2021). Optimization of chlorogenate hydrolase activity production by *Aspergillus niger* CR1. Memorias del congreso Latin Food 2021. Ameca. Puebla, Puebla.
4. Adachi, O., Ano, Y., Akakabe, Y., Shinagawa, E., & Matsushita, K. (2008). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 81, 143-151.

**CARACTERIZACIÓN DE ENDOGLUCANASAS OBTENIDAS DE *PENICILLIUM SP.*
AISLADO DE LA REGIÓN DE CHIPINQUE, N.L**

Melissa Guevara-Cañedo, Julio Silva-Mendoza, María Elena Cantú-Cárdenas, Myrna Laura Yeverino-Gutierrez

Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, 66455

Autor responsable: jsilvamd@uanl.edu.mx

Palabras clave: enzimas, hongos filamentosos, Agave salmiana

Introducción. Las endoglucanasas son un tipo de enzima que juega un papel crucial en la descomposición de la celulosa. Estas enzimas funcionan rompiendo los enlaces internos dentro de la estructura de la celulosa, lo que permite la liberación de moléculas de glucosa. Las endoglucanasas se encuentran en una variedad de organismos, incluidas bacterias, hongos y algunos animales. Tienen muchas aplicaciones potenciales en industrias como biocombustibles, producción de papel y pulpa y procesamiento de alimentos. Los estudios sobre las propiedades y comportamientos de las endoglucanasas aún están en curso, con el fin de comprender completamente su potencial para mejorar varios procesos biológicos¹.

El objetivo de este trabajo fue la caracterización de las endoglucanasas obtenidas del hongo del género *Penicillium sp.* aislado de Chipinque, Nuevo León.

Metodología. Se realizó un muestreo de materia vegetal en descomposición de la región de Chipinque, Nuevo León, México.

Se aislaron 62 hongos en medio de carboximetilcelulosa², de los cuales 12 resultaron positivos a la degradación celulosa realizando screening con rojo congo y se reportó índice de potencia.

Se realizó una fermentación en fase sólida por 14 días utilizando *Agave salmiana* como fuente de carbono³. Para la determinación de la temperatura y pH óptimos, se llevó a cabo un ensayo de actividad utilizando el método p-nitrofenilβ-D-Celobiósido (pNPC)⁴, con variaciones en la temperatura de 30 °C a 70 °C, variando 5°C entre cada ensayo y utilizando buffers de pH de 4-9, variando 1 unidad por cada ensayo.

Resultados. De acuerdo con las características macro y microscópicas, se determinó que el hongo que degradó mayor cantidad de celulosa pertenece al género *Penicillium sp.* con un IP de 2.5 y las condiciones óptimas reacción de la enzima son a un pH de 5, 45°C al día 5 de incubación.

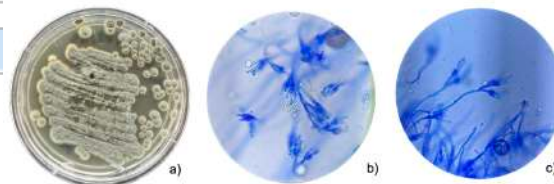


Fig. 1. Identificación Macroscópica (a) y microscópica a 100X (b, c) de *Penicillium sp.*

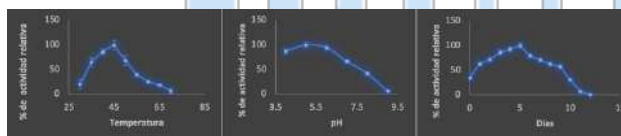


Fig. 2. Caracterización de endoglucanasas.

Conclusiones. En este trabajo se logró la caracterización de endoglucanasas obtenidas de hongos aislados de materia vegetal en descomposición a las condiciones óptimas de pH 5, 45°C al día 5 de incubación. Dichas enzimas se usarán posteriormente para la obtención de nanocelulosa.

Agradecimiento. A la UANL, a través del programa PAICYT, con la clave de proyecto 343-CN-2022

Bibliografía.

1. Chávez-Guerrero, et al. (2019). *Carbohydrate polymers*, 210, 85-91.
2. Kshirsagar, S. D., et al. (2016). *Journal of Applied Microbiology*, 120(1), 112-125.
3. Chávez-Guerrero, et al. (2017). *Cellulose*, 24, 3741-3752.
4. Jones M, et al (2020) *Mar Drugs* 18, 64.
4. Li, X., et al. (2019). *Biochemical Engineering Journal*, 151, 107363.

INMOVILIZACIÓN DE MICROALGAS EN MATRICES POLIMÉRICAS PARA LA ADSORCIÓN DE LA FRACCIÓN HIDROSOLUBLE DEL PETRÓLEO

Luz Elena Pérez Gutiérrez, Claudia Gómez Gutiérrez. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. Ensenada, 22860. elena.perez46@uabc.edu.mx

Palabras clave: microalgas, inmovilización, hidrocarburos

Introducción. El panorama en México con respecto a los derrames de hidrocarburos es alarmante, ya que en promedio se reportan 550 derrames anuales, entre los cuales destacan eventos que superan las 400 mil toneladas (1). Las técnicas actuales para su mitigación no se encuentran orientadas a la remoción de la fracción hidrosoluble del petróleo, la cual ha mostrado importantes efectos adversos en el ecosistema (2).

Este proyecto propone la evaluación de *Dunaliella salina* inmovilizada en matrices poliméricas de origen marino como una potencial herramienta biotecnológica para la adsorción de la fracción soluble (FS) del petróleo.

Metodología. *D. salina* se cultivó en un medio f/2 (3) a 21°C y 67 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; posteriormente se siguió la metodología de Dainty *et al.* (4) para realizar la inmovilización en una matriz esférica de alginato de calcio. Las esferas con y sin microalgas se nombraron Alg-DS y Alg, respectivamente. Para evaluar su capacidad de adsorción se realizó un bioensayo de exposición a FS al 12.5 % con 4 grupos experimentales: grupo de estudio (GE), grupo blanco (GB), grupo control del estudio (GCE), y grupo control (GC). Además, se realizaron pruebas de compresión para caracterizar sus propiedades mecánicas antes y después del bioensayo.

Tabla 1. Grupos experimentales

Grupo	GE	GB	GCE	GC
Muestra	Alg-DS	Alg	<i>D. salina</i> libre	Alg-DS
FS	12.5 %	12.5 %	12.5 %	0 %

Resultados.

Tabla 2. Eficiencia de inmovilización

Grupo	Células por esfera ($\times 10^6$)	Eficiencia
Alg-DS	5.308 \pm 0.25	81.37 %
Alg-DS (Grupo de estudio)	1.810 \pm 0.37	34.09 %

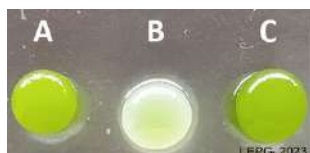


Fig. 1. Vista superior en esferas Alg-DS (A) grupo control; (B) grupo de estudio; (C) grupo sin tratamiento.

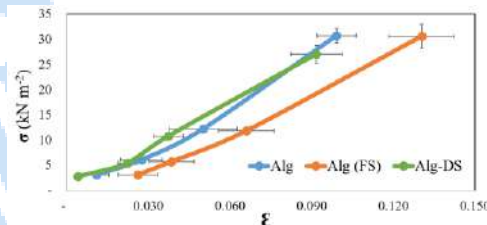


Fig. 2. Gráfica estrés-deformación de esferas Alg y Alg-DS.

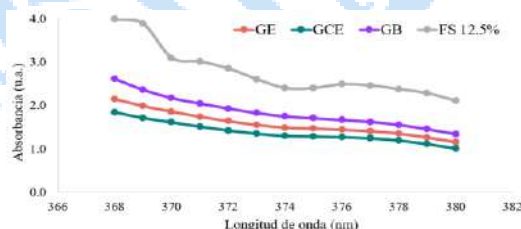


Fig. 3. Espectro UV-VIS de Fracción Soluble en grupos experimentales.

Conclusiones. Se inmovilizó a la microalga *D. salina* en una matriz de alginato con una eficiencia de 81.37 %. En el bioensayo de exposición se observó una menor adsorción de la fracción soluble por parte de las esferas Alg-DS en comparación a *D. salina* libre. Las esferas Alg-DS expuestas a FS (Grupo de Estudio) mostraron disrupción en todas las pruebas mecánicas; sin embargo, sobrevivió el 34.09 % de estas células inmovilizadas mientras que las células libres (Grupo control del Estudio) no sobrevivieron. Se recomienda realizar estudios comparativos con otros organismos, matrices de inmovilización y proporciones entre estos.

Agradecimiento. Dra. Tatiana Olivares, Instituto de Investigaciones Oceanológicas; Dra. Haydee López, Universidad Autónoma de Baja California; Dr. Dante Magdaleno, Universidad Autónoma de Baja California.

Bibliografía.

1. PEMEX. (2021). *Anuario estadístico*.
2. National Research Council (2003). *Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects*. The National Academies Press. Estados Unidos. 19-64
3. Guillard, R. R. L., & Ryther, J. H. (1962). *CJM*, 8(2), 229-239.
4. Dainty, A. L., Goulding, K. H., Robinson, P. K., Simpkins, I., & Trevan, M. D. (1986). *B&B*, 28(2), 210-216.

DIFERENCIAS EN EL NODO DEL ISOCITRATO ENTRE *A. schindleri* ACE Y *E. coli* JM101.

Lorena Quiroz¹, Alvaro R. Lara², Dolores Reyes-Duarte², Juan Carlos Sigala². Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, ¹Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, ²Departamento de Procesos y Tecnología, Cuajimalpa de Morelos, C.P. 05348, Ciudad de México. (lore200295@gmail.com)

Palabras clave: *Acinetobacter*, *isocitrato deshidrogenasa*, *actividad enzimática*.

Introducción. *Acinetobacter schindleri* ACE (ACE) es una bacteria gram negativa que utiliza acetato como fuente de carbono primaria a una velocidad específica de crecimiento (μ) de 0.93 h^{-1} (1). Sin embargo, la bacteria en la que más se ha estudiado el metabolismo de acetato es *Escherichia coli* (*E. coli*). Particularmente JM101 crece a una μ de 0.33 h^{-1} (1,3). Investigar las diferencias que favorecen el catabolismo acelerado de acetato en ACE con respecto a *E. coli* sigue siendo importante, ya que tiene aplicaciones en la mitigación del sobreflujo metabólico de *E. coli*, y además ACE puede utilizarse como agente detoxificador de acetato en hidrolizados de biomasa lignocelulósica. Para ello es importante entender cómo se lleva a cabo el catabolismo de acetato. El acetato entra a la célula, se activa en forma de acetyl coA y entra el ciclo de los ácidos tricarboxílicos (CAT). En el nodo del isocitrato del CAT, dependiendo de las condiciones fisiológicas, el catabolismo puede continuar hacia la parte baja de CAT, o bien desviarse hacia la ruta del glioxilato. Dentro de las principales diferencias entre ambas bacterias, existe sobreexpresión de los genes de la ruta del glioxilato en ACE respecto a JM101(1). El objetivo del presente trabajo es caracterizar a nivel bioinformático y experimental las principales diferencias en las enzimas que toman parte en el nodo del isocitrato entre ACE y JM101.

Metodología. A nivel bioinformático se empleó análisis de balance de flujo (FBA) a partir de modelos metabólicos reducidos, uno para JM101 y otro para ACE. Para el análisis de la estructura de Icdh se emplearon Clustal-Omega y Jalview para realizar y visualizar alineamientos de secuencias de aminoácidos. Para predecir la estructura terciaria de las enzimas se emplearon servidores como I-TASSER y SWISS MODEL. A nivel experimental: Se sobreexpresó la enzima Icdh de ACE en JM101 y se observó el efecto en la velocidad específica de crecimiento tanto con glucosa como con acetato como fuente de carbono. Por otra parte, la medición de la actividad enzimática de la Icdh de ACE y JM101 se siguió espectrofotométricamente a 340 nm por la aparición de NADPH. Se sobreexpresó la enzima Icdh

de ACE en JM101 utilizando un vector pAJM 336 que se encuentra bajo el promotor lac inducible con IPTG, y se llevaron a cabo cinéticas para determinar su efecto en la μ .

Resultados.

Las enzimas del nodo del isocitrato son la Icdh e Icl. El análisis del alineamiento de secuencia y la estructura 3D tanto de la Icdh como la Icl entre ACE y *E. coli* evidencia que pertenecen a familias evolutivamente distantes. Por otra parte, tras medir la actividad enzimática se determinó que la Icdh de ACE tiene una actividad 22% mayor que la Icdh de JM101, lo que es interesante ya que estudios a nivel transcripcional indican que en ambas bacterias hay un mismo nivel de expresión de *icd* (1).

Al sobreexpresar la Icdh de ACE en JM101 pICD con 3 g/L de acetato como fuente de carbono utilizando 0.25 mM de IPTG, se observa que hay una disminución del 39% en la μ , lo que concuerda con los análisis de FBA, pues para que exista una μ máxima en ACE las actividades de Icdh e Icl deben encontrarse en una relación cercana a 1, por lo que si se quisiera lograr ese efecto en JM101 sería necesario sobreexpresar tanto la Icdh como la Icl.

Conclusiones. La Icdh de ACE tiene una actividad 22% mayor que la Icdh de JM101, ambas Icdh son evolutivamente diferentes en secuencia y estructura. Finalmente, para aumentar la μ en JM101 con acetato como fuente de carbono sería necesario sobreexpresar tanto la Icdh como la Icl de ACE al mismo tiempo.

Agradecimiento. A los profesores que guiaron y dirigieron el proyecto, así como al CONACYT por la beca de doctorado (CVU: 1030454).

Bibliografía.

1. Sigala J., Quiroz L., Arteaga E., Olivares R., Lara A., & Martínez A. (2019), *Microbiology Letters*, 366.
2. Sigala J., Suárez B., Lara A., Le Borgne S., Bustos P., Santamaría R., ... & Martínez A. (2017). *Microbiology*.
3. Bernal C. & Cánovas (2016), *Applied Microbiology and Biotechnology*.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MUTACIÓN S200G SOBRE LA ESPECIFICIDAD DE DESPROPORCIÓN/CICLACIÓN/HIDRÓLISIS PH-MODULABLE DE UNA CICLOGLUCANOTRANSFERASA TERMORRESISTENTE

Laura Espinosa-Barrera¹, Beatriz Velazquez-Cruz¹, Sara Centeno-Leija^{1,2*}, Hugo Serrano-Posada^{1,2*}.

¹Laboratorio de Biología Sintética, Estructural y Molecular – LaBioSEM. ²Investigadores por México - CONACyT, LaBioSEM, Universidad de Colima, Colima, Colima, México, C.P. 28629. Aespinosa5@uacol.mx

Palabras clave: CGTasas, especificidad pH-modulable, Ingeniería de proteínas

Introducción. Las cicloglucanotransferasas (CGTasas) son enzimas que escinden los enlaces α -1-4-glucosídicos del almidón para formar oligosacáridos lineales y ciclodextrinas (α -, β - y γ -CDs). En el sitio activo, comprendido por los dominios AB, se encuentran 9 subsitios (-7 al +2) involucrados en la catálisis. El mecanismo por el cual las CGTasas tienen la capacidad de ciclación está dada en los subsitios +2, -3 y -6 [1]. CldA es una CGTasa termorresistente de tres dominios ABC [2] con una alta competencia de desproporción/ciclación/hidrólisis pH-modulable. Su estructura cristalográfica (Fig. 1; [3]) mostró que en el subsitio -6 se genera un puente de hidrógeno de 2.6 Å entre Ser²⁰⁰ y el aminoácido central Phe²¹⁶, ausente en CGTasas con alta especificidad de ciclación.

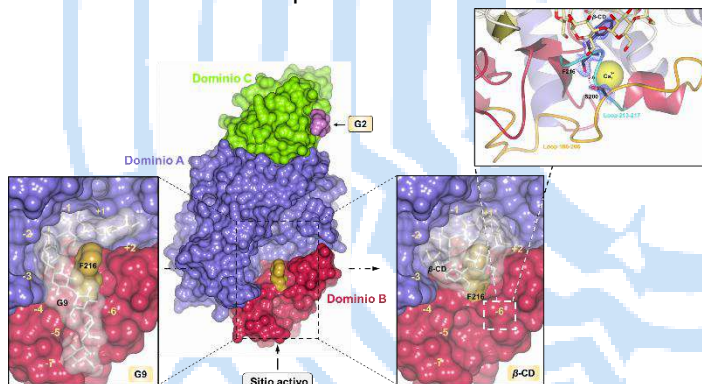


Figura 1. Estructura cristalográfica de CldA (Código PDB 6WNI; [3]). Note a Ser²⁰⁰ interactuando con Phe²¹⁶ en el subsitio -6 del sitio activo.

Este trabajo evalúa el efecto de la mutación S200G sobre la especificidad pH-modulable de CldA.

Metodología. Producción de CldA y CldA_{S200G} recombinantes: *E. coli* SHuffleT7::pET22b::CldA-S200G; medios: LB y YT2X; inducción: IPTG. Purificación: calentamiento térmico y cromatografía de afinidad a níquel. Actividad: método de DNS. Cuantificación de productos: HPLC. Las actividades de hidrólisis y ciclación se probaron en condiciones ácidas y neutras, en un intervalo de temperatura de 60-100 °C, con almidón soluble como sustrato.

Resultados. CldA_{S200G} a pH 4.0 presentó una especificidad de desproporción/ciclación/hidrólisis de 9.54/0.03/90.41 comparada con 22.17/3.76/72.05 para la forma nativa. A pH 7.0, CldA_{S200G} presentó una especificidad de desproporción/ciclación/hidrólisis de 28.72/3.17/68.10 comparada con 28.82/13.12/58.05 para la forma nativa (Fig. 2). Estos resultados indicaron que CldA_{S200G} disminuyó 4.13 veces el rendimiento de CDs a pH 7.0 (α - y β -CDs, pero no γ -CD), mientras que a pH 4.0 solo presentó productos de desproporción, 0.43 veces menor que CldA nativa. CldA_{S200G} conservó su propiedad termoestable y conservó el tipo de productos de desproporción G3-G7 e hidrólisis G1-G2.

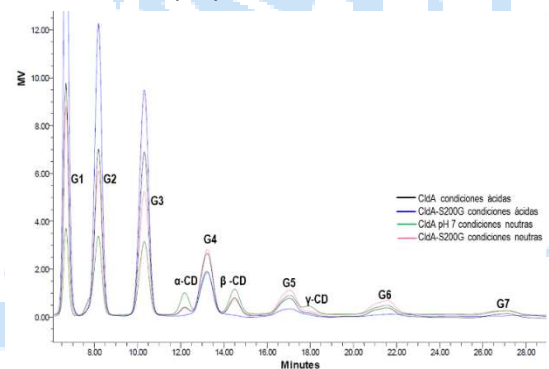


Fig. 2. Perfiles de productos sintetizados por CldA y CldA_{S200G} a pH 4.0 y 7.0. G1: glucosa, G2: maltosa, G3: maltotriosa, G4: maltotetraosa, G5: maltopentosa, G6: maltohexosa, G7: maltoheptaosa.

Conclusiones. La especificidad pH-modulable observada previamente en CldA, no recae en el residuo S200. Sin embargo, este residuo es clave para conservar la especificidad de ciclación en CldA. CldA_{S200G} resultó un biocatalizador termoestable atractivo para producir dextrinas lineales de alto valor agregado G3-G7 bajo condiciones ácidas.

Agradecimientos. LEB agradece al CONACyT por la beca posdoctoral No. 218862. SCL y HSP agradecen el apoyo de los proyectos CONACyT CB-2018-A1-S-18011, CF-2019-33-549477 e INFR-2021-17-316456.

Bibliografía. [1] Uitdehaag, J. C., et al., (1999). *J. Biol. Chem.* 274. [2] Centeno-Leija, S., Espinosa-Barrera, et al. (2022) *Scientific Reports.* 12:730. [3] Espinosa-Barrera, L., Velazquez-Cruz, B. et al. (2023). Escritura terminada. Para Acta Cryst. D o JBC.

Desarrollo de un multi-sensor colorimétrico de glucosa, colesterol y dopamina, orientado a la obesidad por síndrome de deficiencia de recompensa

Kendra Denisse Góngora Bucio,¹ Cynthia Callejas Rosales,¹ Abraham Ulises Chávez Ramírez,² Alejandra Álvarez López,¹ Juan de Dios Galindo de la Rosa¹ y Vanessa Vallejo Becerra^{1*}

¹Facultad de Ingeniería, División de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario Cerro de las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010, México.

²Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Qro., C.P. 76703, México.

vanessa.vallejo@uaq.mx

Palabras clave: biosensor, dopamina, colesterol, glucosa.

Introducción. El Síndrome de deficiencia de recompensa, por sus siglas SDR, es un fenómeno genético y epigenético que conduce a un deterioro del circuito de recompensa del cerebro que resulta en una función hipo dopaminérgica [1]. El SDR involucra interacciones de poderosos neurotransmisores que desatan un comportamiento de deseo anormal, ya sea de grandes cantidades de alcohol o atracones de comida rica en carbohidratos que estimulan la producción y utilización de dopamina en el cerebro, quien es un neurotransmisor poderoso que controla la sensación de bienestar [2]. La deficiencia de dopamina en individuos obesos puede desatar la alimentación patológica como un medio para compensar la activación disminuida de estos circuitos. Por este motivo, en este trabajo se plantea la evaluación y estudio de un biosensor colorimétrico de glucosa, colesterol y dopamina, en donde su relación ayude para su potencial aplicación en la detección del síndrome de deficiencia de recompensa en el ámbito de trastornos alimenticios como la obesidad y en un futuro a otros comportamientos ligados. Un sensor con un impacto importante en el área de la salud y dando una determinación rápida, fácil y altamente sensible.

Metodología.

Teniendo en cuenta las áreas de oportunidad de las técnicas de análisis, el desarrollo de un multisensor con una determinación rápida, fácil y altamente sensible que nos brinde información acerca de la relación existente entre la glucosa y la dopamina, permitió observar posibles problemas de desequilibrio en la producción de dopamina o recepción de glucosa. Se utilizó un sistema de detección de tres analitos diferentes utilizando las enzimas glucosa oxidasa, monoamino-oxidasa A y colesterol oxidasa junto con agentes cromogénicos. Se analizaron el efecto del pH y temperatura con la actividad de las enzimas, así

como el acoplamiento enzimático en macroesferas de quitosano funcionalizadas con glutaraldehído.

Resultados. Se llevaron a cabo las evaluaciones de los parámetros cinéticos de las enzimas inmovilizadas, así como las pruebas colorimétricas y de detección glucosa, colesterol y dopamina.

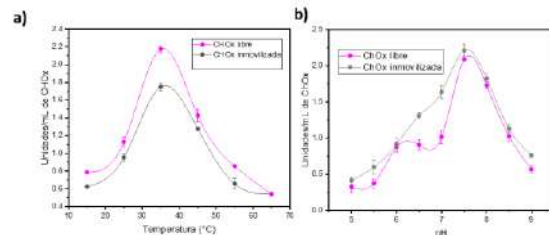


Fig. 1. Evaluación del a) temperatura y b) pH de la enzima colesterol oxidasa inmovilizada en macroesferas de quitosano.

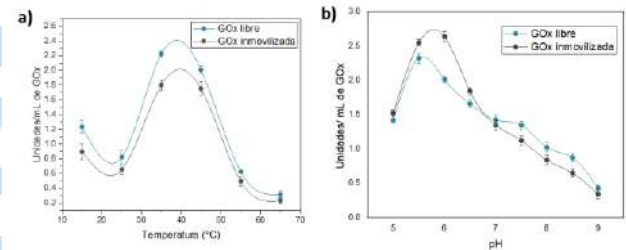


Fig. 2. Evaluación del a) temperatura y b) pH de la enzima glucosa oxidasa inmovilizada en macroesferas de quitosano.

Conclusiones. Mediante la inmovilización de las enzimas colesterol oxidasa (COx), glucosa oxidasa y monoamino oxidasa A (MAO-A) fue posible el desarrollo de un multi-sensor colorimétrico el cual permitió realizar el estudio de la relación de estas enzimas con la obesidad por Síndrome de deficiencia de recompensa.

Bibliografía.

1. Naresh, V., Lee, N. (2021) *Sensors* 21, 1109.
2. Biró, E., Németh, Á., Sisak, C., Feczko, T., & Gyenis, J. (2008). *J Biochem Biophys Methods*, 70, 1240–1246.3 Shen, L., Hagen, J. A., & Papautsky, I. (2012). *Lab on a Chip*, 12, 4240–4243.

DETECCION DE ACTIVIDAD HEMICELULOLITICA DIFERENCIAL ENTRE PATOTIPOS DE *Colletotrichum lindemuthianum* EN CULTIVOS CON LIRIO ACUÁTICO

Karla Morelia Díaz Tapia, María Guadalupe Zavala Páramo, Ma. Irene Martínez Morelos, Everado López-Romero, June Simpson, Horacio Cano Camacho
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, FMVZ, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Carr. Morelia Zinapécuaro, Posta Veterinaria, Tarímbaro, Michoacán, CP 58000. morelia.diaz@umich.mx

Palabras clave: hemibiotrófico, hemicelulasas, lirio acuático

Introducción. El fitopatógeno *Colletotrichum lindemuthianum* es agente causal de la antracnosis en *Phaseolus vulgaris* (planta del frijol)¹. Presenta una gran diversidad de patotipos con diferente grado de virulencia², entre los cuales se encuentran los patotipos 0 (no patógeno), 1088, 1472, 2395, 3555 y 3755 (patógenos). Su estilo de vida es hemibiotrófico y secreta un conjunto de enzimas hidrolíticas que degradan la pared celular vegetal³. Actualmente, el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es considerado una de las peores plantas acuáticas del mundo debido a su impacto negativo socioeconómico, ecológico y en la salud. Sin embargo, el lirio acuático presenta un gran potencial biotecnológico en diferentes industrias y en la agricultura⁴. El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de la secreción enzimática de hemicelulasas entre diferentes patotipos de *C. lindemuthianum* en crecimiento con lirio acuático, que se caracteriza por tener un alto contenido de hemicelulosa.

Metodología. Se analizó la secreción de tres hemicelulasas (endoxilanasas, β-xilosidasa y arabinofuranosidasa) y una celulasa (celobiohidrolasa) de los patotipos 0, 1088, 1472, 1791, 2395, 3555 y 3755 en cultivo con medio mínimo Mathur suplementado con lirio acuático (seco y molido) como fuente de carbono, en incubación durante 1 a 12 días, 14 y 16 días. Se separó el micelio del medio extracelular por filtración al vacío y se midió la biomasa micelial (peso seco) y la actividad enzimática utilizando el medio extracelular, buffer de acetato de sodio 50mM pH 5.0 y los sustratos fluorogénicos (4MU-arabinofuranósido, 4MU-xilopiranosido, 4MU-celobiosido) y un sustrato colorimétrico (Azul brillante de Remazol con xilana).

Resultados. La medición de biomasa micelial mostró que los patotipos 0, 1472 y 3755 presentaron un crecimiento que fue tres a siete veces mayor que el del resto de los patotipos (Fig.1). Adicionalmente, el patotipo 3755 mostró los mayores niveles de la actividad enzimática de las hemicelulasas (particularmente endoxilanasas y arabinofuranosidasa), seguido de los patotipos 0 y 1472 (Fig.2).

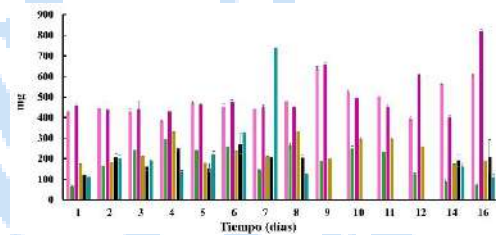


Fig. 1. Biomasa micelial expresada en mg de peso seco de los patotipos de *C. lindemuthianum*: 0 (rosa), 1088 (verde), 1472 (púrpura), 2395 (café), 3555 (negro) y 3755 (azul turquesa). Las barras muestran la media de los valores de crecimiento por triplicado ± la desviación estándar.

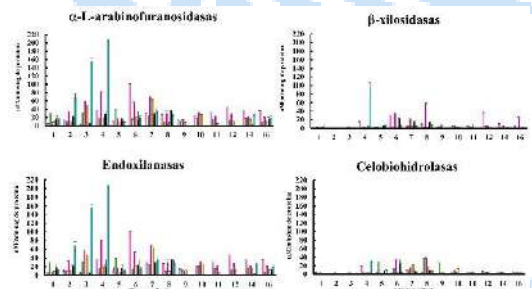


Fig. 2. Actividad enzimática de los patotipos de *C. lindemuthianum*: 0 (rosa), 1088 (verde), 1472 (púrpura), 2395 (café), 3555 (negro) y 3755 (azul turquesa). Las barras muestran la media de los valores de crecimiento por triplicado ± la desviación estándar.

Conclusiones. Existe una capacidad hemicelulolítica diferencial con alto potencial biotecnológico entre los patotipos de *C. lindemuthianum*. Los patotipos que secretan la mayor actividad xilanolítica tienen mayor crecimiento, sugiriendo alta degradación de hemicelulosa y por lo tanto mayor asimilación y metabolismo de los monosacáridos liberados.

Agradecimiento. A la coordinación de la investigación Científica de la UMSNH (Proyectos 2020-2023 a HCC) y a CONACYT (Proyecto 2019-2022 a MGZP y becas a KMDT y MIMM).

Bibliografía. (1) O'connell et al. (1985). *Physiol Plant Pathol.* 27(1):75-98
(2) Rodríguez-Guerra et al. (2006). *Rev. Mex. De Cienc. Agric.* 32 (1):101-114.
(3) Conejo-Saucedo et al. (2011). *Curr Trends Microbiol.* 7 (1):1-13.
(4) Ben Bakrim W. et al. (2022). *Front. Pharmacol.* 13:842511.

CARACTERIZACIÓN Y PURIFICACIÓN DE L-ASPARAGINASA OBTENIDA DE UN AISLADO DE *Bacillus velezensis* OBTENIDO DE SUSTRATOS LIGNOCELULÓSICOS

Karina Maldonado¹, Lorena Pedraza¹, Ruth Pedroza¹, Manuel Kirchmayr²

¹ Universidad Iberoamericana Ciudad de México, Departamentos de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos. Prolongación Paseo de Reforma 880, Lomas de Santa Fe, México, C.P. 01219, Ciudad de México. P4000.

² Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Unidad de Biotecnología Industrial. Camino Arenero #1227. El Bajío del Arenal. Zapopan, Jalisco. México, C.P. 45019

ib.karinamaldonado@gmail.com

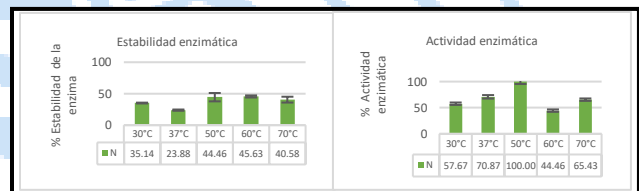
Palabras clave: Asparaginasa, velezensis, lignocelulósicos

Introducción. La acrilamida es un compuesto que se forma al calentar principalmente alimentos ricos en carbohidratos, como cereales y tubérculos, a temperaturas mayores a 120 °C ya sea por freído, horneado, rostizado o por tostado. Es producto de la reacción entre la glucosa o la fructosa con la L-asparagina, también puede encontrarse en el café tostado, lácteos, productos de chocolate e incluso en carnes, donde tiene lugar la reacción de Maillard que es uno de los mecanismos de formación del compuesto. Dado que actúa como un neurotóxico en humanos (2), se han hecho esfuerzos por encontrar mecanismos de eliminación de la acrilamida en los alimentos. Una alternativa que ha demostrado ser eficaz es el uso de L-asparaginasa, enzima que puede obtenerse a partir de microorganismos como *Bacillus velezensis*, que es una bacteria Gram positiva formadora de endosporas. El objetivo de este trabajo es purificar y caracterizar la enzima para posteriormente utilizarse en alimentos y compararla con una comercial.

Metodología. La caracterización enzimática se realizó probando diferentes temperaturas y pH's (30, 37, 50, 60 y 70 °C) y (4, 7 y 9) respectivamente, la purificación enzimática se realizó utilizando sulfato de amonio al 40% p/v, seguido de una diálisis con buffer Tris-HCl pH 8, 1M, membranas de diálisis de celulosa (D9527-Sigma) y una cromatografía utilizando Sephadex G100 como fase estacionaria y buffer Tris-HCl como fase móvil, la actividad enzimática se midió utilizando el método de Nessler.

Resultados. La enzima mostró tener una buena estabilidad y actividad enzimática a diferentes temperaturas ya que conserva cerca del 50 % de su actividad enzimática en temperaturas de 50, 60 y 70°C, considerando la actividad enzimática máxima como base 60.44 U/mL, que es un resultado superior al reportado por otra cepa de *Bacillus velezensis* y por *Bacillus licheniformis*(3).

Fig. 1. Resultados de la caracterización enzimática, se observa que



la estabilidad de la enzima es mejor a temperaturas más elevadas, ya que a 30 y 37°C pierde más estabilidad, en cuanto a la actividad enzimática, su mejor actividad se encuentra a los 50°C.

En cuanto al pH se observó que la enzima tiene mejor actividad a pH de 7 y 9, la diferencia entre ambos fue de dos unidades enzimáticas, mientras que en un pH de 4 la actividad disminuye en un 20%.

En la purificación enzimática se obtuvieron 15 fracciones 8 dieron actividad enzimática, la pureza de la enzima se hizo mayor al avanzar en la purificación, las U/mL aumentaron al igual que las U/mg de proteína.

Tabla 1. Resultados de la purificación enzimática.

Diálisis	U/mg proteína
	940.72
Cromatografía	U/mg proteína
	1372.28

Conclusiones. La enzima aislada del microorganismo *Bacillus velezensis*, muestra ser una buena candidata para su uso potencial en alimentos al conservar cerca de la mitad de su actividad a temperaturas elevadas y su versatilidad en cuanto a sus rangos de pH, la purificación debe mejorarse para mejorar las unidades enzimáticas en cada paso.

Bibliografía.

- Friedman, M. (2003). Journal of agricultural and food chemistry, 51(16), 4504-4526.
- Bråthen, E., & Knutsen, S. H. (2005). Food Chemistry, 92(4), 693-700
- Mostafa, Y., Alrumman, S., Alamri, S. et al (2019). Electronic Journal of Biotechnology, 42, 6-15.

GALACTOSILACIÓN ENZIMÁTICA DEL ÁCIDO GÁLICO UTILIZANDO CÉLULAS PERMEABILIZADAS DE *PANTOEA ANTOPHILA*

Jesus Rosales^b, Rocío López^c, Esmeralda Franco^c, Lorena Amaya^b, Javier Arrizon^b, Azucena Herrera^a

^aDepartamento de Ingeniería Química, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Guadalajara, 44430. mariaa.herrera@academicos.udg.mx

^bUnidad de Biotecnología Industrial, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. (CIATEJ-Subsede Zapopan), Zapopan, 45019.

^cLaboratorio de Investigación y Desarrollo Farmacéutico Departamento de Farmacología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Guadalajara, 44430.

Palabras clave: Compuestos Fenólicos, Galactosilación, Pantoea antophila.

Introducción. El ácido gálico (3,4,5-trihidroxibenzoico) es una clase de compuesto fenólico, es un metabolito secundario de las plantas y es ampliamente encontrado en varias frutas, y nueces. En los últimos años, el ácido gálico ha recibido una creciente atención por sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, anticancerígenas y antidiabéticas^[1]. Sin embargo, debido a su estructura química es muy inestable y poco soluble en agua, por lo que limita su biodisponibilidad y provoca que sea difícil su uso en medicamentos y en alimentos nutraceuticos^[2].

En consecuencia, para evitar estas limitaciones el objetivo de esta investigación es realizar reacciones de galactosilación enzimática del ácido gálico utilizando células permeabilizadas de *Pantoea antophila*, las cuales contienen enzimas β -galactosidasas, como biocatalizador, para así mejorar la solubilidad, estabilidad y biodisponibilidad del ácido gálico.

Metodología. Se contó con dos cepas de *P. antophila* rotuladas con la numeración 55.2 y 69.1, las reacciones se realizaron a una concentración de 400 g/L de lactosa (donador del grupo galactosil en la reacción), 10 mM del ácido gálico (aceptor), 15 U/mL de actividad β -galactosidasa en buffer de fosfatos (50 mM, pH 7), a 50 °C durante 24 h. El avance de las reacciones con respecto al tiempo se analizaron mediante HPLC-UV^[2].

Resultados. En la figura 1 se muestran los cromatogramas de las reacciones de galactosilación de ácido gálico con las cepas 55.2 y 69.1, en donde a los tiempos 0 y 24 h, los picos con un tiempo de retención 3.58 min corresponden al ácido gálico. Después de 24 h de reacción se observan cuatro nuevos picos que eluyen antes del ácido gálico con tiempos de retención de 1.64, 2.27, 2.65 y 2.75 min, respectivamente. Los resultados sugieren que son posibles productos de reacción. Por otro lado, se obtuvo un mayor porcentaje de conversión con la cepa

69.1, la cual fue del 18.4% \pm 0.64. En el caso de la cepa 55.2, se obtuvo un porcentaje de conversión del 17.4% \pm 8.5.

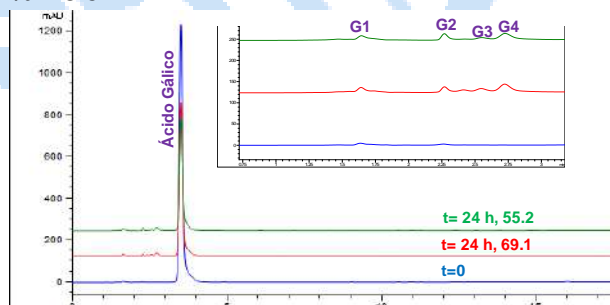


Fig. 1. Cromatograma de las reacciones de la galactosilación de ácido gálico con las cepas 55.2 y 69.1.

Conclusiones. Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que las β -galactosidasas provenientes de células permeabilizadas de *Pantoea antophila*, son capaces de llevar a cabo reacciones de galactosilación de ácido gálico, para de esta manera obtener productos nuevos con una potencial aplicación en fármacos y nutraceuticos.

Agradecimiento. Al CONACYT por la beca no. 1250153.

Bibliografía.

- Bai, J., Zhang, Y., Tang, C., Hou, Y., Ai, X., Chen, X., Zhang, Y., Wang, X., Meng, X. (2012) "Gallic acid: Pharmacological activities and molecular mechanisms involved in inflammation-related diseases", *Biomedicine & Pharmacotherapy*, Vol. 113, No. 110985, p.1-14.
- Núñez, G., Herrera, A., Hernández, L., Amaya, L., Sandoval, G., Gschaedler, A., Arrizon, J., Remaud, M., Morel, S. (2019) "Fructosylation of phenolic compounds by levansucrase from *Gluconacetobacter diazotrophicus*", *Enzyme and Microbial Technology*. Vol. 122, p. 19-25.

DETECCIÓN DEL MICROCONTAMINANTE AMPICILINA MEDIANTE FLUORESCENCIA Y BIOCÁTALISIS ENZIMÁTICA

José Luis García-Zamora¹, Lidia Esmeralda García-Díaz¹, María Teresa Moreira², Eduardo Torres¹.

¹Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, CP 72570.

²CRETUS, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, CP 15782. josel.garciamazora@viep.com.mx

Palabras clave: Ampicilina, Cloroperoxidasa, Método de detección

Introducción. El uso excesivo de antibióticos como la ampicilina (AMP) ha causado la contaminación del medio ambiente y la aparición de resistencia bacteriana [1]. Los métodos de detección actuales son costosos y complejos, por lo que es necesario desarrollar métodos simples, confiables y económicos para la detección de estos contaminantes [2]. Algunos estudios han explorado enfoques enzimáticos para detectar contaminantes en el medio ambiente, lo que podría proporcionar una forma sencilla y efectiva de detectar residuos de AMP [3].

En este estudio se desarrolló un método biocatalítico para detectar AMP en agua a partir de un subproducto fluorescente de su biocatálisis con cloroperoxidasa (CPO). El método es preciso y potencialmente aplicable al análisis de múltiples muestras, encontrándose dentro del rango de sensibilidad de otras técnicas.

Metodología. Se empleó la metodología de superficie de respuesta para estudiar los efectos del H₂O₂, concentración de CPO y el tiempo de reacción sobre la señal de fluorescencia del subproducto de degradación de AMP por CPO. Se analizaron los subproductos de la transformación enzimática mediante LC/DAD/MS y espectroscopia de fluorescencia. Se evaluó la selectividad del método en presencia de antibióticos y sales. Por último, se determinaron los límites de detección (LOD) y cuantificación (LOQ) en muestras ambientales de agua.

Resultados. La oxidación enzimática de AMP por CPO generó productos de reacción fluorescentes con un máximo de emisión a 460 nm después de 2 h de reacción (Fig. 1). De los 6 productos de reacción identificados, solo uno presentó fluorescencia (*m/z* 274.2517 con fórmula C₁₄H₃₁N₃O₂) y se utilizó como indicador para determinar la concentración de AMP.

Las condiciones óptimas que maximizan la señal de fluorescencia se establecieron en 1.1 h, 0.043 μM CPO y 1.7 mM H₂O₂. Por su parte, los límites LOD y LOQ se establecieron en 0.035 μM y 0.12 μM respectivamente, en un rango lineal de 0.75 – 40 μM, los cuales son comparables con otras técnicas de detección [4].

La adición de sales no interfirió significativamente con el método; sin embargo, la actividad enzimática de la CPO disminuyó por la presencia de sulfametoxazol y tetraciclina. El método se probó en muestras ambientales de agua contaminada con AMP, mostrando buena precisión y exactitud.

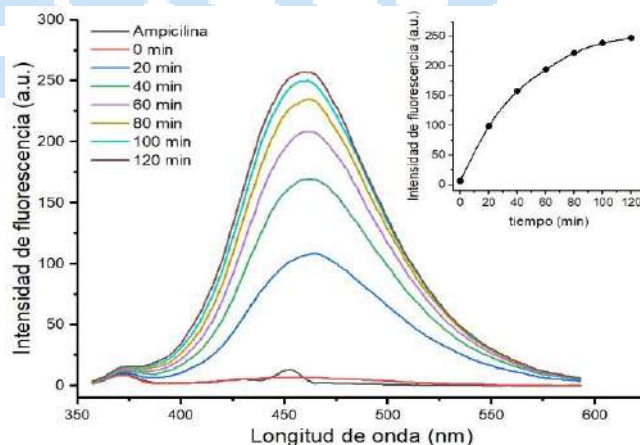


Fig. 1. Espectro de emisión de fluorescencia de la biocatálisis de ampicilina por CPO y su cinética aparente.

Conclusiones. La reacción biocatalítica de AMP por CPO genera un subproducto fluorescente útil en la detección y cuantificación de AMP a nivel micromolar en muestras de agua ambiental. La presencia de sales no afectó la actividad enzimática, pero otros antibióticos sí lo hicieron. Los métodos enzimáticos tienen potencial para detectar compuestos de interés ambiental, pero se necesita mejorar la sensibilidad a niveles nano y picomolares.

Agradecimientos. Al CONCYTEP, a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP-BUAP) y al CONACYT por la beca 769944.

Bibliografía.

- Haenni, M., Dagot, C., Chesneau, O., Bibbal, D., Labanowski, J., Vialette, M., et al. (2022). *Environ. Int.* 159, 107047.
- Sharma, D. K., Sood, S., and Raj, P. (2019). *Anal. Chem. Lett.* 9, 345–361.
- Morsi, R., Bilal, M., Iqbal, H. M. N., and Ashraf, S. S. (2020). *Sci. Total Environ.* 714, 136572.
- Manirul Haque, S. K. (2021). *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.*, 34–38.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA BIODEGRADACIÓN DE ACETATO DE CELULOSA DE COLILLAS DE CIGARROS UTILIZANDO HONGOS DE ORDEN SUPERIOR

Israel Sadoc Grande Flores¹, Dolores Reyes Duarte², Maribel Hernández Guerrero², ¹Lic. Ing. Biológica, ²Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, CDMX, México. C.P, 05348. mhernandez@cua.uam.mx

Palabras clave: coctel enzimático, biodegradación, Pleurotus ostreatus.

Introducción. Las colillas de cigarrillos son uno de los tipos de basura más contaminantes a nivel mundial, debido a su composición por microfibras de acetato de celulosa y a los más de 7000 productos químicos que retienen en su estructura después de su uso (1). Estos químicos y microfibras se filtran y liberan al medio ambiente representando una amenaza para todos los ecosistemas (2). Por lo tanto, es imperativo dar un tratamiento a estos residuos sólidos urbanos. La biodegradación es un proceso natural que implica la acción y colaboración de diversos sistemas biológicos, tales como los hongos de orden superior, que tienen la capacidad de asimilar y degradar sustancias tóxicas y polímeros de baja biodegradabilidad, por lo que representan una solución a este problema ambiental (3). En este trabajo se busca diseñar un plan de tratamiento para acelerar la biodegradación de los desechos de colillas de cigarro.

Metodología. Las colillas de cigarro recolectadas se sometieron a un tratamiento conformado por tres etapas: 1) tratamiento térmico acuoso (TA), 2) biodegradación enzimática (E), empleando un coctel enzimático de lipasas y celulasas (*Aspergillus oryzae* SAE0065 Sigma-Aldrich® y SAE0020 Sigma-Aldrich® al 1% p/p), y 3) biodegradación con hongos de orden superior, utilizando la especie *Pleurotus ostreatus* (seta blanca y seta gris). Se realizaron series de 4 experimentos por cada tipo de hongo usando distintos sustratos: 1) 100% paja (TA), 2) 50% paja:50% colillas (TA), 3) 50% paja, 50% colillas (TA-E) y 4) 100% colillas (TA). Para observar los cambios en la estructura de las colillas estas se analizaron en un equipo Nikon Eclipse E200® y se evaluaron los resultados obtenidos en cuanto a los parámetros de tiempo de inoculación, desarrollo de primordios, eficiencia biológica y tasa de producción de setas.

Resultados. Los cultivos de cada hongo lograron fructificar, sin embargo, los cultivos con presencia de colillas (100%) mostraron un crecimiento de setas menor y uniforme en comparación con los cultivos (100% paja o 50-50% paja:colillas) (Figura 1a y 1b). También se observaron cambios significativos en las colillas de cigarros después del tratamiento enzimático

biológico, observando una colonización del micelio en la superficie de la colilla (Figura 1c). Los parámetros de eficiencia biológica y tasa de producción de setas de ambos tipos de hongos (Tabla 1), revelan un mayor aprovechamiento de *P. ostreatus* seta blanca cuando los cultivos involucran colillas de cigarros y paja de trigo, sin embargo, es relevante destacar que *P. ostreatus* seta gris mostró mayores porcentajes de estos parámetros al usar como único sustrato las colillas.

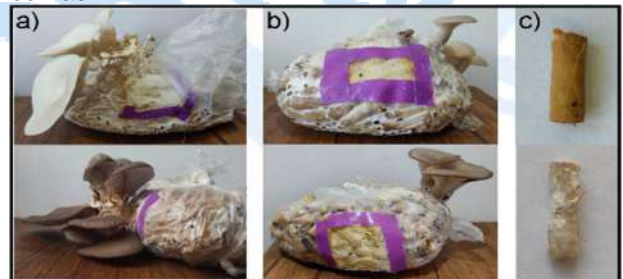


Fig. 1 Fructificaciones finales a) *P. ostreatus* seta blanca y gris, 100% paja y b) *P. ostreatus* seta blanca y gris 100% colillas y c) colilla de cigarro antes y después del tratamiento.

Tabla 1. Eficiencia Biológica (EB) y Tasa de Producción de Setas (TPS) de *P. ostreatus* seta blanca y seta gris.

Cultivo	<i>P. ostreatus</i> seta blanca		<i>P. ostreatus</i> seta gris	
	EB (%) ± DS	TPS (%) ± DS	EB (%) ± DS	TPS (%) ± DS
1	53.84 ± 1.44	109.87 ± 2.09	90.0 ± 1.00	183.67 ± 2.51
2	82.43 ± 1.03	130.84 ± 2.04	59.45 ± 1.50	121.32 ± 2.00
3	65.33 ± 1.08	103.69 ± 2.10	61.11 ± 1.02	102.22 ± 2.00
4	14.47 ± 1.03	22.96 ± 2.00	28.94 ± 1.13	57.88 ± 2.00

Conclusiones. *Pleurotus ostreatus* demostró una gran capacidad de adaptación y asimilación en sustratos no convencionales como son las colillas de cigarros, viéndose reflejado en su crecimiento. El uso de un coctel enzimático y sustratos combinados favoreció el crecimiento del hongo, lo que representa una manera conveniente de tratar estos residuos.

Bibliografía. 1) Slaughter, E., Gersberg, R. M., Watanabe, K., Rudolph, J., Stransky, C., & Novotny, T. E. (2011). *Tobacco Control*, 20, 25–29.
2) Rojo, E., & Montoto, T. (2017). *Ecologistas En Acción*, 1, 14–33.
3) Sekan, A. S., Myronycheva, O. S., Karlsson, O., Gryganskyi, A. P., Blume, Y. B. (2019). *PeerJ*, 7, 5-9.

PURIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIONES DE UNA PEROXIDASA ANIÓNICA DE *R. SATIVUS* VAR. *LONGIPINNATUS*

Hiram García Ortiz, Eva Bermúdez, Depto. Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM, CDMX, 04510 315063794@quimica.unam.mx.

Palabras clave: peroxidasa, biorremediación, colorantes

Introducción. Las enzimas son catalizadores biológicos de carácter proteico que actúan en un gran número de reacciones bioquímicas en los organismos vivos. Además de su función biológica, se utilizan para catalizar una amplia gama de procesos de importancia comercial y de biorremediación. Entre las enzimas que se utilizan con fines biotecnológicos, destacan las peroxidasas (EC 1.11.1.7), que pertenecen al grupo de las oxidoreductasas y catalizan una reacción de óxido reducción donde el H_2O_2 actúa como aceptor mientras que otro compuesto actúa como donador de átomos de H^+ (1).

El objetivo de este trabajo fue purificar y caracterizar nuevas enzimas con actividad peroxidasa a partir de fuentes vegetales para aplicarlas a procesos de bioremediación.

Metodología. Se obtuvieron extractos enzimáticos de *R. sativus*, *B. rapa*, *O. ficus-indica* y *R. sativus* var. *longipinnatus* que se purificaron mediante precipitación con sulfato de amonio, cromatografía de exclusión molecular y de intercambio aniónico. La actividad peroxidasa se midió utilizando guayacol como sustrato (2). La fracción con mayor actividad se caracterizó fisicoquímicamente y se obtuvo su perfil proteico mediante SDS-PAGE. Una vez determinadas sus condiciones óptimas se ensayó la capacidad de las peroxidasas para degradar colorantes y antibióticos betalactámicos (3).

Resultados. Se purificaron fracciones con actividad peroxidasa de las 4 fuentes vegetales utilizadas, obteniendo la mayor actividad específica en la fracción aniónica de *R. sativus* var. *longipinnatus* que se logró purificar 36.8 veces.

El perfil proteico de esta fracción muestra tres bandas cercanas a los 60 kDa. Existen isoformas reportadas para *R. sativus* de peso molecular cercano, pero es la primera vez que se reportan para la variedad *longipinnatus*.

Esta fracción presentó un pH óptimo de 7.0 y conservó más del 80% de su actividad en un intervalo de pH de 6.0 a 8.0 a 180 minutos. Su temperatura óptima fue de 35° C y presentó afinidad por diversos compuestos fenólicos (guayacol, pirogalol, ácido cafeico y ferúlico). Su actividad se ve incrementada en presencia de iones metálicos como Fe^{3+} 1 y 10 mM y Ca 1 mM.

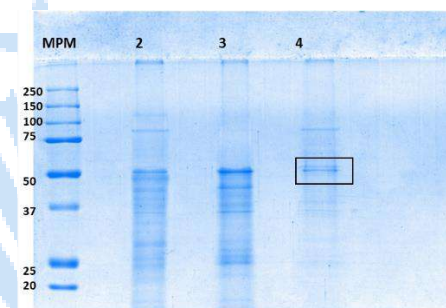


Fig. 1. SDS-PAGE de las fracciones de purificación del extracto de *r. sativus* var. *longipinnatus*. MPM: Marcador de Peso Molecular All Blue (Biorad) 2: Fracción recuperada de la precipitación con $(NH_4)_2SO_4$ 3: Fracción recuperada de la cromatografía de exclusión molecular. 4: Fracción recuperada de la cromatografía de intercambio aniónica.

Finalmente se comprobó la capacidad de la fracción purificada para degradar colorantes azoicos y se observó la mayor actividad contra verde de bromocresol a las 72 h a 35° C y contra rojo carmínico a las 48 h a 35° C. Respecto a la degradación de antibióticos, se logró una eliminación del 90% de ampicilina a las 120 h de reacción a temperatura ambiente. Esta sustancia es considerada un contaminante no permitido en alimentos de origen animal o aguas.

Conclusiones. Se logró purificar y caracterizar una nueva fracción aniónica con actividad peroxidasa proveniente de *R. sativus* var. *longipinnatus* que es capaz de degradar compuestos azoicos y antibióticos

Agradecimiento. Proyecto PAPIME PE205422 del Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM.

Bibliografía.

1. Thongsook T, B. D. (2005). Purification and partial characterization of broccoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*). Journal Agriculture Food Chem, 3206-3214..
2. Khurshid Shazia, M. Z. (2012). Production and purification of horseradish peroxidase. International Journal of the Physical Sciences, 2706-2712
3. Piyangkun ,L (2019) Two Manganese Peroxidases and a Laccase of *Trametes polyzona* KU-RNW027 with Novel Properties for Dye and Pharmaceutical Product Degradation in Redox Mediator-Free System, Mycobiology, 47:2, 217-229, 2.

BIOPROCESO INTEGRADO PARA TRANSFORMAR LACTOSUERO EN D-TAGATOSA Y SU EFECTO EN BACTERIAS PROBIÓTICAS Y PATÓGENOS

F.V. Cervantes¹, S. Neifar², Z. Merdzo³, L. Fernández-Arrojo¹, A.O. Ballesteros¹, M. Fernández-Lobato³, S. Bejar², M. González-Ávila⁴ and F.J. Plou¹

¹Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, 28049 Madrid, España; ²University of Sfax, Sfax 3018, Túnez; ³Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC-UAM), 28049 Madrid, España;

⁴Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Guadalajara 44270, México; fplou@icp.csic.es,

Palabras clave: Edulcorantes, L-arabinosa isomerasa, Prebióticos

Introducción. La D-tagatosa es un isómero de la D-galactosa y un epímero C-4 de la D-fructosa. Posee un 92% de dulzor en comparación con la sacarosa, con menos de la mitad del valor calórico (1). Además, no es cariogénico ni muestra efecto laxante ni regusto, y no incrementa el nivel de glucosa en sangre, por lo que es un edulcorante ideal para diabéticos.

La D-tagatosa suele obtenerse por isomerización química de D-galactosa. No obstante, debido al bajo rendimiento y los residuos producidos, se están investigando bioprocesos empleando enzimas y microorganismos (2). Así, se descubrió que la L-arabinosa isomerasa podía catalizar la isomerización de D-galactosa a D-tagatosa.

En este trabajo hemos desarrollado una metodología para transformar una materia prima barata y disponible, como es el lactosuero, en D-tagatosa. Asimismo, se ha estudiado el posible efecto prebiótico de este carbohidrato y su actividad frente a varios patógenos.

Metodología. La bioconversión de suero lácteo en D-tagatosa consta de tres pasos tal como se describe en la Figura 1 (3). Las reacciones se siguieron mediante cromatografía de intercambio aniónico de alta resolución con detección amperométrica pulsada (HPAEC-PAD). Para el estudio prebiótico, se utilizaron 9 diferentes especies de *Lactobacillus* comerciales y de referencia (ATCC). Las bacterias patógenas ensayadas fueron *Salmonella enteric*, *Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*. El crecimiento de los microorganismos en presencia de D-tagatosa se comparó con el crecimiento en presencia de D-glucosa y el edulcorante estevióside.

Resultados. El primero paso implica una β -galactosidasa comercial de *Bifidobacterium bifidum* que hidroliza la lactosa en D-glucosa y D-galactosa. En el segundo paso, se emplea un microorganismo para la eliminación de D-glucosa sin consumir la D-galactosa, concretamente la levadura *Pichia pastoris* inmovilizada en esferas de alginato cálcico. Este biocatalizador puede reutilizarse durante al menos 20 ciclos sin pérdida apreciable de eficacia (4).

Finalmente, la arabinosa isomerasa de *Bacillus stearothermophilus* isomeriza la galactosa a D-tagatosa. Los rendimientos obtenidos en cada paso se indican en la Figura 1.

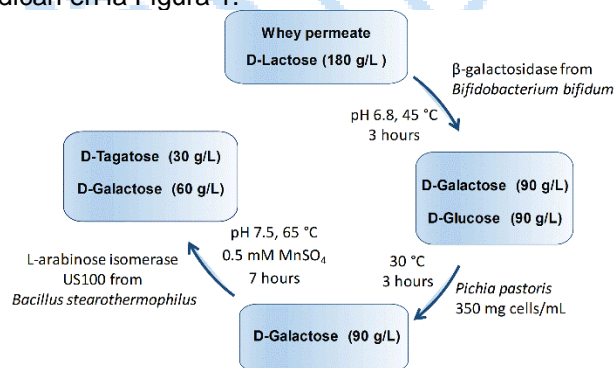


Fig. 1. Proceso integrado para la obtención de tagatosa a partir de lactosuero.

De los 9 microorganismos probióticos ensayados, solo *Lactobacillus rhamnosus* NH-001 presentó crecimiento superior al control en presencia de tagatosa. En general, el crecimiento de patógenos en presencia de tagatosa fue nulo o no significativo. Todos los patógenos presentaron un crecimiento superior en presencia de estevióside en comparación con D-tagatosa y D-glucosa.

Agradecimiento. Agradecemos al Ministerio de Ciencia e Innovación el financiamiento a través del proyecto GLYCOENZ-PHARMA (PID2019-105838RB-C31/2)

Bibliografía.

- Roy, S.; Chikkerur, J.; Roy, S. C.; Dhali, A.; Kolte, A. P.; Sridhar, M.; Samanta, A. K., *J. Food Sci.* **2018**, *83*, 2699-2709.
- Zhang, J.; Xu, C.; Chen, X.; Ruan, X.; Zhang, Y.; Xu, H., . . . Wang, Z., *Enzyme Microb. Technol.* **2020**, *136*.
- Cervantes, F. V.; Neifar, S.; Merdzo, Z.; Viña-Gonzalez, J.; Fernandez-Arrojo, L.; Ballesteros, A. O., . . . Plou, F. J., *Catalysts* **2020**, *10* (6), 647.
- Cervantes, F. V.; Fernandez-Polo, D.; Merdzo, Z.; Miguez, N.; Garcia-Gonzalez, M.; Ballesteros, A. O., . . . Plou, F. J., *ACS Food Sci. Technol.* **2022**, *2*, 682-690.

PROCESOS DE GLUCOSILACIÓN ENZIMÁTICA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES BIOLÓGICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS DE POLIFENOLES

J. L. González-Alfonso¹, E. Jiménez-Ortega², Z. Ubiparip³, A. Poveda⁴, G. Sandoval⁵, A. Ballesteros¹, J. Jiménez-Barbero⁴, T. Desmet³, J. Sanz-Aparicio², M. Fernández-Lobato⁶, F.J. Plou¹
¹Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, 28049 Madrid, España; ²Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC, 28049 Madrid, España; ³Centre for Synthetic Biology, Ghent University, 9000 Ghent, Belgium; ⁴CIC bioGUNE, 48160 Derio, España; ⁵Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Guadalajara 44270, Mexico; ⁶Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC-UAM), 28049 Madrid, España. fplou@icp.csic.es,

Palabras clave: Glucosilación, Enzimas glicosídicas, Flavonoides

Introducción. Los polifenoles se distribuyen ampliamente en el reino vegetal y su consumo aporta beneficios para la salud. Se cree que juegan un papel crucial en la prevención de enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas o el cáncer. Su acción se basa en la potenciación del sistema antioxidante dada su capacidad para reducir el nivel de especies reactivas de oxígeno (ROS).

Muchos polifenoles exhiben una baja absorción *in vivo*. La glucosilación puede facilitar su difusión en los enterocitos intestinales y aumentar su biodisponibilidad. Además, la glucosilación modifica las propiedades fisicoquímicas de los polifenoles e incrementa su estabilidad durante el tránsito gastrointestinal. El objetivo de nuestro trabajo ha sido la glucosilación de polifenoles empleando enzimas como catalizadores en condiciones suaves.

Metodología. Las reacciones se siguieron mediante HPLC con detector de fotiododos. Los compuestos obtenidos fueron purificados por técnicas cromatográficas (HPLC semipreparativo y columna de gel de sílice) y se caracterizaron químicamente por espectrometría de masas (ESI-TOF) y 2D-RMN. También se han aplicado técnicas de modelado molecular a las reacciones.

Resultados. En este trabajo se mostrarán algunos casos de éxito en la glucosilación de diferentes compuestos polifenólicos. Las estructuras de dichos compuestos se recogen en la Figura 1.

En el caso de galato de epigallocatequina (EGCG) (1), pterostilbeno (2), rutina (3) y hesperetina (4), se utilizó como catalizador la enzima CGTasa, empleando almidón como donador de glucosa. Además, el uso combinado de CGTasa y amiloglucosidasa (STA1) de *S. cerevisiae* permite, en algunos casos, controlar la formación de un solo producto monoglucosilado. Para los flavonoides más lipófilos es necesario añadir un pequeño porcentaje de codisolvente orgánico.

Por otro lado, en el caso de la fletina, obtuvimos un monoglucósido y un diglucósido con altos rendimientos

con el mutante R134A de la sacarosa fosforilasa de *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* (5).

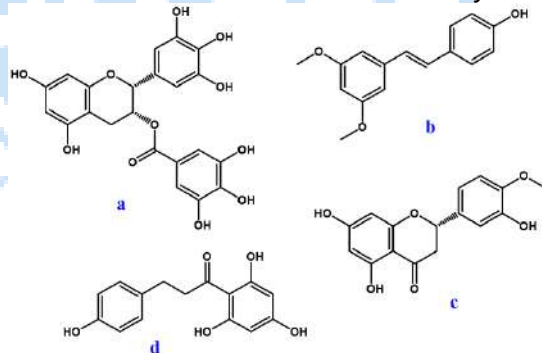


Fig. 1. Ejemplos de compuestos que han sido glucosilados empleando las enzimas CGTasa y/o sacarosa fosforilasa: (a) EGCG; (b) pterostilbeno; (c) hesperetina; (d) fletina.

Para algunos de los derivados obtenidos hemos realizado estudios de actividad neuroprotectora, absorción percutánea, estabilidad, capacidad antioxidante, etc.

Agradecimiento. Agradecemos al Ministerio de Ciencia e Innovación el financiamiento a través de los proyectos GLYCOENZ-PHARMA (PID2019-105838RB-C31/2/3) y ACYLGLUFLAV_APP (PDC2022-133134-C21/2), y a la Unión Europea por el proyecto LIFE21-ENV-ES-CYCLOPS.

Bibliografía.

- González-Alfonso JL; Leemans L; Poveda A; Jiménez-Barbero J; Ballesteros A; Plou FJ (2018), *J. Agric. Food Chem.* 66:7402–7408.
- González-Alfonso J; Rodrigo-Frutos D; Belmonte-Reche E; Peñalver P; Poveda A; Jiménez-Barbero J; Ballesteros A; Hirose Y; Polaina J; Morales J; Fernández-Lobato M; Plou F (2018) *Molecules* 23: 1271.
- González-Alfonso JL; Poveda A; Arribas M; Hirose Y; Fernández-Lobato M; Ballesteros A; Jiménez-Barbero J; Plou FJ (2021), *Ind. Eng. Chem. Res.* 60(51): 18651–18659
- González-Alfonso JL; Míguez N; Padilla JD; Leemans L; Poveda A; Jiménez-Barbero J; Ballesteros A; Sandoval G; Plou FJ (2018), *Molecules* 25: 23.
- González-Alfonso JL; Ubiparip Z; Jiménez-Ortega E; Poveda A; Alonso C; Coderch L; Jiménez-Barbero J; Sanz-Aparicio J; Ballesteros A; Desmet T; Plou FJ (2021), *Adv. Synth. Catal.* 363: 3079-3089.

ENZYMATIC PRODUCTION OF ACYLATED NARINGIN TO IMPROVE ITS SOLUBILITY

Elisa Gutiérrez¹, Josué Solís¹, José Daniel Padilla², Georgina Sandoval³;

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Guadalajara, C.P. 44430; ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño, A.C., TECALIM C.P. 45019; ³LIBBA Lab, Industriail Biotechnology Unit, CIATEJ Guadalajara, C.P.44270

gsandoval@ciatej.mx

Keywords: Flavonoid, Lipase, Acylation

Introduction. Naringin is a flavonoid that has been shown to be a good antioxidant nutraceutical ingredient (1), although its applications in final formulations represent a challenge due to its low solubility, both in water and in organic solvents. This study addresses this problem by functionalizing naringin through enzymatic acylation catalyzed by the immobilized lipase *Candida antarctica* lipase B and using acyl donors of different chain lengths.

Methods. Acylation was performed using three different molar ratios (1:3, 1:5, 1:10) using acetonitrile as the reaction solvent, three activated acyl donors, acetate (C2), propionate (C3), and laurate (C12) vinyl esters, were used the reaction products and solubility were evaluated by HPLC and the acylation was confirmed by mass spectrometry and FTIR analysis.

Results. For naringin acetate and propionate, we found that the acylation reaction reached a maximum of 99.3% conversion at the three molar ratios in 24 h, while at 48 h, it reached 100% conversion, and for laurate, only 90% conversion was reached at 48 h (see in figure 1), only a main monoacylated product was observed in HPLC analysis, which was also corroborated by FTIR and MS/MS.

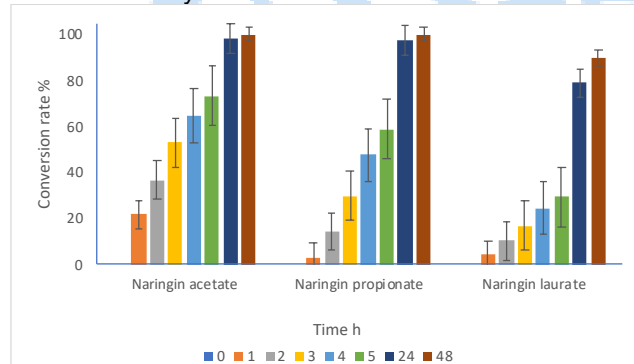


Fig. 1. Conversion rate vs time of naringin acetate, propionate, and laurate.

Compared to naringin solubility, all acylated compounds increased their solubility either in water or in solvents, up to 14, 67, and 100-fold for naringin

acetate, naringin propionate, and naringin laurate, respectively, as it's shown in table 1.

Table 1. Solubility enhancement factor of naringin derivatives.

Solvent	Naringin acetate	Naringin propionate	Naringin laurate
Water	4	1	1
Ethanol	2	10	11
Methanol	14	58	100
Acetonitrile	11	67	22
Acetone	8	48	82

Conclusions. We reach a faster and efficient process to obtain naringin monoacylates, compared to others reported in previous studies with similar conditions like Yadav(2) and Sun (3). In addition, less enzyme was used, and no need for further purification.

Furthermore, the solubility was improved in different polar solvents by the modification of the naringin structure with an acyl group. These improvements could enhance the use of naringin in the food and cosmetic industries, which is often limited by its low solubility in its nonacylated form.

Acknowledgments: To CONACYT for financing the study (SEP-CONACYT 2018, A1-S-34273), and for the scholarship of Elisa Gutiérrez, to the LIBBA lab where this work was done.

References:

1. Barreca, D., Mandalari, G., Calderaro, A., Smeriglio, A., Trombetta, D., Felice, M. R., & Gattuso, G. (2020). *Plants (Basel)*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/plants9030288>
2. Yadav, M., Sehrawat, N., Singh, M., Upadhyay, S. K., Aggarwal, D., & Sharma, A. K. (2020). *Asian Journal of Biological and Life sciences*, 9(1), 1-5. <https://doi.org/10.5530/ajbls.2020.9.1>
3. Sun, C. Q., Johnson, K. D., Wong, H., & Foo, L. Y. (2017). *Frontiers in pharmacology*, 8, 759.

CHARACTERIZATION OF A NOVEL ENZYME ISOLATED FROM *Bacillus cereus* 6P RESPONSIBLE FOR GLYPHOSATE BIODEGRADATION BY AN ALTERNATIVE PATHWAY TO C-P LYASE

Elena Guadalupe Verduzco Suárez, UANL-Facultad de Ciencias Químicas, San Nicolás de los Garza, C.P. 66455, elena.verduzcos@uanl.edu.mx

Palabras clave: glifosato, enzima, purificación

Introducción. El glifosato (GP) es una molécula con presencia de un enlace C-P estable y es el herbicida más utilizado en el mundo por su papel central en el cultivo de cultivos genéticamente modificados (1). La presencia de GP está muy extendida en diversos ecosistemas, lo que ha causado una afectación negativa en humanos y otros organismos dentro de las cadenas tróficas (2). Al día de hoy, no existe un proceso estandarizado para remediar los efectos medioambientales del GP por lo que es necesario aprovechar los recursos biológicos disponibles para buscar la mitigación del problema.

El objetivo de este proyecto es aislar una nueva enzima de origen bacteriano capaz de biodegradar GP por una vía alternativa a la C-P liasa, independiente de los niveles de fosfato, que podría ofrecer una herramienta de biorremediación de aplicación práctica.

Metodología. La producción de la enzima fue inducida cultivando la cepa *B. cereus* 6P en medio mínimo con 1 mM GP como única fuente de P a 28 °C, 150 rpm. Después de 120 h, las células se separaron del medio por centrifugación, se lavaron dos veces y se resuspendieron en buffer 50 mM Tris-HCl, pH 7. El extracto enzimático (EC) se obtuvo por sonicación: 15 min, 80% amplitud. Se determinó la composición proteica del EC mediante SDS-PAGE (15% poliacrilamida [PA]). La actividad enzimática del EC se determinó midiendo la liberación de fosfato a 620 nm usando la formación del complejo Verde Malaquita después de 1 hora de incubación a 30 °C. El medio de reacción contenía: 50 mM Tris-HCl (pH 7 u 8), 0.01 mM FAD, 10 mM MgCl₂, 0.035 mM GP y EC (concentración en medio de reacción 3 mg/mL proteína).

Resultados.

Tabla 1. Ensayos de actividad enzimática de EC, tiempo de incubación 1 h, 30°C.

Muestra	Actividad específica* (U/mg)	% degradación
pH 7.0	2.24	91.63
pH 8.0	2.32	95.28

*U= cantidad de enzima que libera 1µM de fosfato·min⁻¹.

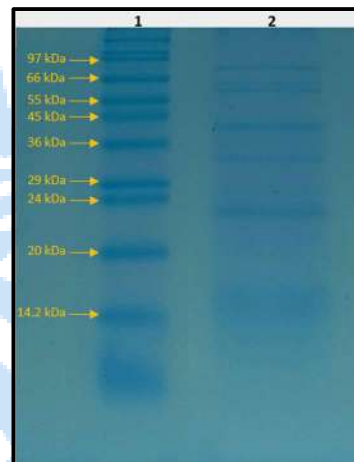


Fig. 1. SDS-PAGE. Se llevó a cabo en un gel PA 15%, 80/120 V. Carril 1: marcador de estándares proteicos con distintos pesos moleculares (en kDa), proteínas usadas: miosina (200), β-galactosidasa (116), fosforilasa B (97), albúmina (66), deshidrogenasa glutámica (55), ovoalbúmina (45), gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa (36), anhidrasa carbónica (29), tripsinógeno (24), inhibidor de tripsina (20), α-lactoalbúmina (14.2), aprotinina (6.5); carril 2: preparación de enzima degradadora de GP.

Conclusiones. El extracto crudo obtenido de la homogenización del cultivo *B. cereus* 6P logró una degradación de 91.63% y 95.28% del glifosato en 1 h a 30°C a pH 7.0 y 8.0, respectivamente. El gel SDS-PAGE muestra la presencia de 6 bandas proteicas bien diferenciadas de las cuales al menos una es la responsable de la actividad de degradación observada. Se pretende realizar una cromatografía de exclusión por tamaño para obtener una fracción pura de la enzima de interés.

Agradecimiento. A PAICYT CN1694-21, FONCICYT 266482 por permitir el desarrollo del presente proyecto.

Bibliografía.

1. Benbrook, C. M. (2016) *Environ. Sci. Eur.* 28 (1): 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
 2. Singh, S., Kumar, V., Gill, J., Datta, S., Singh, S., Dhaka, V., Kapoor, D., Wani, A. B., Dhanjal, D., Kumar, M., Harikumar, S., & Singh, J. (2020) *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 17 (20): 7519. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17207519>

CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD AMILOLÍTICA PRODUCIDA POR *Bacillus licheniformis* LB05 AISLADO DE AGUAS TERMALES

Leonel I. Blanco de la Cruz, Ulrico J. López Chuken, Jesús A. Gómez Treviño, Melissa M. Rodríguez Delgado, Juan F. Villarreal Chiu, **Edgar Allan Blanco Gámez**. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, San Nicolas de los Garza, Nuevo Leon. edgar.blancogmz@uanl.edu.mx

Palabras clave: amilasa, B. licheniformis, termotolerante

Introducción. Las amilasas producidas por las bacterias catalizan moléculas de polisacáridos, hidrolizando los enlaces glucosídicos α -1,4 y α -1,6 obteniendo glucosa, maltosa, maltotriosa y dextrinas límite; estas enzimas en su mayoría son obtenidas y producidas por bacterias del género *Bacillus*, que comprenden el 60% del mercado destacando las cepas como *B. subtilis*, *B. licheniformis* y *B. amyloliquefaciens*. [1,2] Sin embargo, la mayoría de las enzimas trabajan en condiciones suaves de reacción por lo que continuamente se buscan nuevas fuentes de enzimas con características diferentes de pH y temperatura.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el perfil de comportamiento de trabajo de las amilasas producidas por la bacteria *B. licheniformis* LB 05 para determinar la temperatura y pH óptimos de funcionamiento.

Metodología.

La producción de la enzima α -amilasa se realizó un medio compuesto por (g/l) 0.5 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 3 NaCl, 3 Extracto de levadura, 5 Peptona caseína y 10 Almidón soluble, la actividad óptima durante el crecimiento se determinó utilizando 1ml de extracto crudo filtrado mediante centrifugación en utilizando membranas de 100 kDa, 1ml de buffer de fosfato de sodio al 0.05 M y ajustado a pH 7 la reacción se detuvo y se analizó mediante el método del 3,5-DNS. Utilizando el tiempo de máxima actividad enzimática, se caracterizó la actividad óptima, a diferentes valores de pH y temperatura, usando buffer citrato de sodio para un (pH 3.0–5.0), buffer fosfato de sodio (pH 6.0-7.0), buffer tris-HCl (pH 8.0-9.0) y buffer glicina-NaOH para (pH 10.0); el rango de temperatura que utilizó este proceso fue de los 15°C hasta los 60°C. [3]

Resultados. Como se observa en la figura 1, el pH óptimo de funcionamiento se presenta a pH de 7, un valor común para la mayoría de las amilasas. Sin embargo en la determinación de la temperatura óptima de funcionamiento presenta 2 picos de actividad máxima, a 20 y 40 °C, esto puede deberse a la presencia de 2 diferentes amilasas, cada una con su

temperatura óptima de funcionamiento, y que comparten el mismo pH óptimo.

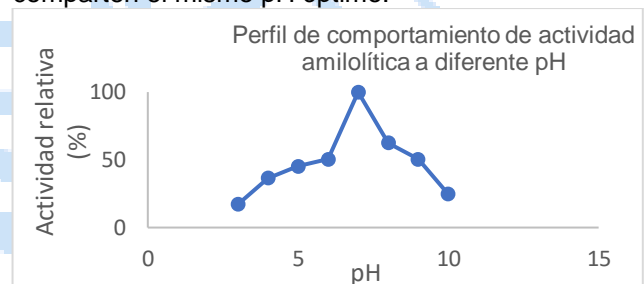


Fig. 1. Efecto del pH en la actividad amilolítica de *Bacillus licheniformis* LB05.

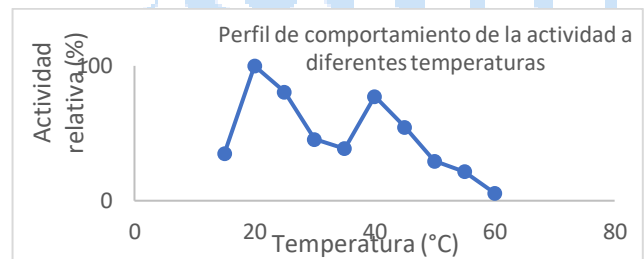


Fig. 2. Efecto de la temperatura en la actividad amilolítica de *Bacillus licheniformis* LB05.

Conclusiones. Se determinó que el pH óptimo de funcionamiento para la actividad amilolítica es de pH 7 y las temperaturas óptimas de actividad amilolítica se presentan a 20 y 40 °C.

Agradecimiento. Se agradece el apoyo de CONACyT por la beca No. 632486.

Bibliografía.

1. Dibyangana Raul, Tania Biswas, Suchita Mukhopadhyay, Shrayan Kumar Das, and Suvroma Gupta 2015 Journal of Global Biosciences Volume 4, Special Issue 1, 2015, pp. 1886-1901
2. Dibyangana Raul, Tania Biswas, Suchita Mukhopadhyay, Shrayan Kumar Das, and Suvroma Gupta 2014. Hindawi Publishing Corporation Biochemistry Research International Volume 2014, Article ID 568141, 5 pages
3. Deljou, Ali; Arezi, Iman (2017). Producción de α -amilasa extracelular termoestable por un *Bacillus licheniformis* termofílico moderado aislado de las aguas termales de Qinarje (provincia de Ardebil de Irán). Periodicum Biologorum, 118(4), -. doi:10.18054/pb.v118i4.3737

Evaluación de medios de cultivo para la producción de oxidorreductasas extracelulares por *Bacillus toyonensis*.

Daniel Toledo Aranda ^a, Laura Catalina Castillo Carvajal ^a, Eliseo Cristiano Urbina ^b, Oswaldo Arturo Ramos Monroy ^b. ^a Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Anáhuac México Norte, Ciudad de México C.P. 52786. ^b ENCB, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México C.P. 07738. Email: daniel.toledoar@anahuac.mx.

Palabras clave: oxidorreductasa, extracelular, Bacillus toyonensis.

Introducción. Las oxidorreductasas son usados en biorremediación enzimática debido a su capacidad de convertir diversos compuestos xenobióticos en sustancias más simples o conjugadas y menos reactivas (1). La optimización de sus procesos de producción ha generado el desarrollo de métodos experimentales y estadísticos que permiten modelar comportamientos de los componentes de un medio de cultivo; sin embargo, estos modelos dependen de las condiciones a las que son evaluados (pH, temperatura, aireación) así como del microorganismo estudiado (2). Este trabajo busca evaluar el potencial de *Bacillus toyonensis* para producir oxidorreductasas extracelulares útiles para la biorremediación, así como el efecto que tienen algunos nutrientes, en la producción y actividad enzimática de enzimas del microorganismo.

Metodología. El trabajo se desarrolló en tres etapas generales. La primera, detección de enzimas extracelulares, se realizó evaluando: el crecimiento microbiano en medio nutritivo y medio mínimo mineral mediante los métodos espectrofotométrico (OD₆₀₀) y cuenta viable por crecimiento en placa (UFC/mL); y la cantidad de proteína extracelular producida por el método de Bradford (µg/mL). Posteriormente se realizó la detección de oxidorreductasas, de acuerdo con su afinidad con diferentes sustratos: lacasas, lignina y manganeso peroxidasas, catecol 1,2 – dioxigenasa (C12O) y catecol 2, 3 – dioxigenasa (C23O). Finalmente, en la tercera etapa se propusieron diferentes medios de cultivo para evaluar su efecto en la producción y actividad enzimática de las oxidorreductasas extracelulares detectadas.

Resultados. La producción de proteína extracelular en *B. toyonensis* se presentó en su fase estacionaria hasta un valor máximo de 0.038 mg/mL a las 48 h de crecimiento en caldo nutritivo y un valor de 0.009 mg/mL en medio mineral, presentando actividad enzimática de lacasa y C23O sin verse afectada por la presencia de etinilestradiol como inductor (Fig. 1). Se observó actividad enzimática de oxidorreductasas extracelulares producidas por *B. toyonensis* en cuatro

de nueve medios de cultivo publicados previamente, en los que bacterias del género *Bacillus* habían presentado ésta. Finalmente, sustratos como el fenol, catecol y etinilestradiol como única fuente de carbono presentaron un aumento en la actividad enzimática relativa de C12O y C23O (Fig. 2).

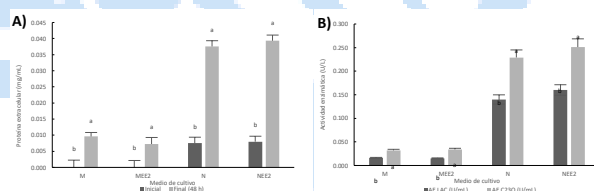


Fig. 1. A) Proteína extracelular total (mg/mL) y B) Actividad enzimática (U/L) producida por *B. toyonensis* en M: medio mínimo mineral, N: medio nutritivo, EE2: medio adicionado con anticonceptivo (50 ppm) a 48 de crecimiento.

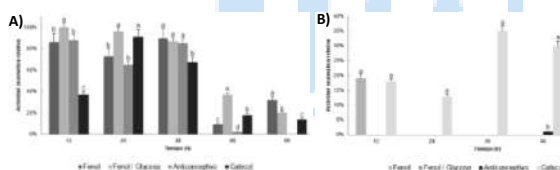


Fig. 2. Actividad enzimática relativa (%) de A) C12O y B) C23O observada en *B. toyonensis* con diferentes fuentes de carbono en medio Mecinas-Granados et al. (3) a 37 °C y 150 rpm.

Conclusiones. *B. toyonensis* produce proteínas extracelulares con actividad enzimática de lacasas, C12O y C23O, la cual se presenta en medios cuya composición contenga MgSO₄, KH₂PO₄ y (NH₄)₂SO₄, y ésta puede ser aumentada al emplear diferentes sustratos como fenol y catecol como única fuente de carbono.

Agradecimiento. A la Universidad Anáhuac México y a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas por las facilidades otorgadas para llevar a cabo el presente trabajo.

Bibliografía

- Okino-Delgado, C. H., Zanutto-Elgui, M. R., do Prado, D. Z., Pereira, M. S., & Fleuri, L. F. (2019). *Microbial Metabolism of Xenobiotic Compounds*. Vol (10): 79–101.
- Santos, V. L., & Linardi, V. R. (2004). *Process Biochemistry*. Vol (39): 1001–1006
- Mecinas-Granados, M., Castillo-Carvajal, L., & Ramos-Monroy, O. (2020). *Biodegradación de anticonceptivos de origen químico mediante el uso de biorreactores de lecho empacado*. Universidad Anáhuac México.

CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE UNA ESTERASA DE *CARICA PAPAYA* EXPRESADA EN LEVADURA

Ana Laura Reyes Reyes^{1,2}, David A. Torres Añorve¹, Francisco Valero Barranco³ y Georgina Sandoval¹. ¹ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Sede Guadalajara. 44270. Guadalajara, Jal., México. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 30870, Tuxtla Chico, Chiapas, México. ³ Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental. 08193. Bellaterra, Barcelona, España. Email: datorres_al@ciatej.edu.mx; gsandoval@ciatej.mx; reyes.ana@inifap.gob.mx

Palabras clave: Bioquímica, enzima, planta.

Introducción. Las enzimas son biocatalizadores empleados en procesos biotecnológicos debido a su gran especificidad y eficiencia (1). Su empleo en la industria supone gran demanda y retribuye en altas ganancias económicas. En ocasiones, las condiciones donde operan las enzimas suelen considerar temperatura y pH elevados. Por lo anterior, la identificación de nuevas esterases con características deseables la vuelven un tema de gran interés (2). El objetivo de este trabajo fue caracterizar de manera bioquímica la esterasa CpEST expresada en la levadura *Komagataella phaffii*.

Metodología. Se determinó sobre la actividad específica de CpEST el efecto de A) temperatura: 25 °C hasta 45 °C en el medio de reacción; B) pH, utilizando buffer de acetato (pH 3–6), Tris- HCl (pH 7-9) y carbonatos (pH 10-11) y C) solventes: se cuantificó la actividad residual después de la incubación de la esterasa en presencia de 20 % v/v de solvente y Tris-HCl 100 mM pH 10.0 durante 1 h (3).

Resultados. Se identificó que la temperatura óptima de reacción de la enzima CpEST fue de 30 °C, por lo que su empleo en reacciones catalíticas puede ocurrir a temperatura ambiente (Fig. 1a). Para el caso del pH se determinó que la enzima es activa en un rango de pH de 8.0 a 10.0, teniendo como máxima actividad específica a pH altamente alcalino. Se ha reportado para otras esterases que su actividad óptima oscila entre pH 9.0 y 9.5 (4). En este estudio se observó que a pH menores al neutro, su actividad disminuye sustancialmente (Fig. 1b).

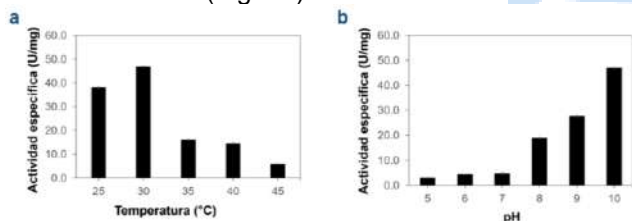


Fig. 1. Efecto de temperatura y pH sobre la actividad específica de la esterasa CpEST. a) Determinación de la temperatura óptima. B) Evaluación del pH óptimo de la enzima en estudio.

En relación a los solventes, se observó que la enzima CpEST presenta menos estabilidad ante el isooctano, reteniendo menos del 30 % de su actividad. En solventes como el *tert*-butanol y acetona su actividad se conserva entre un 58 y 55 %, respectivamente. Este patrón ha sido observado en lipasas secretadas por el género *Pseudomonas*, que además han sido empleadas en procesos biotecnológicos por su estabilidad en solventes (Fig. 2).

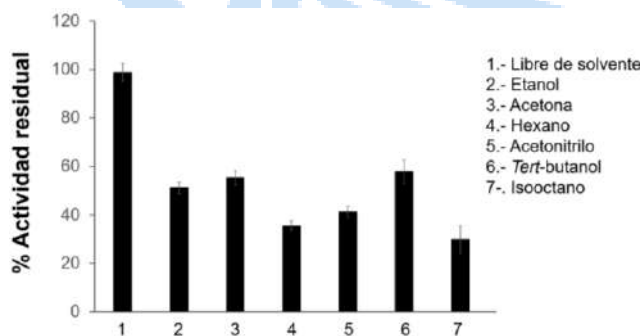


Fig. 2. Determinación de la estabilidad ante solventes de la esterasa CpEST.

Conclusiones. Se logró la caracterización bioquímica de la enzima recombinante CpEST. Esta enzima representa una alternativa para su empleo en la industria de detergentes y otros sectores donde se requieran pH alcalinos.

Agradecimiento. Al LIBBA-BI-CIATEJ, CONACYT e INIFAP por apoyo con infraestructura y financiamiento del presente estudio.

Bibliografía.

- Rivera I, Mateos J, Sandoval G. 2012. Editor: Sandoval G. Editorial: Humana Press. New York, pp 115-122.
- Reyes A, Valero F, Sandoval G. 2022. *Catalysts*;12(9):960.
- Reyes A, Valero F, Sandoval G. 2023. *Electronic Journal of Biotechnology*. 61, 61-68.
- Jo E, Kim J, Lee A. 2021. *J Microbiol Biotechnol*. 31(3):483–91.
- Cadirci BH, Yasa I.2010. *J Mol Catal B: Enzym*. 64 (3): 155-61.

EXPRESIÓN HETERÓLOGA DE UNA ESTERASA DE *CARICA PAPAYA* EN *KOMAGATAELLA PHAFFII*

David A. Torres Añorve¹, Ana Laura Reyes Reyes^{1, 2}, Francisco Valero Barranco³ y Georgina Sandoval¹. ¹ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Sede Guadalajara. 44270. Guadalajara, Jal., México. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 30870, Tuxtla Chico, Chiapas, México. ³ Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental. 08193. Bellaterra, Barcelona, España. Email: datorres_al@ciatej.edu.mx; gsandoval@ciatej.mx; reyes.ana@inifap.gob.mx

Palabras clave: Esterasa, proteína, papaya

Introducción. Las lipasas son enzimas ubicuas presentes en microorganismos, animales y plantas (1, 2). Son capaces de catalizar reacciones de hidrólisis, síntesis, transesterificación e interesterificación. Se caracterizan por su alta especificidad, robustez y generación de productos con alta pureza y calidad. Debido a que las enzimas más estudiadas son de origen microbiano, la búsqueda a partir de otras fuentes, así como proveer su disponibilidad son temas de interés en la actualidad (3).

El objetivo de este trabajo fue expresar funcionalmente en una levadura una esterasa de papaya (CpEST) bajo un sistema inducible con metanol (*pAOX1*).

Metodología. La secuencia codificante de CpEST se clonó en el vector pPICAZaB que contenía una Señal secretora N-terminal y se transformó en células electrocompetentes *K. phaffii*. Se usó Zeocina (100 mg/mL) como marcador de selección y tributirina al 1%. El constructo fue confirmado por PCR de colonias y secuenciación. La producción de enzimas se realizó con la adición de metanol al 0.5 % cada 24 h durante cuatro días. El sobrenadante obtenido fue empleado para determinar la actividad enzimática en pNPB (5). La presencia de la enzima en el sobrenadante fue verificada por SDS-PAGE.

Resultados. Se identificaron 11 colonias que formaron halo de hidrólisis en medio de placa de agar suplementado con tributirina (Fig. 1a).

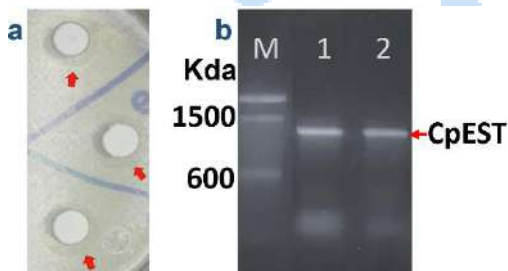


Fig. 1. Selección e identificación de clonas positivas que expresan el gen de CpEST. a) Formación de hidrólisis en medio

suplementado con tributirina 1 %. b) Producto de pcr de colonia. M: marcador 100pb; 1 y 2: amplicón de 1237pb (CpEST).

Un amplicón de aproximadamente 1237 pb, demostró la presencia del gen CpEST integrado dentro del genoma de la levadura seleccionada (Fig. 1b), cuya construcción de plásmido y enzima se transformó con éxito. La actividad enzimática máxima determinada fue de aproximadamente 43 U/mL (Fig. 2a).

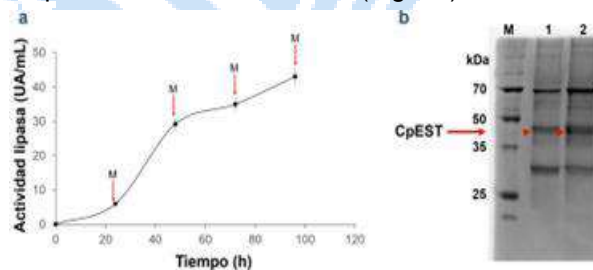


Fig. 2. Producción heteróloga de la enzima CpEST. a) Determinación de actividad lipasa en pNPB. b) SDS-PAGE de sobrenadante. M: marcador molecular; líneas 1 y 2: sobrenadante. Las flechas rojas señalan a la enzima recombinante.

El peso molecular teórico estimado para CpEST fue de 38 KDa aproximadamente (Fig. 2c). Sin embargo, estudios previos reportaron una diferencia de 3 KDa entre lo obtenido por predicción molecular y lo observado en SDS-PAGE (4). Esto se observó en el presente trabajo y probablemente se debe a que la proteína estaba glicosilada.

Conclusiones. Se logró la expresión funcional de la esterasa de *C. papaya* mediante una levadura.

Agradecimiento. Al LIBBA-BI-CIATEJ, CONACYT e INIFAP por apoyo con infraestructura y financiamiento del presente estudio.

Bibliografía.

- Rivera I, Mateos J, Sandoval G. 2012. Editor: Sandoval G. Editorial: Humana Press. New York, pp 115-122.
- Reyes A, Valero F, Sandoval G. 2022. *Catalysts*;12(9):960.
- Elemosho R, Suwanto A, Thenawidjaja M. 2021. *Electron J Biotechnol*; 53:71-9.
- Abdelkafi S, Ogata H, Barouh N. 2009. biochemical. *Biochim Biophys Acta*.1791(11):1048-56.
- Reyes A, Valero F, Sandoval G. 2023. *Electronic Journal of Biotechnology*. 61, 61-68.

EDICIÓN DE *YARROWIA LIPOLYTICA* MEDIANTE GOLDEN GATE PARA LA EXPRESIÓN DE LA LIPASA B DE *CANDIDA ANTARCTICA*

David Torres¹, Jorge Rodríguez¹, Francisco Valero², Georgina Sandoval¹. ¹ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Sede Guadalajara. Guadalajara, Jal. 44270. ² Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental. Bellaterra, Barcelona. 08193. Email: datorres_al@ciatej.edu.mx, gsandoval@ciatej.mx.

Palabras clave: *Yarrowia lipolytica*, CALB, Golden Gate.

Introducción. La lipasa B de *Candida antarctica* (CALB), proviene de una levadura aislada del lago Vanda en 1969, y es considerada como la lipasa perfecta debido a sus propiedades físicas y químicas que le permite llevar a cabo reacciones para la elaboración de biopolímeros, vitaminas, medicamentos y biocombustibles, entre otros productos (1). Esta enzima ha sido expresada recombinantemente en *Komagataella phaffii* (*Pichia pastoris*) y comercialmente en *Aspergillus niger*; sin embargo, su producción en *Yarrowia lipolytica* inducible por eritritol ha sido prometedora y poco explorada en comparación con las factorías celulares antes mencionadas (2). Además, la inducción por eritritol es segura a escala industrial y evita el uso de inductores hidrofóbicos que dificultan la purificación de la enzima recombinante. Por otra parte, la metodología Golden Gate (GG) permite la edición genética rápida, eficiente y adaptable a diferentes tipos de cepas (3). Por ello, el objetivo fue transformar *Y. lipolytica* mediante GG para expresar CALB de forma inducible.

Metodología. El gen de CALB se optimizó para *Y. lipolytica*, y se diseñó el vector de expresión con el gen *hph* como marcador de resistencia a higromicina B, promotor inducible por eritritol, y terminador Lip2. El ensamblaje del vector de expresión se realizó mediante GG (4), a partir del GG toolkit de Addgene. El proceso de clonación se muestra en la Figura 1; se transformó *E. coli* DH5 α de acuerdo con Reyes *et al* (5), y en *Y. lipolytica* con el método del acetato de litio. Se elaboraron placas de YPG suplementadas con tributirina (1%) y eritritol (1%), y se realizó PCR para verificar la transformación de CALB en *Y. lipolytica*.



Fig. 1. Proceso de clonación de CALB en *Y. lipolytica*.

Resultados. El ensamble y clonación del vector fueron verificados mediante PCR, amplificando el gen de *calb* exitosamente. El marcador de resistencia permitió una adecuada selección, sin recurrir a modificaciones

adicionales para generar cepas auxotrófas (Figura 2, A). Las placas con eritritol y tributirina presentan halos de hidrólisis en las cepas transformadas a las 24 h, y no así en las silvestres (Figura 2, B).

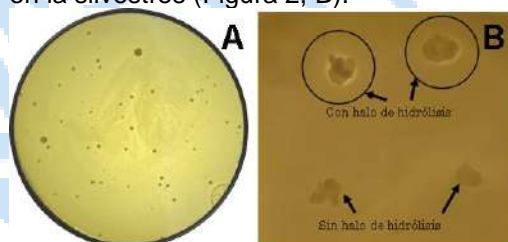


Fig. 2. Colonias de *Y. lipolytica* transformada con CALB en medio selectivo con higromicina B (A); y comparación de células transformadas y no transformadas de *Y. lipolytica* en placa con tributirina y eritritol a las 24 h (B); las células transformadas están encerradas en un círculo y presentan halo de hidrólisis.

Conclusiones. La metodología GG permitió la eficiente transformación de CALB inducible por eritritol en *Y. lipolytica*. Además, se mostró que las placas de YPG con tributirina y eritritol son óptimas para diferenciar visualmente las cepas transformadas de las silvestres mediante la formación de halo. Con base a lo reportado previamente y debido a la capacidad de secreción que tiene la propia levadura (2) se esperaba un mayor halo. Esto puede ser por las diferentes cepas y condiciones usadas, por lo que se tendrá que comprobar estas hipótesis. Posteriormente se realizará el cultivo en medio líquido y modificaciones genéticas que mejoren la producción de CALB.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca doctoral con número de CVU 625756. Al LIBBA-BI-CIATEJ donde se realizó este trabajo.

Bibliografía.

- Ortiz C., Ferreira M. L., Barbosa O., dos Santos J. C. S., Rodrigues R. C., Berenguer-Murcia Á., Briand L. E., & Fernandez-Lafuente R. (2019). *Science Technology*. Vol 9: 2380-2420.
- Theron C. W., Vandermies M., Telek S., Steels S., & Fickers P. (2020). *Scientific Reports*. Vol 10(1): 1741.
- Bird J. E., Marles-Wright J., & Giachino, A. (2022). *ACS Synthetic Biology*. Vol 11(11): 3551-3563.
- Larroude M., Park Y. K., Soudier P., Kubiak M., Nicaud J. M., & Rossignol T. (2019). *Microb Biotechnol*. Vol 12(6): 1249-1259.
- Reyes A. L., Valero F., & Sandoval G. (2023). *Electronic Journal of Biotechnology*. Vol 61: 61-68.

Regulación de la expresión de los genes *XYL1* y *XYL2* de *Clavispora lusitaniae* en la producción de xilitol

David Guzmán Hernández¹, Ana Carmela Ramos Valdivia¹, Josefina Barrera Cortés¹, Hector Mario Poggi Varaldo¹, Teresa Ponce Noyola¹, Eliseo Cristiani Urbina². ¹Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV. Ciudad de México C.P. 07360. ²Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN, México. C.P. 07360, CDMX

david_guzman@cinvestav.mx

Palabras clave: Etanol, xilitol, *Clavispora lusitaniae*

Introducción. El xilitol se utiliza como edulcorante de bajo aporte calórico además de tener propiedades anticariogénicas^[1]. *C. lusitaniae* acumula xilitol a partir de xilosa pero no en glucosa. Se sabe que los genes involucrados en el metabolismo de la xilosa son *XYL1* y *XYL2*, los cuales codifican para las enzimas xilosa reductasa (XR) y xilitol deshidrogenasa (XDH) respectivamente^[2]. En el presente trabajo se pretende producir xilitol a partir de sacarificados de bagazo de caña, ricos en xilosa y glucosa. Se determinó la actividad específica de XR y XDH, así como la expresión de los genes *XYL1* y *XYL2* cuando *C. lusitaniae* se cultiva en glucosa o xilosa, buscando un modelo de regulación.

Metodología. *C. lusitaniae* se hizo crecer en medio Breus con xilosa o glucosa. Los tiempos de muestreo fueron a las 0, 8 y 12 h en el caso de glucosa y a las 0, 24 y 48 h en xilosa. Para cada muestra se obtuvo el extracto crudo intracelular y se midió actividad XR y XDH por espectrofotometría a 340 nm. Para el análisis de expresión se sintetizó cDNA a partir del RNAm usando el kit RevertAid First Estándar cDNA synthesis. Se utilizó como molde el cDNA y se determinaron los niveles de expresión por medio de qPCR^[3]

Resultados. La actividad enzimática de XR y XDH sólo se observó cuando *C. lusitaniae* creció en xilosa, pero no cuando creció en glucosa (Fig. 1). La actividad enzimática de XR fue mayor que XDH a las 24 y 48 h. Por otro lado, dichas actividades no fueron detectables en glucosa (Fig. 1 B).

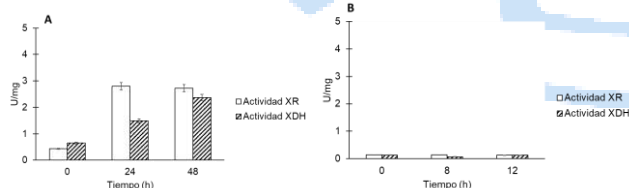


Figura 10. Actividades XR y XDH de *C. lusitaniae* creciendo en 20 g/L de A) xilosa y B) glucosa

En el caso de la expresión de *XYL1* y *XYL2*, sólo hubo expresión en xilosa y no en glucosa (Fig. 2). *XYL1* tuvo mayor expresión con respecto a *XYL2* a las 0 y 24 h coincidiendo con la actividad enzimática (Fig. 2A). No hubo expresión de los genes *XYL1* y *XYL2* cuando *C. lusitaniae* se cultivó en glucosa (Fig. 2 B).

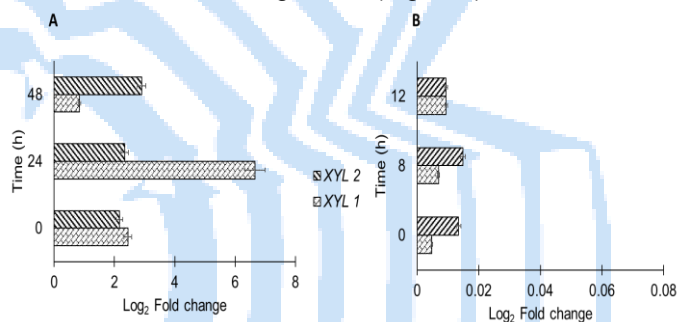


Figura 2. Expresión de *XYL1* y *XYL2* de *C. lusitaniae* creciendo en 20 g/L A) xilosa y B) glucosa

Conclusiones.

- C. lusitaniae* sólo presenta actividad enzimática XR y XDH cuando crece en xilosa, pero no en glucosa.
- Los genes *XYL1* y *XYL2* son de naturaleza inducible, ya que se expresan cuando *C. lusitaniae* crece en xilosa mientras que dichos genes son reprimidos en presencia de glucosa. Lo anterior se correlaciona con las actividades enzimáticas respectivas.

Agradecimiento. Al CONACYT por la beca 839987

Bibliografía.

- Anwar, Z., Gulfranz, M. and Irshad, M. (2014). *J Radiat Res Appl Sci*, 7 (2) 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2014.02.003>
- Ochoa-Chacón, A., Ramos-Valdivia, A. C., Poggi-Varaldo, H. M., Villa-Tanaca, L., Martínez, A. and Ponce-Noyola, T. (2022). *Enzyme Microb. Technol.*, <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2022.110094>
- Ranzon, Y., Zendejas-Zaldo, M., López del Castillo-Lozano, M., Aguilar-Uscanga M. (2011). *Adv. Chem. Eng.*, 2(1), 9-14. <https://doi.org/10.4236/aces.2012.21002>

Multi-sensor enzimático para detección de biomarcadores de daño renal.

Cristian Eduardo Flores Arreola,¹ Abraham Ulises Chávez Ramírez,² Alejandra Álvarez López,¹ Vanessa Vallejo Becerra y Juan de Dios Galindo de la Rosa^{1*}

¹Facultad de Ingeniería, División de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario Cerro de las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010, México.

²Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Qro., C.P. 76703, México.

Palabras clave: biosensor, daño renal, creatinina.

Introducción. Uno de los problemas causados por enfermedad renal son los trastornos del ciclo de la urea; estos trastornos son un problema común en los errores metabólicos congénitos y representan problema importante de preocupación para la unidad metabólica [1,2]. Encontrar formas de detección eficientes es uno de los principales retos. La precisión analítica de los biosensores ha conducido a un crecimiento acelerado de la investigación y desarrollo de estos, además, el impacto de la introducción de esta tecnología en la sociedad [3]. El uso de enzimas como bio-receptores presenta una gran ventaja en la selectividad de los analitos de interés por lo tanto encontrar nuevas estrategias para su aplicación en biosensores. En este trabajo se presenta el desarrollo de un biosensor microfluídico a nivel de multi-sensado, utilizando la transducción colorimétrica de medición de los niveles de urea, sarcosina, creatina y creatinina con interés clínico en pacientes con enfermedad renal.

Metodología.

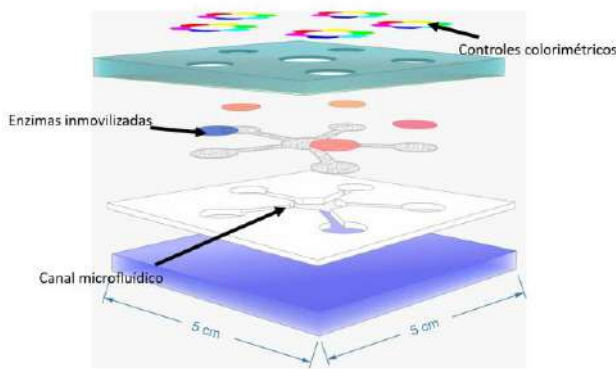


Fig. 1. Prototipo de multi-sensor colorimétrico microfluídico para detección de biomarcadores de daño renal.

Se diseñó la fase sensora del biosensor utilizando diferentes zonas de detección y las enzimas ureasa, sarcosina oxidasa, creatininas, peroxidasa del rábano

picante y creatinasa inmovilizadas en macroesferas de quitosano funcionalizadas con glutaraldehído depositadas sobre papel Whatman. Se involucraron técnicas de telemedicina, integrando procesamiento de imágenes con el uso de teléfonos inteligentes, que permitieron registrar los cambios en los ensayos colorimétricos y, por ende, los cambios del triplete RGB de la prueba que permitieron la lectura colorimétrica enzimática para determinar las concentraciones de creatinina y urea en rangos que son fisiológicamente relevantes.

Resultados. Se llevaron a cabo las evaluaciones de los parámetros cinéticos de las enzimas inmovilizadas, así como las pruebas colorimétricas y de detección de cada uno de los biomarcadores

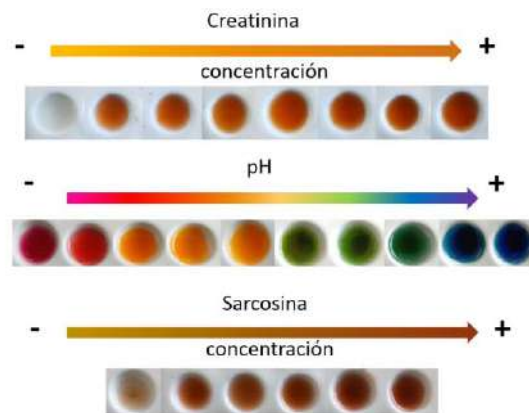


Fig. 2. Evaluación de detección colorimétrica de algunos biomarcadores por medio del método de detección desarrollado.

Conclusiones. Se desarrolló un prototipo de multi-sensor colorimétrico de biomarcadores de daño renal alcanzando una buena sensibilidad y rapidez de detección comparado con los métodos convencionales.

Bibliografía.

1. Naresh, V., Lee, N. (2021) *Sensors* 21, 1109.
2. Biró, E., Németh, Á., Sisak, C., Feczko, T., & Gyenis, J. (2008). *J Biochem Biophys Methods*, 70, 1240–1246.
3. Shen, L., Hagen, J. A., & Papautsky, I. (2012). *Lab on a Chip*, 12, 4240–4243.

EXPRESION Y PURIFICACIÓN DE UNA CISTEÍNA PROTEINASA DE *TRICHOMONAS VAGINALIS* TIPO ASPARAGINIL ENDOPEPTIDASA Y SU INHIBIDOR

Claudia Ivonne Flores-Pucheta¹, Octavio Montes-Flores, Miriam Guadalupe Mateo-Cruz², Esly Alejandra Euceda-Padilla², Rossana Arroyo^{2*}, Jaime Ortega-López^{1*}. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, 1 Depto. de Biotecnología y Bioingeniería, 2 Depto. de Infectómica y Patogénesis Molecular, Ciudad de México CP 07360, cflores@cinvestav.mx

Palabras clave: *Trichomonas vaginalis*, cisteína proteinasa, replegamiento

Introducción. Las legumainas, presentes en la mayoría de los organismos, son cisteína proteinasas (CPs) del clan CD de la familia C13 de las asparaginil endopeptidasas (AEPs) que participan tanto en procesos biológicos como de patogenicidad, como se describe en Dall, 2016 (1).

Es sabido que AEPs se sobre expresan en algunos tumores en células de mamífero, lo cual la convierte en candidato para el diseño de fármacos anticáncer. Por otro lado, los inhibidores naturales de CPs de tipo AEPs de parásitos, también pueden ser candidatos para el diseño de fármacos contra la enfermedad causada por los parásitos. *Trichomonas vaginalis* es un protozooario parásito de transmisión sexual desatendido que tiene 10 genes que codifican para AEPs de la familia C13 del clan CD, las cuales se sintetizan como precursores inactivos (proenzima) de entre 43.5 y 45 kDa. Los zimógenos se procesan a su forma enzimáticamente activa después de perder regiones tanto del amino como del carboxilo terminal (2).

El objetivo de este trabajo fue obtener una de las AEPs de *T. vaginalis* sin el péptido señal (TvAEP-ΔSP) y a su inhibidor (TvAEP-INH) como proteínas recombinantes en su conformación nativa para su caracterización bioquímica y funcional.

Metodología. Los genes *tvaep-Δsp* y *tvaep-inh* fueron sintetizados por Synbio y se subclonaron en los sitios *NcoI* y *XhoI* en los vectores pCri1a y pCri8a, respectivamente. Células competentes de *Escherichia coli* BL21(DE3) se transformaron con cada construcción y se crecieron en medio 2TY. La expresión de las proteínas se indujo con 0.2 mM de IPTG a 20 °C por 16 h. Las proteínas se solubilizaron en urea 8 M y 2-ME 1 mM y se purificaron por cromatografía de afinidad a níquel en condiciones desnaturizantes. Ambas proteínas se replegaron por diálisis. Las muestras se analizaron por SDS-PAGE en geles de poliacrilamida al 10 o 12 %, respectivamente.

Resultados. El análisis de la expresión por SDS-PAGE indica que la TvAEP-ΔSP fusionada al MBP (Fig. 1a) y TvAEP-INH (Fig. 1b) se expresaron como cuerpos de inclusión, por lo que se recuperaron de la fracción

insoluble para su purificación. En ambos casos las proteínas obtenidas corresponden al tamaño molecular esperado de 85.6 kDa para TvAEP-ΔSP+MBP y 15.4 kDa para el inhibidor TvAEP-INH. La fusión de la TvAEP-ΔSP al MBP permitió mejorar las propiedades de los cuerpos de inclusión al solubilizarlos. Las condiciones de replegamiento implementadas para ambas proteínas permitieron recuperar proteínas estables sin agregados aparentes. Interesantemente los ensayos de inmunodetección utilizando un anticuerpo contra TvLEGU-1r, otra AEP de tricomonas (2,3) no mostró reactividad cruzada contra TvAEP-ΔSP.

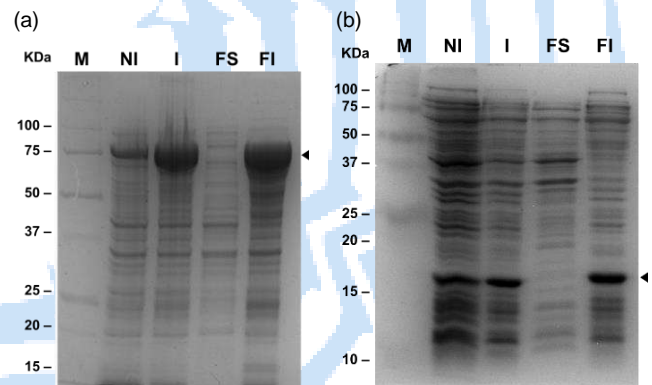


Fig. 1. Expresión de TvAEP-SP (a) y TvAEP-INH (b) en BL21(DE3). Marcador M, No inducido NI, inducido I, fracción soluble FS e insoluble FI. SDS-PAGE en geles de poliacrilamida al 10 y 12%.

Conclusiones. La TvAEP-ΔSP de *T. vaginalis*, así como su inhibidor TvAEP-INH son susceptibles de expresarse de forma recombinante y replegarse para obtener una conformación estable.

Agradecimiento. Este proyecto fue financiado con apoyo de CINVESTAV-IPN y Conacyt CB-A1-S-34224 (JOL).

Bibliografía.

- Dall, E., & Brandstetter, H. (2016). *Biochimie*. 122, 126–150.
- León-Felix J., Ortega-López J., Orozco-Solis R and Arroyo R. (2004). *Gene* 335: 25-35.
- Rendón-Gandarilla FJ, et al., (2013). *Biomed Res Internal*.2013; 561979. doi:10.1155/2013/561979.

IDENTIFICACIÓN Y EXPRESIÓN HETERÓLOGA DE ENZIMAS QUE INTERVIENEN EN LA MINERALIZACIÓN DEL PET

Braulio Alan Castro Solano¹, Mara Mile Vivanco Sosa¹ y Carolina Peña Montes^{1#}, ¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Veracruz. Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos UNIDA. Veracruz, Ver. MÉXICO CP 91897, # carolina.pm@veracruz.tecnm.mx.

Palabras clave: Enzimas, mineralización, PET

Introducción. El tereftalato de polietileno (PET) es utilizado en la fabricación de fibras textiles sintéticas y botellas de plástico¹. Al término de su vida útil, este producto termina en el medio ambiente pudiéndose fragmentar hasta etilenglicol y ácido tereftálico TPA². Siendo este último considerado un xenoestrógeno³. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue identificar enzimas de microorganismos que intervienen en la mineralización del PET como las citocromo P450 y expresar una de ellas en *E. coli*.

Metodología. Se realizaron análisis bioinformáticos en los genomas de bacterias y hongos, para identificar genes anotados de enzimas probables para la degradación de TPA. Se evaluó la degradación de TPA⁴ y la cinética de producción de enzimas oxigenasas por *Aspergillus*, utilizando TPA al 0.5 %p/v. Se determinó la actividad reductasa⁵ y proteína⁶. Se seleccionó el gen *phacA* de *Aspergillus* para la expresión heteróloga en *E. coli* utilizando el vector de expresión pET-22b(+). Las clonas positivas por PCR de colonia se cultivaron en LB con inducción para la expresión de PHACA con IPTG. Por último, se realizó la cinética de producción de enzimas oxigenasas determinando actividad reductasa y proteína. Asimismo, se obtuvo un modelo estructural para la enzima recombinante en el programa Robetta con el algoritmo RoseTTAFold.

Resultados. Se encontró anotado el gen *phacA* con un 100% de identidad en las bases de datos que contenían su genoma, se determinó una degradación de TPA de 56 % para *A. nidulans* a las 168 horas y 67.4 % para *A. terreus* a las 120 horas. Se obtuvo una actividad de 29.54 μ katal/mL a las 48 horas y 23.83 μ katal/mL a las 120 horas. La cinética de producción de la enzima mostró la máxima actividad a las 5 horas de la inducción (33.15 μ katal/mL) (Fig. 1).

El modelo estructural obtenido, se validó obteniendo un QMEANDisco Global 0.58 \pm 0.05, puntuación MolProbity 2.82 y Ramachandran favorable de 97.38 %. La estructura obtenida presenta la topología de una Fenilacetato 2-hidroxilasa enzima citocromo P450 monooxigenasa (Fig. 2).

Conclusiones.

Se planteó una ruta metabólica probable para la despolimerización y mineralización de PET a partir de la información obtenida en la literatura. El análisis bioinformático permitió la identificación de enzimas dioxigenasas en diferentes géneros de bacterias que llevan a cabo la mineralización del TPA. No se encontraron genes de enzimas para la mineralización de TPA en los genomas de hongos *Aspergillus* y *Alternaria*. Sin embargo, se identificaron genes que codifican para enzimas Citocromo P450 que degradan compuestos aromáticos. Se comprobó que los hongos del género *Aspergillus* tuvieron capacidad para crecer en presencia de TPA, presentando actividad enzimática. Se expresó en *E. coli* el gen *phacA* que codifica una citocromo P450 monooxigenasa en *A. nidulans* que está implicada en la mineralización de compuestos aromáticos.

Agradecimiento. A CONACYT por brindarme la beca con número de apoyo 760722 y por financiar el proyecto (A1S47929).

Bibliografía.

- ¹Yoshida, S., Hiraga, K., Takehana, T., Taniguchi, I and Yamaji H. (2016). *Science*. Vol (351):1196–1199.
- ²Castro, B.A., Peña, C., Valerio, G., Peralta, L.A., Sánchez, L.E. (2020). *Mineralización de políesteres contenidos en residuos plásticos*. Navarrete, F.E. Ave editorial. México. pp 111-126.
- ³Luciani, M.G., Moore, D.H., Goodson III, W.H. (2015). *Carcinogenesis*. Vol. 36(1): 168-176.
- ⁴Vázquez-Alcántara, L., Oliart-Ros, R. M., García-Bórquez, A., & Peña-Montes, C. (2021). Expression of a Cutinase of *Moniliophthorororeri* with Polyester and PET-plastic residues degradation activity. *Microbiology Spectrum*, 9(3), e00976-21.
- ⁵Mingot, J.M., Peñalva, M.A and Fernández, J.M. (1999). *J. Biol. Chem.* Vol. 274(21): 14545-14550.
- ⁶Bradford, M. M. (1976). *Anal. Biochem.* Vol. 72(1): 248-25

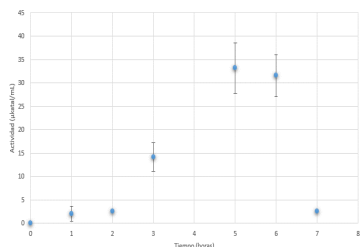


Fig. 1. Cinética de PHACA en *E. coli* BL21. Fig. 2 Modelo PHACA.

OBTENCIÓN DEL GEN DE LA ERITROSA REDUCTASA EN *Clavispora lusitaniae* CDBB-L-2031

Brenda Angulo-Olguín¹, Alejandro Lara-Meléndez¹, Teresa Ponce-Noyola¹ ¹Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV Zacatenco CDMX CP 07360
banguloo1400@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Clavispora lusitaniae, Eritrosa reductasa, Eritritol

Introducción. El eritritol es un polialcohol de cuatro carbonos utilizado en la industria alimentaria, farmacéutica y en la biorrefinería. Este metabolito puede sintetizarse de forma química y biotecnológica, este último por levaduras como *Clavispora lusitaniae* (1). *C. lusitaniae* produce diferentes metabolitos como etanol, xilitol y eritritol (2). Sin embargo, para la obtención de este último se sabe que se necesitan dos enzimas clave: eritrosa 4-fosfato quinasa y eritrosa reductasa, a pesar de esto no se encuentra caracterizada la ruta metabólica ni los genes implicados en la misma en *C. lusitaniae* (3). Por lo antes mencionado, el objetivo del presente trabajo es amplificar el gen de la eritrosa reductasa (ER) de *Clavispora lusitaniae* como primer paso en la investigación de su ruta metabólica.

Metodología. Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de la secuencia del gen de la eritrosa reductasa en otras levaduras. Con la secuencia obtenida se realizó un blast para localizar un fragmento de secuencia similar en el genoma de *C. lusitaniae*. Con lo anterior se identificó la secuencia putativa del gen de interés. Se prosiguió a hacer el diseño *in silico* de los iniciadores para la amplificación por PCR punto final de dicho gen.

Resultados.

Se obtuvo por análisis bioinformático la secuencia de ER en el genoma de *C. lusitaniae* (Fig. 1)

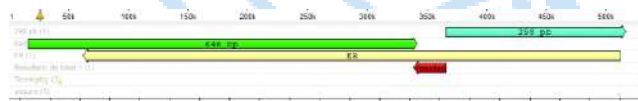


Fig. 1. Secuencia putativa de la ER (amarillo), junto con la secuencia alineada por blast (rojo), la secuencia río arriba (verde) y la secuencia río abajo (azul) de ER *Moniliella megachiliensis*.

Con esta secuencia se diseñaron los iniciadores para amplificar secuencias de este gen (Tabla 1)

Tabla 1. Secuencia de los iniciadores diseñados para la amplificación de ER.

Oligos	Secuencia	No. pb
Fw Eritrosa Reductasa	TCTGTGAACCTCAACAAGC	19
Rv Eritrosa Reductasa	ATCACATAGCAITTAAGTAGCT	22
Fw ER_1	GGCAACGGAAACAAAATTC	20
Rv ER_1	GCATCAAGTACAAGTCGAGGTA	22
Fw ER_2	ACCCGAATTGTCAACIATCG	21
Rv ER_2	GAGAACCTTCCTCTGTCAA	22
Fw ER_3	CAAGTGCAGCCTTGAGAAAT	21
Rv ER_3	GGTTGGGTCAACAATGGG	18

Se espera obtener la amplificación del gen de la eritrosa reductasa y fragmentos del mismo con los iniciadores previamente mencionados (Fig. 2).

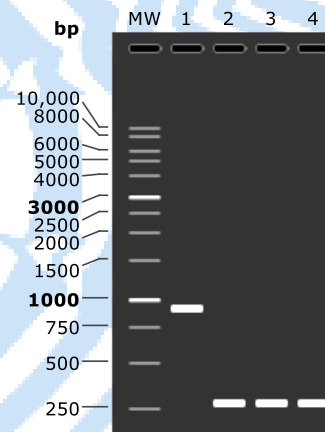


Fig 2. Simulación *in silico* del gel de agarosa (1) Amplificación del gen de eritrosa reductasa, (2, 3, 4) Amplificación de fragmentos del gen de la eritrosa reductasa.

Conclusiones. El análisis bioinformático mostró la presencia de la secuencia putativa de la eritrosa reductasa en el genoma de *Clavispora lusitaniae*.

Bibliografía.

- Rzechonek, D. A., Dobrowolski, A., Rymowicz, W., & Mirończuk, A. M. (2018). Recent advances in biological production of erythritol. *Critical Reviews in Biotechnology*, 38(4), 620-633.
- Shukla, R., Hemansi, Kumar, G., Shukla, S., Saini, J. K., & Kuhad, R. C. (2021). Biorefinery potential of newly isolated yeast *Clavispora lusitaniae* for co-production of erythritol and ethanol. *Biomass Conversion and Biorefinery*.
- Nakagawa, Y., Kasumi, T., Ogihara, J., Tamura, M., Arai, T., & Tomishige, K. (2020). Erythritol: Another C4 Platform Chemical in Biomass Refinery. *ACS omega*, 5(6), 2520-2530.

INGENIERÍA DE DISEÑO RACIONAL DEL PERFIL DE ACTIVIDAD DE CICLACIÓN DE UNA CICLOGLUCANOTRANSFERASA TERMOACIDOFÍLICA

Beatriz Velazquez-Cruz¹, Laura Espinosa-Barrera¹, Hugo Serrano-Posada^{1,2*}, Sara Centeno-Leija^{1,2*}. ¹Laboratorio de Biología Sintética, Estructural y Molecular–LaBioSEM. ²Investigadores por México-CONACyT, LaBioSEM, Universidad de Colima, Colima, 28629.

*Autores de correspondencia: hserrano0@uclm.mx, sceneno0@uclm.mx

Palabras clave: almidón, CGTasas, ciclodextrinas

Introducción. Recientemente se caracterizó una nueva cicloglucanotransferasa (CGTasa) termoacidofílica, CldA, capaz de ciclar α -(1,4)-glucooligosacáridos a partir de almidón (actividad de ciclación), para producir ciclodextrinas (CDs) funcionales. No obstante, CldA también hidroliza almidón, disminuyendo el rendimiento de CDs^{1,2,3}. La estructura cristalográfica de CldA (**Fig. 1**) sugirió que la modesta actividad de ciclación está relacionada con la presencia del par hidrofóbico inusual Trp²⁰⁴/Met²⁸¹ en el subsitio +2 del sitio activo³, alejado del par clásico (Phe)/(Phe/Tyr), el cual es primordial para la actividad de ciclación⁴.

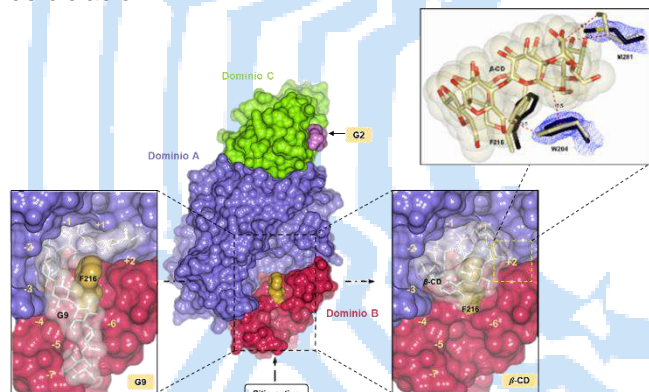


Figura 1. Estructura cristalográfica de CldA (Código PDB 6WNI; [3]). Note el par Trp²⁰⁴/Met²⁸¹ interactuando con β -CD en el subsitio +2 del sitio activo.

Este trabajo presenta la caracterización funcional comparativa entre la forma nativa de CldA y su forma mutante CldA_{M281F}, con el objetivo de optimizar el perfil de actividad de ciclación.

Metodología. Purificación: cromatografía de afinidad a níquel (CldA y CldA_{M281F} recombinantes). Análisis de productos (maltooligosacáridos y CDs): HPLC, con el Sistema Alliance® 2695 acoplado a un detector de índice de refracción (IR: 2414). Estándares: glucosa (G1), maltosa (G2), maltotriosa (G3), maltotetraosa (G4), maltopentosa (G5), maltohexosa (G6), maltoheptaosa (G7) y α -, β - y γ -CDs.

Resultados.

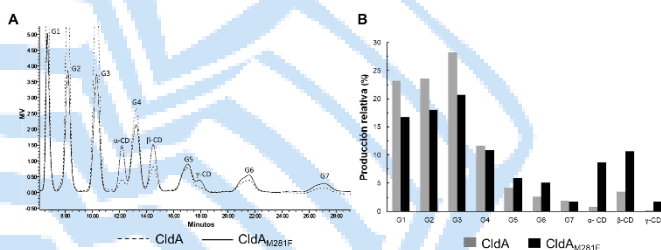


Figura 2. Productos sintetizados a pH 4.0. (A) Perfil de productos de CldA (línea punteada) y mutante (línea sólida). (B) Producción relativa de CldA (Barras en gris) y mutante (barras en negro).

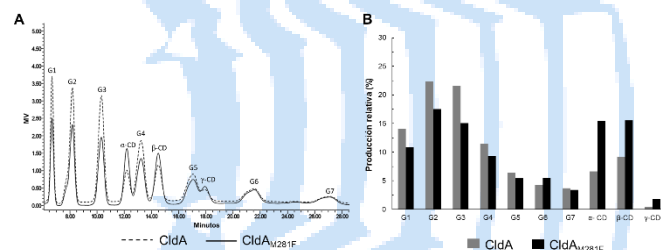


Figura 3. Productos sintetizados a pH 7.0. (A) Perfil de productos de CldA (línea punteada) y mutante (línea sólida). (B) Producción relativa de CldA (Barras en gris) y mutante (barras en negro).

Conclusiones. Con relación a la forma nativa, CldA_{M281F} incrementó 3.41 veces la actividad de ciclación a pH 4.0 y 1.76 veces a pH 7.0, confirmando el éxito del diseño racional para optimizar el perfil de actividad de ciclación.

Agradecimientos. BVC y LEB agradecen el apoyo de una beca SNI y una beca posdoctoral CONACyT No. 218862, respectivamente. HSP y SCL agradecen el apoyo de los proyectos CONACyT CB-2018-A1-S-18011, CF-2019-33-549477 e INFR-2021-17-316456.

Bibliografía.

- [1] Velazquez-Cruz, B. (2021). Tesis maestría. Universidad de Colima, México. [2] Centeno-Leija, S., Espinosa-Barrera, L., Velazquez-Cruz, B. et al., (2022) *Sci. Rep.* 12:730. [3] Espinosa-Barrera, L., Velazquez-Cruz, B. et al., (2023). Escritura terminada. Para Acta Cryst. D o JBC. [4] Uitdehaag, J. C., Kalk, K. H., van Der Veen, B. A., Dijkhuizen, L., & Dijkstra, B. W., (1999). *J. Biol. Chem.* 274(49):34868-34876.

ESTUDIO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LA CUTINASA RECOMBINANTE AN CUT1 DE *Aspergillus nidulans* PARA LA DEGRADACIÓN DE PET

Augusto Castro¹, Adela Rodríguez², Rogelio Rodríguez-Sotres¹ y Amelia Farrés.¹ Facultad de Química, UNAM, Ciudad de México, 04510.² Instituto de Química, UNAM, Ciudad de México, 04510 jaugusto_09roca@comunidad.unam.mx

Palabras clave: Cutinasa, Biodegradación, Poliéster

Introducción. Los residuos de plásticos se acumulan en diversos ecosistemas, provocando un severo problema en el medio ambiente. Uno de los plásticos más utilizados en la industria de alimentos es poli(etileno tereftalato) (PET) constituido por etilenglicol y ácido tereftálico. Los procesos químicos y termomecánicos son las estrategias principales para reciclarlo. Actualmente se emplea la biocatálisis como una alternativa. Existe una variante empleando una variante de cutinasa que puede despolimerizar PET amorfo hasta un 90% (1). Otras enzimas que degradan el PET deben mejorarse para lograr resultados similares, específicamente la actividad hacia PET semicristalino y la termoestabilidad (2). El sistema cutinolítico de *Aspergillus nidulans* incluye a la enzima AN CUT1 (3), que ha demostrado que degrada el PET por pérdida de peso y disminución de la cristalinidad. Sin embargo, el rendimiento de monómeros es bajo y requiere un tiempo de reacción prolongado. El objetivo de este trabajo es mejorar la actividad de AN CUT1 por creación de variantes. Se realizó un estudio *in silico* para analizar la interacción de la enzima con un oligómero de PET y se identificaron los residuos que están implicados en la unión del sustrato y la eficiencia catalítica. Los resultados deberían conducir al desarrollo de biocatalizadores con una actividad mayor que la enzima silvestre.

Metodología. Rodríguez-Sotres (2021) construyó un modelo 3D de la AN CUT1 utilizando AlphaFold 2.0. Se validó y se minimizó el modelo. Se estudió la interacción del ligando (3PET) mediante acomplamiento molecular con AutoDock Vina, dinámica molecular (DM) con Gromacs 5.1.4 para la enzima libre y con el ligando. Se calculó la entropía usando mecánica molecular y métodos semiempíricos QM (SQM) de MOPAC, para calcular la entalpía y determinar el ΔG de unión. Se seleccionaron los residuos de interés y se hizo mutagénesis sitio dirigidas para producir las enzimas recombinantes en *E. coli*.

Resultados. El 3PET interacciona con 19 residuos de la hendidura que soporta el sitio activo de la AN CUT1. Cada anillo aromático se encuentra en un subsitio de unión (Fig. 1). L171 y N73 son residuos que pertenecen

al punto de reconocimiento (PR) del sitio activo, durante la DM estos residuos están en contacto todo el tiempo con el 3PET. Se observó una conformación cerrada del PR. Esto condujo a evaluar DM con iones (Na, Ca y Mg) que tienen un efecto en la actividad y la termoestabilidad (4). Se observó una conformación abierta en presencia de Mg y sitios de unión para este ion. Esto correlaciona con otro trabajo que se presenta durante el congreso (5). Una doble mutante (LN) podría permitir una conformación abierta que se reflejaría con un incremento en la actividad enzimática. Por otro lado, se obtuvieron colonias positivas después de la mutagénesis sitio dirigidas que están en proceso de comprobación.

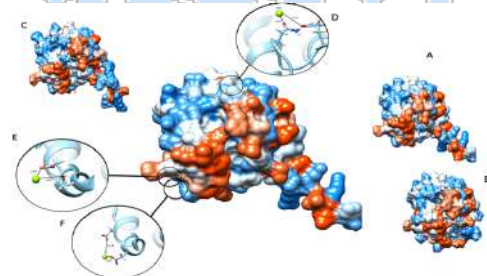


Fig. 1. Se observa la superficie hidrofóbica de la AN CUT1 (azul representa residuos hidrofílicos y rojo residuos hidrofóbicos), (A) conformación cerrada de AN CUT1, (B) conformación abierta de AN CUT1, (C) doble mutante de AN CUT1, (D-F) posibles sitios de unión a Mg²⁺.

Conclusiones. Hay 3 sitios de unión potenciales para Mg que modifican la conformación de abierta a cerrada en el PR de la AN CUT1 y la interacción con el 3PET. La LN mejora la interacción con el 3PET sin la presencia de iones. Hasta el momento desconocemos si los iones tienen solo un efecto en la actividad enzimática, en la termoestabilidad o en ambos parámetros. Se requieren más experimentos para comprobar los resultados *in silico*.

Agradecimiento. PAIP 5000-9095, PAPIIT IN 201921 DGAPA, beca CONACYT 750551, PAEP.

Bibliografía. (1) Tournier, V, et al. (2020). Nature. Vol (580). 1-18. (2) Kawai, F, Kawabata, T y Oda M. (2019). Appl. Biochem. Biotechnol. Mini-review.1-16. (3) Bermúdez, E, et al. (2019) Appl Microbiol Biotechnol 103:3863-3874. (4) Castro, A, Rodríguez, R y Farrés, A. (2023). Catalysis. 13, 591. 1-24. (5) unamFrancoll.

OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HIDROLASAS CON *PENICILLIUM CRUSTOSUM* COMO FERMENTACIÓN BASE PARA UNA BIOREFINERÍA

Arely Núñez-Serrano^a, Refugio B. García-Reyes^a, Alcione García-González^{a,*}

^a Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Facultad de Ciencias Químicas, Av. Universidad S/N, Cd. Universitaria, C.P. 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

*alcione.garciagn@uanl.edu.mx

Palabras clave: Optimización, hidrolasas, *Penicillium crustosum*

Introducción. Debido a la alta demanda industrial de hidrolasas, se buscan estrategias que optimice el rendimiento de producción y costos. Además, la revalorización de agro residuos favorece el desarrollo de biorrefinerías para la obtención de diversos compuestos, como enzimas por vía microbiana [1].

El objetivo de este proyecto es optimizar la producción de pectinasas, xilanasas y celulasas, mediante la fermentación sumergida (FS) de *Penicillium crustosum* utilizando residuos agroindustriales como cosustratos.

Metodología. Primero, la producción enzimática se realizó mediante FS evaluando la cáscara de limón (CL) (2% p/s) y el salvado de trigo (ST) (p/s) como cosustrato, para determinar el mejor cosustrato. La actividad enzimática fue determinada utilizando como estándar ácido galacturónico (mg/mL) (pectinasas), D-xilosa (mg/mL) (xilanasas) y glucosa (mg/mL) (celulasas), la actividad hidrolítica (U/mL) se definió como la cantidad de enzima que cataliza 1 μ L de sustrato por mL [2]. Se realizó un análisis estadístico ANOVA. Posteriormente, se utilizó un Diseño Central Compuesto (DCC) [3] para la optimización de la producción hidrolítica, variando la temperatura, pH, concentración de cofactor MnSO₄ (g/L) y medio PDB (% p/v), para el caso de la xilanasas.

Resultados.

Tabla 1. Actividades enzimáticas máximas obtenidas en FS variando los cosustratos

Hidrolasa	(h)	Actividad enzimática (U/mL)		
		Control	CL	ST
Pectinasas	96	230.01	980.12	244.03
Xilanasas	144	1.94	68.63	236.39
Celulasas	144	15.82	54.13	15.15

Control, sin cosustrato; CL, cáscara de limón; ST, salvado de trigo

Existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre los cosustratos utilizados en las producciones hidrolíticas evaluadas, y en la DCC para cada enzima.

Tabla 2. Condiciones óptimas de producción de pectinasas y la comparación entre la actividad experimental y la predicha; con 112% de similitud

Temperatura	pH	MnSO ₄	Actividad enzimática predicha	Actividad enzimática experimental
°C		g/L	U/mL	U/mL
33.5	5.05	2.5	1269.70	1427.99 \pm 27.41

Tabla 3. Condiciones óptimas de producción de xilanasas utilizando ST como cosustrato, con una similitud de 92.75% comparando la actividad experimental y la predicha

Temperatura	pH	MnSO ₄	PDB	Actividad enzimática predicha	Actividad enzimática experimental
°C		g/L	% p/v	U/mL	U/mL
37.5	5.5	2.5	0.625	292.99	271.77 \pm 8.50

Tabla 4. Condiciones óptimas de producción de celulasas utilizando CL como cosustrato, con una similitud de 97.81% comparando la actividad experimental y la predicha

Temperatura	pH	MnSO ₄	Actividad enzimática predicha	Actividad enzimática experimental
°C		g/L	U/mL	U/mL
45	5.5	2.5	64.08	62.68 \pm 9.65

Conclusiones. *P. crustosum* es un potencial productor de hidrolasas. La cáscara de limón como cosustrato aumentó la actividad de pectinasas y celulasas, y el salvado de trigo tuvo un efecto similar en la producción de xilanasas, probablemente debido a la composición química de los agro residuos. La optimización de las condiciones de fermentación incrementó la producción hidrolítica, siendo este proceso una opción prometedora para la producción conjunta de hidrolasas en una biorrefinería.

Agradecimiento. Al CONACyT por la beca de doctorado otorgada, así como al proyecto PAICYT 72-CAT-2022, por el financiamiento en la realización de este proyecto. A la Facultad de Ciencias Químicas, UANL y al laboratorio de Físicoquímicas de Interfaces por el apoyo en el uso de las instalaciones.

Bibliografía.

- [1] S. Chatterjee and S. Venkata Mohan, *Bioresource Technology*, vol. 345. Elsevier Ltd, Feb. 01, 2022.
- [2] G. L. Miller, *Anal Chem*, vol. 31, no. 3, pp. 426–428, 1959
- [3] H. A. El Enshasy, E. A. Elsayed, N. Suhaimi, R. A. Malek, and M. Esawy, *BMC Biotechnol*, vol. 18, no. 1, Nov. 2018.

SACAROSA ISOMERASA PALI NX-5 TERMOESTABLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE ISOMALTULOSA

Amado Javier Sardiña-Peña¹, Lourdes Ballinas-Casarrubias¹, Tania Siqueiros-Cendón¹, Edward Espinoza-Sánchez¹, Norma Flores-Holguín², Liber Mesa-Ramos¹, Blanca Iglesias-Figueroa¹ y Quintín Rascón-Cruz¹

¹ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitarios s/n Nuevo Campus Universitario, C. P. 31125

² Laboratorio Virtual NANOCOSMOS, Departamento de Medio Ambiente y Energía, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua, México. C. P. 31136

p324974@uach.mx

Palabras clave: isomaltulosa, ingeniería de proteínas, sacarosa isomerasa, termoestabilidad.

Introducción. Las dietas ricas en azúcares están estrechamente relacionadas con la aparición de resistencia a la insulina (diabetes tipo II) [1]. Una alternativa a la sacarosa es la isomaltulosa. Esta molécula tiene el mismo valor calórico total que la sacarosa, pero se digiere lentamente. Así, la isomaltulosa tiene una respuesta glucémica baja y garantiza un suministro prolongado de glucosa [2]. Las sacarosa isomerasas son las enzimas utilizadas en la producción de isomaltulosa; sin embargo, su baja estabilidad térmica constituye un limitante [3]. La mutagénesis dirigida basada en el factor B es una poderosa estrategia para mejorar la termoestabilidad de una enzima.

OBJETIVO: Obtener sacarosa isomerasa Pall NX-5 mediante el incremento de su estabilidad térmica a 40°C, mediante ingeniería de proteínas.

Metodología. Se partió del análisis del perfil de factor B de la estructura 4hox.1 [4]. Mediante el software B-Fitter se identificaron los residuos con los mayores valores B. Estos residuos fueron sujetos a sustituciones mediante ROSETTA DESING. Se seleccionaron los mutantes con potenciales interacciones termoestabilizantes. Las variantes de la Pall NX-5 se expresaron (en forma glicosida) en *P. pastoris* y luego se purificaron. La temperatura óptima se determinó entre 15 y 70°C en tampón de ácido cítrico/fosfato de sodio 50 mM (pH 6). Para evaluar la estabilidad de la enzima esta fue incubada a 40°C. Los contenidos de azúcares en la mezcla de reacción se determinados mediante HPLC.

Resultados. Se identificaron 19 residuos con alto valor B como objetivos para mutagénesis dirigida al sitio. Los mutantes K174Q, L202E y K174Q/L202E, mostraron un aumento en su temperatura óptima de 5°C (Fig. 1A), mientras que sus vidas medias aumentaron 2.21, 1.73 y 2.89 veces (Fig. 1B), respectivamente. Los mutantes mostraron un aumento de actividad de hasta el 25,3%. Los valores de Km para los mutantes disminuyeron hasta un 9.4%; además, la eficiencia catalítica aumentó hasta en un 16% (Tabla I).

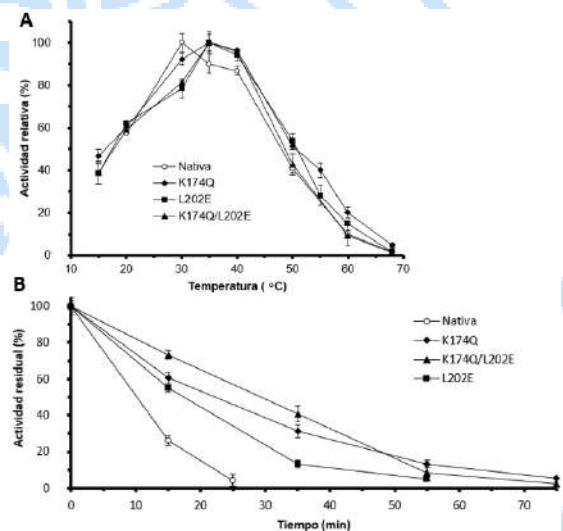


Fig. 1. A. Influencia de la temperatura sobre la actividad de las variantes de la Pall NX-5. B. Progresión de la actividad isomerasa residual de las variantes de la Pall NX-5 incubadas a 40°C.

Tabla 1. Evaluación de los parámetros cinéticos de las variantes de la sacarosa isomerasa recombinante Pall NX-5.

Variante	Actividad específica (U/mg)	Km (mM)	k _{cat} (s ⁻¹)	k _{cat} /Km (s ⁻¹ mM ⁻¹)
Pall NX-5 nativa	483.8 ± 6.9	255.1 ± 9.6	564.5 ± 1.0	2.21 ± 0.13
Pall NX-5 K174Q	529.9 ± 8.4	241.9 ± 6.8	618.2 ± 0.9	2.55 ± 0.15
Pall NX-5 L202E	509.1 ± 9.9	234.9 ± 5.1	594.0 ± 0.8	2.52 ± 0.08
Pall NX-5 K174Q/L202E	509.3 ± 8.7	231.2 ± 7.8	594.3 ± 1.1	2.57 ± 0.21
Pall NX-5 silvestre (B. Ren et al., 2011)	423	222	NR	NR
Pall NX-5 recombinante (S. Li et al., 2011)	NR	257	NR	NR

Conclusiones. Con la estrategia integral seguida, se obtuvieron mutantes más adecuados para aplicaciones industriales que sus contrapartes: nativos y de tipo salvaje de *E. rhapsontici* NX-5, sin comprometer la actividad catalítica de la molécula.

Agradecimiento. Al CONACyT y la FCQ, UACH.

Bibliografía.

- Wyllie-Rosett, J., Segal-Isaacson, C., y Segal-Isaacson, A. (2004). *Obesity research* 12(S11). 124S-129S.
- Sokolowska E, Sadowska A, Sawicka D, Kotulska-Bąblińska I, Car H (2022). *Crit Rev Food Sci Nutr* 62(21).5679–5704.
- Liu, L., Bilal, M., Luo, H., Zhao, Y., y Duan, X. (2021). *Catalysis Letters*, 151, 1868-1881.23
- Xu, Z., Li, S., Li, J., Li, Y., Feng, X., Wang, R., y Zhou, J. (2013). *PLoS one*, 8(9), e74788.

PRODUCCIÓN Y DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA CICLOFILINA RECOMBINANTE DE *Trichomonas vaginalis* TvCYP2

Otero-Pedraza, A., Flores-Pucheta, C.I., Montes-Flores, O., Cárdenas-Guerra, R.E., Arroyo-Verástegui, R., Olin-Sandoval, V., Antonio-Pérez, A. y Ortega-López, J.

CINVESTAV, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, Ciudad de México, 07360

alejandroo.pedraza@cinvestav.mx

Palabras clave: tricomoniasis, ciclofilina, actividad.

Introducción. La tricomoniasis es la infección de transmisión sexual no viral más frecuente a nivel mundial. Su diagnóstico tradicional tiene una baja sensibilidad (1). TvLEGU-1 ha sido reportada como un biomarcador para el diagnóstico de la infección (2), es expresada con altos rendimientos, pero en forma de agregados proteicos. Evidencia experimental sugiere que el paso limitante en su correcto plegamiento es la cis/trans isomerización de sus prolinas, reacción catalizada por las ciclofilinas (3). Así entonces, se busca la expresión de una ciclofilina del mismo parásito, TvCYP2, para eventualmente analizar su capacidad de asistir en el replegamiento de proteínas como TvLEGU-1 debido a su actividad enzimática. El objetivo del trabajo es expresar y purificar a la proteína TvCYP2 para posteriormente determinar su actividad.

Metodología. Se clonó la secuencia codificante de TvCYP2 tanto en el plásmido pET-38b(+) como en el plásmido pCri-8a. La expresión de proteínas con el vector pET-38b(+) resulta en la fusión traduccional con un módulo de unión a carbohidratos de la familia II (CBM2), lo que podría ser útil para la inmovilización del producto. Estas construcciones fueron transformadas en *Escherichia coli* BL21 (DE3) para la expresión de las proteínas. La inducción de la expresión se realizó en medio 2TY con 0.5 mM de IPTG a 20°C durante 20 horas. Ambas proteínas fueron purificadas mediante cromatografía de afinidad a Níquel aprovechando las etiquetas de histidinas añadidas por los vectores de expresión. Finalmente, la determinación de actividad se realizó mediante el ensayo de replegamiento de la RNasa T1 (4).

Resultados. En la Fig. 1 se muestra el análisis por SDS-PAGE de las fracciones solubles de la expresión de las proteínas TvCYP2-CBM2 (Fig. 1 A) y TvCYP2 (Fig. 1 B), así como sus purificaciones. En ambos casos se consiguió aislar a la proteína (Carriles 3) de la mezcla de proteínas presentes en la fracción soluble previo a la purificación (Carriles 2).

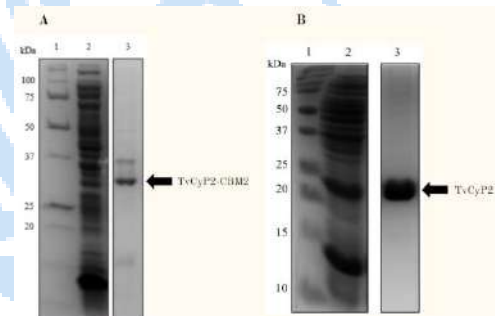


Fig. 1. Análisis electroforético (SDS-PAGE) de la fracción soluble de las expresiones de las proteínas y su purificación. Carriles 1: Precision Plus Protein Standard; Carriles 2: Proteína total previo a la purificación; Carriles 3: Elución de la proteína.

Posteriormente, las proteínas recuperadas fueron cuantificadas para realizar los ensayos de replegamiento de RNasa T1 con los que se determinó su actividad.

Conclusiones. Se expresaron y purificaron las proteínas tras la clonación de la secuencia codificante de TvCYP2 en los vectores pET-38b(+) y pCri-8a. Posteriormente, se realizaron ensayos de replegamiento para la determinación de su actividad; la proteína expresada con el vector pCri-8a presentó una mayor actividad aparente que su contraparte expresada con el vector pET-38b(+).

Agradecimiento. CINVESTAV-IPN (FIDSC2018/268), CONACyT (269657, A1-S34224) y beca CONACyT para estudios de maestría número 800089.

Bibliografía.

1. Gaydos, C. A., Klausner, J.D., Pai, N.P., Kelly, H., Coltart, C. & Peeling, R.W. (2017) *Sexually Transmitted Infections*. 93(S4), S31–S35.
2. Ramón-Luing, L. A., Rendón-Gandarilla, F.J., Cárdenas-Guerra, R.E., Rodríguez-Cabrera, N.A., Ortega-López, J., Avila-González, L., Angel-Ortiz, C., Herrera-Sánchez, C.N., Mendoza-García, M. & Arroyo, R. (2010) *Proteomics*. 10(3):435-44.
3. Takahashi, N., Hayano, T. & Suzuki, M. (1989) *Nature*. 337(6206), 473–475.
4. Zemanova, L., Vaskova, M., Schmidt, M., Roubalova, J., Haleckova, A., Benek, O. & Musilek, K. (1989) *Biochemistry*. 59(17), 1680–1687.

EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA LACASA EXPRESADA EN LA SUPERFICIE DE *Saccharomyces cerevisiae*

Dulce Y. Arenas-Olivares, Zuleima Alpizar-Dávila, Karla V. Teymenet-Ramírez, Daniel Morales-Guzmán, Miguel Alcalde, Fernando Martínez-Morales, María R. Trejo-Hernández. Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, 62209, Morelos, Mexico, dulce.arenas@uaem.edu.mx

Palabras clave: Lacasa, expresión heteróloga, optimización.

Introducción. La lacasa es una enzima oxidasa multicobre que ha ganado una gran atención debido a sus diversas aplicaciones biotecnológicas. El despliegue en la superficie de levadura es una poderosa herramienta para la ingeniería de proteínas, que permite la expresión e inmovilización de proteínas heterólogas en la superficie celular (1). Uno de los inconvenientes de este sistema es la baja expresión de la enzima en el sistema de despliegue es por ello por lo que se realizó la mejora del medio de cultivo.

Metodología. Se utilizó a la levadura EBY100 *S. cerevisiae* que expresa a la lacasa Aga2-OB1 la cual se creció en un medio selectivo y un medio de expresión de lacasa en matraces de 1000 mL con 200 mL de medio a 30°C y 150 rpm. Se evaluó el efecto de la composición del medio de expresión TRPE (Galactosa, peptona de caseína, extracto de levadura y sulfato de cobre) sobre la producción de lacasa Aga2-OB1 se utilizó el software Desing Expert para realizar un diseño central compuesto y análisis estadístico. La actividad se midió en un espectrofotómetro usando ABTS como sustrato y la concentración de biomasa se midió gravimétricamente.

Resultados y discusión. En la tabla 1 se muestran la composición de los 30 medios obtenidos en el diseño experimental, así como los resultados de la actividad lacasa y crecimiento. De acuerdo con los datos obtenidos la producción de la lacasa estuvo influenciada por la concentración de los componentes del medio, la máxima actividad lacasa (573 U/g) se obtuvo a concentraciones bajas de galactosa y extracto de levadura y a concentraciones altas de peptona de caseína y media de sulfato de cobre. El ANOVA mostró que el efecto de los factores estudiados fue significativamente diferente de cero (prueba F, $p < 0,0001$).

Tabla 1. Producción de biomasa y lacasa por *S. cerevisiae* en los 30 medios de cultivo del diseño experimental.

Corrida	Galactosa	Extracto de levadura	Peptona de caseína	Sulfato de Cobre	Biomasa (g/L)	Actividad específica (U/g)
1	0	0	-2	0	5.05	234.3
2	1	-1	1	1	4.94	339.7
3	-1	1	1	1	5.15	292.9
4	1	1	-1	-1	6.97	145.4
5	-1	-1	-1	1	4.28	374
6	-1	1	1	-1	6.71	125.1
7	-1	1	-1	1	5.36	277.2
8	0	0	0	0	4.70	377.6
9	0	0	0	2	5.46	367.2
10	1	1	-1	1	5.99	269.4
11	0	0	0	0	5.36	331.4
12	2	0	0	0	5.52	300.8
13	1	1	1	1	6.78	237
14	0	0	2	0	5.43	298.3
15	0	2	0	0	5.50	242.8
16	-1	1	-1	-1	5.50	216.9
17	0	0	0	0	4.73	311.9
18	-1	-1	1	-1	3.78	324.7
19	1	-1	1	-1	4.49	300.9
20	1	1	1	-1	5.22	241
21	-1	-1	1	1	3.76	538.3
22	1	-1	-1	-1	3.96	381.7
23	0	-2	0	0	3.26	573.6
24	-1	-1	-1	-1	4.44	398.6
25	0	0	0	0	5.38	276.1
26	0	0	0	0	4.52	318.8
27	0	0	0	0	4.98	306.4
28	-2	0	0	0	3.47	483
29	1	-1	-1	1	4.08	432.5
30	0	0	0	-2	3.80	42.4

Conclusiones. Este trabajo demostró que en la expresión de lacasa en el sistema en superficie de levadura hay que tener en cuenta la composición del medio de expresión, para tener una mayor expresión de la enzima en el sistema de despliegue en superficie de levadura, además, de reducir costos de producción al usar una concentración menor de galactosa.

Agradecimiento. Se agradece al Centro de Investigación en Biotecnología por permitir llevar a cabo este trabajo en sus instalaciones y al CONACYT por la beca otorgada (CVU 558761). Al proyecto CONACYT A1-S-34559-2018

Bibliografía.

1. Brandt Bertrand, María R. Trejo-Hernández, Daniel Morales-Guzmán, Luis Caspeta, Ramón Suárez Rodríguez, Fernando Martínez-Morales, (2016). Functional expression, production, and biochemical characterization of a laccase using yeast surface display technology, Fungal Biology.

Adsorción de Cr(VI) empleando nanotubos de carbono funcionalizados

Mónica Berenice Hernández Báez, Luis Alberto Aranda Aguilar, Alexa contreras, Mariana Zoé Yllades Valdez, Luisa Fernanda Medina Ganem. Universidad Iberoamericana León. Departamento ingeniería, León, Guanajuato, CP 37238., correo electrónico: moniberebaez@gmail.com

Palabras clave: Nanotubos de Carbono, Cromo (VI), Adsorción

Introducción. Los nanotubos de carbono (NTC's) son alótopos del carbono, como el diamante, el grafito o los fullerenos. Existen diferentes tipos de NTC's en función de las capas de grafito que los forman, estos pueden ser nanotubos de carbono de pared sencilla (SWCNT's) y nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT's). Habrá que mencionar, dependiendo del grado de enrollamiento y la manera como se conforma la lámina original, se pueden obtener nanotubos de distinto diámetro y geometría interna. Por otro lado, en el proceso de adsorción, al compuesto que será eliminado se le conoce como adsorbato y el sólido en el cual el compuesto es adsorbido se le conoce como adsorbente. Esta acumulación se puede llevar a cabo a través de reacciones químicas (quimisorción) o atracciones físicas (fisorción). En este trabajo se emplearon la metodología de adsorción de Cr(VI) en solución acuosa partiendo de nanotubos de carbono.

Metodología. Para la funcionalización de los MWCNT, se monto un sistema de reflujo, en el cual se agregaron 0.5 g de MWCNT, 200 mL de HNO₃ concentrado, 100 mL de H₂SO₄ 1 N y 20 mL KMnO₄ 1 M. El sistema se mantuvo a 80 °C durante 2 horas. Posteriormente se llevo a cabo a una filtración al vacío hasta obtener un pH 7 en el filtrado. En seguida, los MWCNT se secaron a 100 °C por 3 horas. Para las pruebas de adsorción se agregaron 0, 0.5 g de MWCNT funcionalizados y sin funcionalizar a 3 muestras de 10 mL de una solución de Cr(VI) a 15 ppm. A continuación, se agitaron mecánicamente durante 24 hrs. Finalmente los MWCNT se removieron por centrifugación y se determino la cantidad remanente de Cr(VI) en la solución por espectrofotometría de UV-Vis.

Resultados.

En la **Fig. 1.** Se presentan los espectros de FT-IR de los nanotubos funcionalizados y sin funcionalizar Se puede observar los grupos funcionales C=O, OH en los MWCNT funcionalizados. Específicamente se observa una banda de 700 cm⁻¹, la cual corresponde al grupo alcanos sencillo (Carbono-Carbono). Sin embargo, las vibraciones de 1600 cm⁻¹ corresponden a un estiramiento simétricos al grupo carbonilo (C=O), por último, banda de vibración de 3600 cm⁻¹ corresponde

al grupo de alcoholes y fenoles (OH). Con lo que se corrobora que los MWCNT si se funcionalizarón.

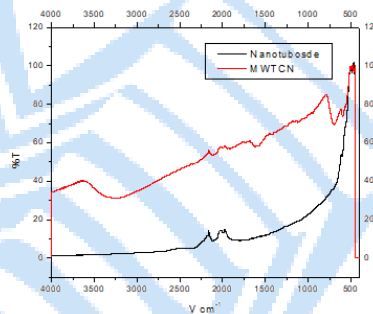


Fig. 1. FT-IR de nanotubos sin funcionalizar y funcionalizados.

Muestra	Abs	Remoción (%)
Referencia	0.554	0.00
MWCNT	0.075	86.46
MWCNT/Funcionalizado	0.112	79.78

Tabla 1. Resultados de porcentaje de remoción de cromo (VI).

Conclusiones.

En este trabajo se puede concluir que se logró el objetivo de obtener la adsorción de cromo en una solución acuosa empleando nanotubos de carbón. Además, se realizó un análisis de FT-IR (Transformación Infrarroja de Fourier) con la finalidad de determinar si los nanotubos sí hayan funcionalizados, por lo que se encontró tres grupos funcionales como el grupo alcohol o hidroxilo (OH), grupo carbonilo (C=O) y la cadena de carbón-carbón. Sin embargo, se reportó que se obtuvieron nanotubos funcionalizados. Por otro lado, se realizó una prueba de adsorción de cromo en lo cual se consiguió un 79.79% en los MCWTN fue menor que los nanotubos de carbón esto se debe a que los grupos funcionales ocuparon en los sitios de activo para la adsorción.

- Balandrán-Quintana, René R, Romero-Villegas, Gabriel Iván, Mendoza-Wilson, Ana M, & Sotelo-Mundo, Rogerio R. (2008). Nanotubos de carbono y bionanotecnología. *Interciencia*, 33(5), 331-336. Recuperado en 12 de abril de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000500005&lng=es&tlng=es.
- Herrero-Latorre, C., Álvarez-Méndez, J., Barciela-García, J., García-Martín, S., & Peña-Creciente, R. M. (2015). Characterization of carbon nanotubes and analytical methods for their determination in environmental and biological samples: A review. *Analytica Chimica Acta*, 853, 77-94. doi:10.1016/j.aca.2014.10.008

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área III. Biotecnología agrícola, vegetal y marina

IIIC01	EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DE EXTRACTOS DE SETAS CONTRA ORGANISMOS PATÓGENOS. Autores: Rosalia Juárez-Atonal, Soley Berenice Nava Galicia, Martha Dolores Bibbins-Martínez. Isabel Hernández, María de Lourdes Pliego, Alan Ortega, Ana Laura López, Mayra de la Torre.	284
IIIC02	SISTEMAS DE INMERSIÓN TEMPORAL PARA EVALUAR ANTAGONISTAS PARA EL CONTROL DE FITOPATÓGENOS EN <i>Agave salmiana</i> . Autores: Isabel Hernández, María de Lourdes Pliego, Alan Ortega, Ana Laura López, Mayra de la Torre.	285
IIIC03.	VIABILIDAD DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE PLANTAS DE CANISTEL. Autores: Silvia Evangelista Lozano, Sandra L. Escobar Arellano, Amado Rodríguez López, José F. Pérez Barcena.	286
IIIC04	GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE MENTHA X PIPERITA INOCULADA CON BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL. Autores: Mónica Gisell Tellez Muñiz, Mónica Alcalán-López, Jeanette Guadalupe Cárdenas-Valdovinos y Hortencia Gabriela Mena-Violante.	287
IIIC05	POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE LA MICROBIOTA DE APIS MELLIFERA L. PRESENTE EN CULTIVOS DE NARANJA. Autores: Jhony N. Enríquez Vara, César V. Rojas-Gómez, Paulina Piñeyro Cárdenas, Manuel Reinhart Kirchmayr, Gabriela I. Salazar-Rivera.	288
IIIC06	MICORRIZACIÓN ARBUSCULAR EN EL CRECIMIENTO Y CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO DE PLANTAS DE LECHUGA, EN CONDICIONES DE SALINIDAD. Autores: Jhony N. Enríquez Vara, César V. Rojas-Gómez, Paulina Piñeyro Cárdenas, Manuel Reinhart Kirchmayr, Gabriela I. Salazar-Rivera.	289
IIIC07	EFFECTO FENOLÓGICO DE LA APLICACIÓN DE ELICITORES EN JITOMATE CULTIVADOS EN CONDICIONES DE TRASPATIO DURANTE LA PANDEMIA POR COVID-19. Autores: Yuvia Darina Hurtado Sánchez, Blanca Estela Gómez Luna, Juan Carlos Ramírez Granados, Angela María Chapa Oliver y Laura Mejía Teniente.	290
IIIC08	VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN Y PERFIL QUÍMICO DE EXTRACTOS HOJA Y RAÍZ DE VIGUIERA DENTATA. Autores: Lorena Reyes-Vaquero, Irving Manuel Herrera-Huchin, Leydi del Rocio Canche-Moo, Julia Cano-Sosa.	291
IIIC09	REVALORIZACIÓN DEL RESIDUO METZAL PARA EL CRECIMIENTO IN VITRO DEL HONGO COMESTIBLE (PLEUROTUS AGAVES) ENDÉMICO DE ZEMPOALA, HIDALGO. Autores: Carlos Getzael Vázquez-Osorno, Gabriela De Vega-Luttmann, Oscar Arce-Cervantes, Josefa Espitia-López, Benito Flores-Chaves, Paul Misael Garza-López.	292

III C11	COMPUESTOS BIOACTIVOS EN HOJAS DE CANISTEL (SAPOTACEAE). Autores: Aynaime Camarillo Chacon, Tomás Rodríguez García, Silvia Evangelista Lozano, Karen Maybel Granados Vega y Mirna Gutiérrez Ochoa.	293
III C12	DESARROLLO DE UN CONSORCIO PROBIÓTICO PARA EL CONTROL DE LA INFECCIÓN DE ARTEMIA FRANCISCANA CON VIBRIO PARAHEMOLYTICUS. Autores: Stephania Porras Vega, Sergio Francisco Martínez Díaz.	294
III C13	DOSIS MÍNIMA EFECTIVA PARA PREVENIR LA INFECCIÓN POR VIBRIO PARAHEMOLYTICUS EN ARTEMIA FRANCISCANA MEDIANTE TERAPIA CON FAGOS. Autores: Stephania Porras Vega, Alejandro Ariosa Olea, Román Makarov, Lina Angélica Zermeño Cervantes, Sergio Francisco Martínez Díaz.	295
III C14	EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL MUCÍLAGO EXTRAÍDO DE SÁBILA ALOE VERA L. PARA SU APLICACIÓN EN PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS. Autores: Andrés Alejandro Damián-Reyna, Margarita Martínez-García, Ana Laura Reyes-Robles, Juan Carlos González-Hernández, Ma. Del Carmen Chávez-Parga, Julián López-Tinoco.	296
III C15	EXTRACCION DE ALGINATOS A PARTIR DE MICROALGAS PRESENTES EN UN LAGO ARTIFICIAL EUTROFIZADO. Autores: María Del Refugio Rivas Becerra, Gabriela Hinojosa Ventura y Aracely Suggey Guerra Renteria.	297
III C16	EXTRACCIÓN DE PÉPTIDOS OBTENIDOS DEL ERIZO DE MAR DIADEMA MEXICANUM Y SU EFECTO CITOTÓXICO EN ADENOCARCINOMA DE COLON. Autores: María Teresa Santos-Ramírez, Perla de Teresa López-Zepeda, Diego Espinoza-Serrano, María Teresa Jiménez-Valdés, Valeria Trejo-Natividad, Héctor Marmolejo-Bedolla, José Luis Arreola-Robles, Miriam Jimenez-Perez, Yocanxóchitl Perfecto-Avalos.	298
III C18	MICROBIOTA ASOCIADA A SCYPHOPHORUS ACUPUNCTATUS CON POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO. Autores: Gabriela I. Salazar-Rivera, Paulina Piñeyro Cárdenas, Manuel Reinhart Kirchmayr, Anne C. Gschaedler Mathis, Jhony N. Enríquez Vara.	299
III C19	ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN IN VITRO DE BACOPA PROCUMBENS. Autores: Elizabeth Vargas Anaya, Ada María Ríos Cortés, Orlando Zaca Moran, Minerva Rosas Morales, Valentín López Gayou.	300
III C20	POTENCIAL DE FRASS DE LARVA DE MOSCA SOLDADO COMO SUSTRATO EN CULTIVO DE JITOMATE SALADETTE. Autores: María Xcaret Hernández Aguilar, Juan Fernando García Trejo, Hugo González Lara, Jimena Asereth López Rivas Alonso Ortiz Luviano.	301
III C22	EXTRACCIÓN DE POLÍMEROS DE LA CUTÍCULA DE PENCAS DE AGAVES. Autores: Reyes-Reyes Mónica, Hoyos-Ruiz Erika Anai, García-Rojas Daniel Alberto, González-Jiménez Francisco Erik	302
III C23	HIDROGEL Y HONGOS ENDÓFITOS DE <i>T. longibrachiatum</i> , UNA COMBINACIÓN PARA LA ACLIMATACIÓN EX VITRO DE PLANTAS DE BANANO. Autores: Diana Carolina Ramírez-Torres, Carmela Hernández-Domínguez, Saul Acosta-Dominguillo, Delfino Reyes-López, Fabiel Vázquez-Crúz, Luis Antonio Domínguez Perales.	303
III C24	CAPACIDAD ANTAGÓNICA IN VITRO DE TRICHODERMA SPP. FRENTE A 3 CEPAS TOXIGÉNICAS DE ASPERGILLUS SP. Autores: Luis Angel Morales Mora, Omar Romero Arenas, Soley Berenice Nava Galicia, Martha Bibbins Martínez.	304
III C25	EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE UN CONSORCIO BACTERIANO CON POTENCIAL BIOFERTILIZANTE EN DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO ALTERNATIVOS. Autores: Adriana Rosabel Marín Cortez, Rosalinda Mendoza Villarreal.	305
III C26	DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE NUTRIENTES EN OVINOS ALIMENTADOS CON DIETAS FORMULADAS INCLUYENDO CONTENIDO RUMINAL BOVINO. Autores:	306

	Adrián Muñoz Cuautle, María Esther Ortega Cerrilla, Jorge Hernández Bautista, Jesús Jácome Rincón, Pedro Zetina Córdoba.	
IIIC27	CRECIMIENTO DE RAICES TRANSFORMADAS DE STEVIA REBAUDIANA EN BIORREACTOR DE TANQUE AGITADO. Autores: Edgar García López, Eduardo Anaya Esteban, Ariana Arlene Huerta Heredia.	307
IIIC28	EFFECTO DEL MEDIO DE CULTIVO EN LA SOBREVIVENCIA DE ANTERAS DE FRAMBUESA (RUBUS IDAUS L.). Autores: León Hernando Gómez Vargas, Ma. del Carmen Rocha Granados.	308
IIIC29	CULTURE MEDIUM ALTERNATIVES FOR SPIRULINA PLATENSIS: A PROCESS INTEGRATION OF A THIRD GENERATION BIOREFINERY. Autores: Cabello-Galindo, A., Rodríguez-Jasso, R.M., Belmares Cerda, R., Govea Salas, M., Colla, L.M., Ruiz, H.	309
IIIC30	TRATAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE UN COCULTIVO ALGA-BACTERIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL. Autores: Isaias De la sancha Sierra, Nancy Velasco Álvarez, Francisco J. Figueroa Martínez, Tania L. Volke Sepúlveda.	310
IIIC31	EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS OBTENIDOS DE LA BIOCONVERSIÓN DE LA BIOMASA RESIDUAL DEL AGAVE LECHUGUILLA POR YARROWIA LIPOLYTICA P01A. Autores: Christian Hernández-Guzmán, Sergio Huerta-Ochoa, Leopoldo Javier Ríos-González, Miguel Medina Morales, Claudio Humberto Mejía Ruíz, Ana Gisela Reyes-Alvarado.	311
IIIC32	CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA Y CINÉTICA DE LA QUITINASA DEL FRUTO DE PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) VARIEDAD MARADOL. Autores: Acilegna Janette Castillo-Sánchez, José Juan Virgen-Ortiz, Juan Alberto Osuna-Castro.	312
IIIC33	INGENIERÍA DE LA MICROBIOTA DEL CAMARÓN PARA ENRIQUECER BACTERIAS BENÉFICAS. Autores: Juan P. Ochoa-Romo, Fernanda Cornejo-Granados, Alonso López-Zavala, María T. Viana, Filiberto Sánchez, Luigui Gallardo-Becerra, Mirna Luque-Villegas, Yesenia Valdez-López, Rogerio Sotelo-Mundo, Andrés Cota-Huizar, Agustín López-Munguía, Adrián Ochoa-Leyva.	313
IIIC34	SELECCIÓN DE CULTIVARES DE TOMATE SALADETTE RESISTENTES A PATÓGENOS (TYLCV, TSWV Y FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. LYCOPERSICI) Y DE ALTA CALIDAD. Autores: Richecarde Lafrance; Claudia Villicaña; J. Benigno Valdéz-Torres; Raymundo S. García-Estrada; Mayra J. Esparza-Araiza; Josefina León-Félix.	314
IIIC35	ANÁLISIS MOLECULAR DE SUELO RIZOSFÉRICO DE CULTIVOS DE MAÍZ Y CAFÉ CONTAMINADOS CON GLIFOSATO, POSTERIOR A SU TRATAMIENTO CON LA ADICIÓN DE UN BIOESTIMULANTE MICROBIANO. Autores: Samantha Sahagún, Teresa C. Aguilar, Laura Martínez, Santo Morales.	315
IIIC36	EVALUACIÓN DE ENZIMAS OXIDASAS EN LA DEGRADACIÓN DE AFLATOXINA B1 EN COCULTIVO DE PLEUROTUS OSTREATUS Y ASPERGILLUS FLAVUS. Autores: Luis Jesús Martínez-Tozcano, Soley Berenice Nava-Galicia, Martha Dolores Bibbins-Martínez.	316
IIIC37	RESPUESTA TRANSCRIPCIONAL DE GENES RELACIONADOS CON LA RETENCIÓN NUTRICIONAL DE LITOPENAEUS VANNAMEI ALIMENTADO CON DIETAS FORMULADAS CON BAJO CONTENIDO DE HARINA DE PESCADO Y ADICIONADAS CON DIFERENTES FUENTES DE METIONINA Y BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS. Autores: Karla Janeth Arévalo Sainz, José Reyes González Galaviz, Libia Zulema Rodríguez Anaya, Ramón Casillas Hernández, Fernando Lares Villa, Aldo Fraijo Valenzuela.	317
IIIC39	IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DEL PATÓGENO ASOCIADO AL MANCHADO FOLIAR DEL AJONJOLÍ EN IGUALA, GUERRERO. Autores: Carlos Alberto Adame Montaña.	318

IIIIC40	EVALUACIÓN DE PROTOCOLOS DE MICROPROPAGACIÓN DE VARIEDADES COMERCIALES DE PITAHAYA (HYLOCEREUS SP) EN LA REGIÓN MIXTECA POBLANA. Autores: José Roberto Zúñiga Silva, Mayra Ruiz Bernal, Alitzel Loyola Ortega, Mary Cielo Aguilar Bello y Eliseo Benicio López.	319
IIIIC41	DINÁMICA EN EL PH, NITRÓGENO AMONIAICAL Y ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES EN OVINOS DIETADOS CON NIVELES CRECIENTES DE GLICEROL. Autores: Uriel Hernández Hidalgo, María Esther Ortega Cerrilla, José Guadalupe Herrera Haro, Mónica Ramírez Mella, Pedro Zetina Córdoba.	320
IIIIC42	PRODUCCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE QUITOOLIGOSACÁRIDOS OBTENIDOS POR HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE UNA QUITINASA DE FRUTO DE PAPAYA VARIEDAD MARADOL. Autores: Joshua Everardo Cárdenas-Jiménez, Acilegna Janette Castillo-Sánchez, Juan Alberto Osuna-Castro.	321
IIIIC44	CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LA HARINA DE GRILLO ACHETA DOMESTICUS COMO PROTEINA ALTERNA A LA HARINA DE PESCADO EN FORMULACIONES ACUICOLAS. Autores: Aldo Fraijo-Valenzuela, José R. González-Galaviz, Libia Z. Rodríguez Anaya, Joe L. Arias-Moscoso, Lourdes M. Díaz-Tenorio, Oscar D. García-Pérez.	322
IIIIC46	INOCULANTE SÓLIDO EN BIOPELICULA DE STREPTOMYCES SPP. MEJORA LA VIABILIDAD BACTERIANA Y PROMUEVE EL CRECIMIENTO VEGETAL DE T. AESTIVUM. Autores: Domínguez-González, K. G., Cortés-Martínez, R., Hernández-Ramón, J. K., Cerna-Cortés, J.F.	323
IIIIC50	REGENERACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE CALLOS EMBRIOGÉNICOS DE AGUACATE HASS (PERSEA AMERICANA MILL.) CON EL GEN REPORTERO GUS. Autores: Juan Luis Godoy, Eduardo Cofradía, Moisés Sánchez, María de la Cruz Espíndola, Juan Carlos Raya, Gabriel Iturriaga, Anareli Quintero.	324
IIIIC51	AGRICULTURA SOSTENIBLE: PRODUCTO INTEGRAL A BASE DE SUBPRODUCTOS DE LA ELABORACIÓN DE BIOCMBUSTIBLES. Autores: Eugenia Ortiz Lechuga, Renato Calderón Pecina, Guadalupe Rojas Verde, Carlos Solís Rojas, Katiushka Arévalo Niño.	325
IIIIC53	EFFECTO DE LA FUENTE DE CARBONO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y PARÁMETROS CINÉTICOS DE CULTIVOS DE CALLOS Y CÉLULAS EN SUSPENSIÓN DE AGERATINA PICHINCHENSIS. Autores: Elizabeth Guadalupe Moguel Aquino, Silvia Marquina Bahena, Oscar Arturo Rosas Gutiérrez, Francisco Cruz Sosa, Mariana Sánchez Ramos.	326
IIIIC54	MÉTODO DE EXTRACCIÓN VERDE DE CAROTENOIDES DE MICROALGAS MEDIANTE EL USO DE DISOLVENTES EUTÉCTICOS PROFUNDOS NATURALES (NADES). Autores: Amira Jacqueline Maldonado-Ortiz, Rosa María Camacho-Ruiz, José Daniel Padilla-de la Rosa, Sanghamitra Khandual.	327
IIIIC55	EFFECTO DEL PRETRATAMIENTO OSMÓTICO EN LA OBTENCIÓN DE LÍNEAS RECOMBINANTES DE DUNALIELLA TERTIOLECTA A TRAVÉS DE BIOBALÍSTICA. Autores: Marycruz Quiñonez-Retana, Karelía A. Meza-Ayala, Ana M. Verástica-López, José M. García Padilla, Héctor F. Nario-Álvarez, Angel Valdez-Ortiz, Lourdes J. Germán-Báez.	328
IIIIC56	VARIACIÓN METABÓLICA POR EL MIR-X01 EN TABACO. Autores: Vladimir Flores Benavides, Daniela Arrieta Flores, Valeria Lemus Castillo, Israel Benoni Vallejo Beristain, Fabiola Eloísa Jiménez Montejo, Flor de Fátima Rosas Cárdenas.	329
IIIIC59	ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO: UNA VARIABLE DE CALIDAD EN LA AGRICULTURA. Autores: Marcos Orozco, Francisco de la Torre, Larissa Cordero, Lizeth Valenzuela.	330
IIIIC60	ACERCAMIENTO IN SILICO DE LOS MIARNs INVOLUCRADOS EN LA REGULACIÓN DE METABOLISMO ESPECIALIZADO EN LA PLANTA MEDICINAL CASTILLEJA TENUIFLORA. Autores: Aída Araceli Rodríguez Hernández, Gilberto Basilio Villa Rojas, Yair Cárdenas Conejo, Gabriela Trejo Tapia.	331

IIIIC61	EFFECTO DE UN INSECTICIDA COMERCIAL SOBRE ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS DE TRICHODERMA SP. Autores: Caliope Mendarte Alquisira, Alejandro Alarcón, Ronald Ferrera-Cerrato.	332
IIIIC62	ENCAPSULADO DE MICELIO DE STREPTOMYCES Y DESHIDRATACIÓN CON FLUJO DE AIRE A TEMPERATURA AMBIENTE. Autores: María Elena Mancera-López, Josefina Barrera-Cortés, Jocelyn Sosa.	333
IIIIC63	EVALUACIÓN DE BACTERIAS Y HONGOS COMO AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO CONTRA SCLEROTINIA SP. Autores: Rubi Alvarado-Lerma, Efrén R. Robledo-Leal, Raúl Asael Rodríguez-Villarreal.	334
IIIIC64	MICROPROPAGACION POR CULTIVO IN VITRO DE ECHINOCACTUS PLATYACANTHUS, ESPECIE EN PELIGRO DE EXTINCION. Autores: David Tavera, Laura Martínez.	335
IIIIC65	ACTIVIDAD ANTAGONISTA IN VITRO DE ORGANISMOS ENDOFITOS AISLADOS DE LA FRESA (FRAGARIA X ANANASSA) CONTRA PESTALOTIOPSIS SP. ASOCIADA A LA PUDRICIÓN DE RAÍZ Y CORONA EN EL CULTIVO DE FRESA. Autores: Karla A. Salazar-Morin, Antonino Baez.	336
IIIIC66	EVALUACIÓN IN VITRO E IN PLANTA DE RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL AISLADAS DE ECHINOCACTHUS PLATYACANTHUS. Autores: L. I. Salinas-Virgen, M. E. de la Torre-Hernández, J. F. Aguirre-Garrido, H. C. Ramírez-Saad.	337
IIIIC67	HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA IN VITRO DE MICROALGAS DE INTERÉS ACUÍCOLA USANDO EXTRACTOS HEPATOPANCREÁTICOS DE CAMARÓN. Autores: Ernesto Gómez-Rodríguez, Raúl B. Martínez-Pérez, Luis A. Leyva Soto, Ma. Isabel Estrada Alvarado, Luis A. Cira-Chávez, Pablo Gortares-Moroyoqui, Lourdes M. Díaz-Tenorio.	338
IIIIC68	EVALUACION DE LA TOXICIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE SEMILLAS DE PIMPINELLA ANISUM. Autores: Lorena Reyes-Vaquero, William Fernando Varguez-Tec, Ángel Virgilio-Domínguez May, Ana Luisa Ramos-Díaz, Julia Cano-Sosa.	339
IIIIC69	FORMULACIÓN DE UN FERTILIZANTE ORGÁNICO A BASE DE VINAZA DE LA INDUSTRIA DEL MEZCAL. Autores: Reyes-Reyes Mónica, Gomez-Gualberto Abril Montserrat, Ramírez-Martínez Geralda Rubicela Daniel Alberto, González-Jiménez Francisco Erik.	340
IIIIC70	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN MICROBIANA MEDIANTE ANÁLISIS METAGENÓMICO EN FRASS DE MOSCA SOLDADO NEGRO ALIMENTADA CON DIFERENTES DIETAS. Autores: Alejandra Torres Lara ¹ ; Dr. Juan Fernando García Trejo ¹ . Dr. Bruno Gómez Gil ² ; Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez; Miguel Betancourt Lozano ² ; Dr. Ramón Gerardo Guevara Gonzalez.	341
IIIIC71	CÍNÉTICA DE CRECIMIENTO DE LA MICROALGA PORPHYRIDIVM CRUENTUM. Autores: Braulio Trujillo Santoyo; Ana Quintero Ramírez.	342
IIIIC72	CULTIVO Y CRECIMIENTO DE LA MICROALGA ISOCHRYSIS GALBANA. Autores: Alicia Bustos; Ana Quintero; Samuel Celaya.	343
IIIIC73	EVALUACIÓN DE LAS CENIZAS DE BAGAZO DE AGAVE TEQUILERO PARA LA RECUPERACIÓN DE BIOMASA DE ARTHROSPIRA PLATENSIS. Autores: Osmar Araud Vázquez Rodríguez, José Octavio Gonzáles Arriaga, Froylán Mario Espinoza Escalante, Juan Carlos Meza Contreras, Efrén Aguilar Garnica, Yolanda Gonzáles García.	344
IIIIC74	INFLUENCIA DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE PROTEÍNA DIETARIA EN LA ACTIVIDAD DIGESTIVA INTESTINAL DE JUVENILES DE ACÚMARA (ALGANSEA LACUSTRIS). Autores: Orlando Sánchez Herrera, Y. Analuisa Segura Sánchez, Bryan A. Zarate Verduzco, J. Antonio Tello Ballinas, M. Guadalupe Zavala Paramo, Elva Mayra Toledo Cuevas.	345

III C75	ESTABLECIMIENTO DE UN CULTIVO DISCONTINUO EN BIORREACTOR CERRADO DE ARTHROSPIRA MÁXIMA, PARA LA OBTENCIÓN DEL PIGMENTO ORGÁNICO FICOCIANINA. Autores: Ana M. Verástica-López, Lourdes J. Germán-Báez, Karelía A. Meza-Ayala, Héctor F. Nario Álvarez, Angel Valdez-Ortiz.	346
III C77	EFEECTO DE UN ESTIMULANTE DEL CRECIMIENTO VEGETAL A BASE DE MICROALGAS EN CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>). Autores: Padilla Valle Yessika Karina, Ulloa-Mercado Gabriela, Gutiérrez-Coronado Marco A, Gortáres Moroyoqui Pablo, Rentería-Mexía Ana.	347
III C78	PROTOCOLO PARA LA INDUCCIÓN DE PLOIDÍA EN AGASTACHE MEXICANA. Autores: Angélica Martínez-Aguilar, Susana Valencia-Díaz, Selene Napsucialy-Mendivil, Evert Villanueva Sanchez, Jesús Arellano-García, Irene Perea-Arango.	348
III C79	EFEECTO DE LAS NANOPARTICULAS DE TIO ₂ EN BROTES Y PLÁNTULAS IN VITRO DE STEVIA REBAUDIANA (PCAMSRDXS). Autores: Itzel Vianney Alvarado Orea, Blanca Estela Barrera Figueroa, Ariana Arlene Huerta Heredia.	349
III C80	REDUCCIÓN EN EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS USANDO MICROORGANISMOS BENÉFICOS. Autores: Antonino Baez, Yolanda E. Morales-García, Jesús Muñoz-Rojas.	350
III C81	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOPELÍCULAS RADICALES A BASE DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE JITOMATE. Autores: Samuel M. Padilla Jiménez, Guadalupe Oyoque Salcedo, Sergio Arias Martínez, Ernesto Oregel Zamudio.	351
III C82	IDENTIFICACIÓN MOLECULAR Y ANÁLISIS FILOGENÉTICO DE UN NEMÁTODO AISLADO DE RAÍZ DE JITOMATE GRAPE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> L.). Autores: Francisco Javier Mondragón-Rojas, Stefani Aletse Meza-Zamora, Beatriz Flores-Samaniego, Laura Jeanette García-Barrera, Patricia Ibarra-Torres, Miguel David Dufoo Hurtado.	352
III C83	DESARROLLO Y EVALUACION DE UN ALIMENTO BALANCEADO PARA GALLINA PONEDORA A PARTIR DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO. Autores: Marta-Montserrat Tovar-Ramírez, Mónica-Vanessa Oviedo-Olvera, Hugo González-Lara, María Isabel Nieto-Ramírez, Juan-Fernando García-Trejo.	353
III C86	EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE CEIBA PENTANDRA Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD CITOTÓXICA DE LOS EXTRACTOS. Autores: Canché Moo Leydi Pat-Colli, Cristina y Cano-Sosa Julia.	354
III C87	ESTABLECIMIENTO DE UN MÉTODO DE GERMINACIÓN IN VITRO DE <i>Momordica charantia</i> L. Autores: Canché Moo Leydi, Ramos-Díaz Ana Luisa y Cano-Sosa Julia.	355
III C88	BIOCONVERSIÓN DE LA BIOMASA RESIDUAL DEL AGAVE LECHUGUILLA POR YARROWIA LIPOLYTICA P01A PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTOS CON ACTIVIDAD HERBICIDA. Autores: Christian Hernández-Guzmán, Sergio Huerta-Ochoa, Leopoldo Javier Ríos-González, David Castillo-Quiroz, Claudio Humberto Mejía Ruíz, Ana Gisela Reyes-Alvarado.	356
III C89	EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE <i>Bacillus</i> sp. EN RAÍCES DE TOMATE TRATADAS CON BIOPELÍCULAS RADICALES. Autores: Guadalupe Oyoque Salcedo, María Valentina Angoa Pérez, Claudia Maritza García Lino, Ernesto Oregel Zamudio, César Leobardo Aguirre-Mancilla.	357
III C90	BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL APLICADAS A MENTHA SPICATA. Autores: Mónica Alcalán-López, Mónica Gisell Tellez-Muñiz, Jeanette Guadalupe Cárdenas-Valdovinos Hortencia Gabriela Mena-Violante.	358
III C92	RELACIÓN BENÉFICA ENTRE LA COLONIZACIÓN ENDÓFITA DE STREPTOMYCES SPP. Y LA PROMOCIÓN EN EL CRECIMIENTO VEGETAL DE T. AESTIVUM Y V. RADIATA. Autores: Cortés-Martínez, R., Domínguez-González, K. G., Hernández-Cristóbal O., Cerna-Cortés, J.F., López-Villegas E. O.	359

III C93.	ANTAGONISMO IN VITRO POR MÉTODO DE MEDIO ENVENENADO A PARTIR DE ANTIFÚNGICOS OBTENIDOS DE PARABURKHOLDERIA SPP GB99. CONTRA FUSARIUM SOLANI. Autores: Ruiz Andrade Grisel, Marín Cevada Vianey, Jiménez Gómez Irma Indira, Miguel Castañeda Lucio.	360
III C95	DISTRIBUCIÓN E IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE PARÁSITAS DEL GÉNERO CUSCUTA DE IMPORTANCIA ECONÓMICA. Autores: José Manuel Sandoval-Moreno, Jonas Morales Linares, Alejandro Flores Palacios, Heike Vibrans Lindemann, Ramón Suárez Rodríguez, Susana Valencia Díaz.	361
III C96	IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN PROTEGIDA DE ARÁNDANOS A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA. Autores: Anaid López-Sánchez, Gary Ossmar Lara-Topete, Carlos Eduardo Robles-Rodríguez, Misael Sebastián Gradilla-Hernández.	362
III C97	IMPLEMENTACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL ALIMENTO EN POLVO ABKELP PARA LA PRODUCCIÓN DE ABULÓN EN EL LABORATORIO DE S.C.P.P. "BUZOS Y PESACDORES" B.C.S.C.L. Autores: Ariadna Yulisa Diaz Gerardo, Ramon Francisco Martínez Sandoval.	363

EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DE EXTRACTOS DE SETAS CONTRA ORGANISMOS PATÓGENOS

Rosalía Juárez-Atonal¹, Soley Berenice Nava Galicia¹, **Martha Dolores Bibbins-Martínez^{1*}**, Instituto Politécnico Nacional, CIBA¹ Tlaxcala, México, C.P. 90700, mbibbinsm@ipn.mx

Palabras clave: actividad antimicrobiana, MIC, MFC

Introducción. Desde la antigüedad, los hongos medicinales y comestibles son reconocidos como una valiosa fuente de compuestos bioactivos que proveen una gran diversidad de propiedades nutraceuticas, tales como antitumorales, antioxidantes, antivirales, antimicrobianas, entre otras (1). La actividad antimicrobiana es de gran importancia, ya que representan una fuente potencial de nuevos agentes antibacterianos aplicables en el sector salud y agrícola. En por ello que el objetivo de esta investigación fue evaluar la actividad antimicrobiana *in vitro* de extractos etanólicos, metanólicos y mezclas hidroalcohólicas (50:50) de hongos contra bacterias patógenas y hongos fitopatógenos.

Metodología.

Generación de extractos

Los hongos se secaron en un liofilizador y luego se molieron. Una muestra (10 g) de polvo de hongo se extrajo agitando con 100 mL de diferentes solventes a y se filtró. Los extractos se evaporaron a 60°C bajo presión reducida y se almacenaron a -4°C hasta su uso.

Determinación de actividad antimicrobiana

La actividad antimicrobiana contra bacterias patógenas y hongos fitopatógenos se siguió por el método de difusión en disco de Kirby & Bauer (1973) (2).

Determinación de la concentración mínima inhibitoria (MIC) para bacterias

La MIC se determinó por el método de microdilución en placa de 96 pocillos descrita por Espinel-Ingroff (2001). Determinación de la concentración mínima inhibitoria (MIC) y concentración mínima fungicida (MFC)

La MIC se determinó por la técnica de dilución en serie utilizando microplacas de 96 pozos. Las concentraciones mínimas fungicidas (MFC) se determinaron mediante subcultivo en serie de 2 µL en placas de microtitulación.

Resultados. En la tabla 1 se muestran los valores de MIC y MBC de extractos hidroalcohólicos con efecto antimicrobiano vs las bacterias bajo estudio, siendo *S. aureus* la más sensible.

En la tabla 2 se presentan los valores de MIC y MFC de extractos metanólicos y etanólicos que mostraron efectos antifúngicos frente a *F. verticilloides* y *A. flavus*.

Tabla 1 Determinación de la MIC y MBC de extractos hidroalcohólicos de setas vs bacterias patógenas.

Organismos probados	<i>Ganoderma sp</i> MetOH:H ₂ O		<i>Ganoderma sp</i> EtOH:H ₂ O		<i>L. edodes</i> MetOH:H ₂ O	
	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)
<i>S. typhimurium</i>	36.7	73.5	19	38	66.4	126.8
<i>K. pneumoniae</i>	18.4	36.7	19	38	31.7	63.4
<i>P. aeruginosa</i>	36.7	73.5	19	38	31.7	63.4
<u><i>S. aureus</i></u>	<u>9.2</u>	<u>18.4</u>	<u>9.5</u>	<u>19</u>	<u>15.9</u>	<u>31.7</u>

Tabla 2 Actividad antifúngica (MIC y MFC) de extractos de setas vs hongos fitopatógenos.

Extractos de setas	<i>A. flavus</i>		<i>F. verticilloides</i>	
	MIC (µL/ml)	MFC (µl/ml)	MIC (µL/ml)	MFC (µl/ml)
<i>Ganoderma sp</i> (Metanol)	50	60	30	50
<i>Ganoderma sp</i> (Etanol)	40	60	30	40
<i>P. ostreatus</i> (Metanol)	60	60	60	60
<i>H. erinaceus</i> (Metanol)	50	60	40	60
<i>L. edodes</i> (Metano)	60	60	60	60

Conclusiones. Los extractos hidroalcohólicos, metanólicos y etanólicos mostraron actividad antimicrobiana y antifúngica frente a los organismos bajo estudio.

Agradecimiento. Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y Secretaría de Investigación y Posgrado, Proyecto SIP-IPN N° 20221374 y beca CONACYT 1574380998.

Bibliografía.

- G Anusiya, U Gowthama Prabu, N V Yamini, N Sivarajasekar, K Rambabu, G Bharath & Fawzi Banat (2021) A review of the therapeutic and biological effects of edible and wild mushrooms, *Bioengineered*, 12:2, 11239-11268, DOI: 10.1080/21655979.2021.2001183
- James J. & Biemer M.D. (1973). *Antimicrobial Susceptibility Testing by the Kirby-Bauer Disc Diffusion Method*. 3(2):135-140.

SISTEMAS DE INMERSIÓN TEMPORAL PARA EVALUAR ANTAGONISTAS PARA EL CONTROL DE FITOPATÓGENOS EN *Agave salmiana*

Isabel Hernández¹, María de Lourdes Pliego¹, Alan Ortega², Ana Laura López³, Mayra de la Torre¹
¹CIAD Unidad Regional Hidalgo. DESCTI Blvd. Santa Catarina s/n, CP 42162, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. ²Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital Carretera Ixmiquilpan-Capula Km. 4 El Nith, CP 42300, Ixmiquilpan, Hidalgo. ³Laboratorio Regional de Biodiversidad y Cultivo de Tejidos Vegetales. Instituto de Biología, UNAM, Ex Fábrica San Manuel de Morcom s/n, CP 90640, San Miguel Contla, Tlaxcala. mdelatorre@ciad.mx

Palabras clave: Fitopatógenos, Agave salmiana, Sistemas de inmersión temporal.

Introducción. En México el cultivo de *Agave salmiana* tiene importancia económica y cultural. Las enfermedades causadas por fitopatógenos provocan lesiones y manchas foliares, pudrición y muerte de las plantas (1). Los sistemas de inmersión temporal (SIT) proveen un ambiente aséptico para el cultivo *in vitro* de brotes y plántulas.

El objetivo de este trabajo fue implementar los SIT como un sistema para infectar plántulas de *A. salmiana* con fitopatógenos y evaluar antagonistas para controlar la enfermedad.

Metodología. Se usaron plántulas de 36 semanas de edad de *A. salmiana* obtenidas a partir de semillas desinfectadas. Los fitopatógenos *Colletotrichum* sp., *Ceratocystis* sp., *Alternaria* sp. y *Aspergillus* sp. fueron aislados de lesiones de las pencas de *A. salmiana*, los últimos dos hongos fueron miembros de un consorcio de 8 cepas. Se utilizaron los antagonistas *Trichoderma* sp. y *Bacillus subtilis* AcX. Los sistemas de inmersión temporal fueron de tipo frascos gemelos, la frecuencia de inmersión de fue 2 min cada 12 h. El medio fue Murashige y Skoog con 30 g/L de sacarosa y 5 mg/L de 6-bencilaminopurina. 1 µL de una suspensión de 5 x 10⁷ esporas/mL de cada fitopatógeno se inoculó por punción en una hoja de las plántulas. Cuando aparecieron las lesiones, se inoculó 1 µL de una suspensión de los antagonistas *Trichoderma* sp. (5 x 10⁷ esporas/ml) o *B. subtilis* AcX (5 x 10⁷ células/ml) (2).

Resultados. El 100% de las plantas inoculadas con *Ceratocystis* sp. sobrevivieron cuando se utilizaron como agentes de control *Trichoderma* sp. o *B. subtilis* y 67% en el caso de *Colletotrichum* sp. (Fig.1). Las cepas individuales de *Alternaria* sp. (HG) + *Aspergillus* sp. (HN), fueron menos virulentas que el consorcio HG+HN y la lesión abarcó el 90% de la hoja. *Trichoderma* sp. fue un controlador más efectivo del consorcio que *B. subtilis* (Fig. 2).

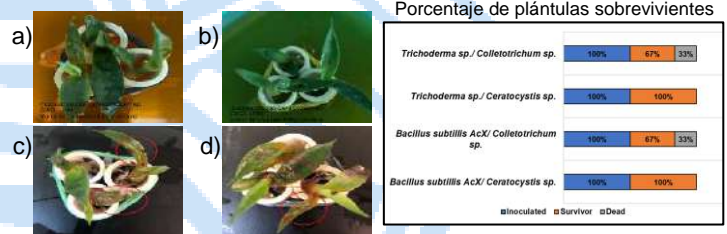


Fig. 1. Control de *Colletotrichum* sp. por *Trichoderma* sp. y *B. subtilis* en plántulas de *A. salmiana*. (a) *Colletotrichum* sp., (b) *Ceratocystis* sp., (c) *Colletotrichum* + *Trichoderma*, (d) *Colletotrichum* + *B. subtilis*.

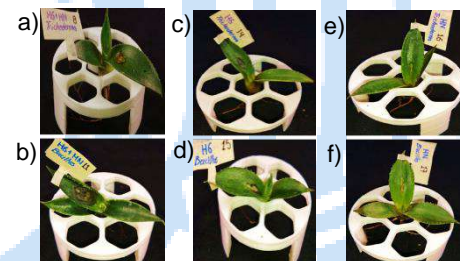


Fig. 2. Control del consorcio *Alternaria* + *Aspergillus* por *Trichoderma* sp. y *B. subtilis*. (a) Consorcio + *Trichoderma*, (b) Consorcio + *B. subtilis* (c), *Alternaria* + *Trichoderma* (d), *Alternaria* + *B. subtilis* (e), *Aspergillus* + *Trichoderma* (f), *Aspergillus* + *B. subtilis*

Conclusiones. Las lesiones ocasionadas por los fitopatógenos en las plántulas de maguey en los SIT fueron muy similares a las observadas en campo, fue posible controlarlos con los antagonistas. *Trichoderma* sp. fue mejor controlador de *Ceratocystis* sp y del consorcio *Alternaria* sp. + *Aspergillus* sp. que *B. subtilis*.

Agradecimiento. Proyecto CONACyT 1312404. Dr. Rodríguez Monroy M.

Bibliografía.

1. Herrera M., Jiménez E., González M., Zamilpa A., Cardoso A., Arenas M., *Plants*, 2022, 11, 2208.
 2. Pliego M. L. Control biológico de fitopatógenos de *Agave salmiana* en sistemas de Inmersión Temporal. Proyecto terminal. Universidad Abierta y a distancia de México, 2022.

VIABILIDAD DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE PLANTAS DE CANISTEL

Silvia Evangelista Lozano¹, Sandra L. Escobar Arellano¹, Amado Rodríguez López¹, José F. Pérez Barcena², Instituto Politécnico Nacional (CEPROBI-IPN)¹, Yautepec de Zaragoza, Morelos C.P. 62739; (CICS-IPN)² Unidad Milpa Alta, CDMX, sevangel@ipn.mx

Palabras clave: *Pouteria campechiana*, germinación, semilla recalcitrante, calidad de plántulas

Introducción. Las semillas tropicales por la resistencia a la desecación pueden ser recalcitrantes o intermedias; pierden la viabilidad después de la cosecha, lo que limita el almacenamiento. Tal es el caso del canistel, un árbol tropical mexicano, y frutos con alto contenido alimenticio; propagado principalmente por semilla y estas pierden rápidamente la viabilidad (CUC, 2005). Las semillas aún al ser viable después de algún periodo de almacenamiento y germinar, es posible que las plántulas no presentar la calidad adecuada para ser trasplantadas a campo. Por lo que el objetivo fue analizar la germinación de semillas de canistel mantenidas en condiciones de refrigeración y la evaluación de las plántulas obtenidas.

Metodología. Semillas de escarificadas y protegidas fueron colocadas en refrigeración (10 °C) por grupos (8) para germinar cada 15 días (Pérez-Barcena *et al.*, 2021) y evaluar el porcentaje de germinación. Al aparecer la plúmula, cada plántula fue trasplantada a bolsa de 18 L; la altura y número de hojas verdaderas fue evaluado.

Resultados. El cien por ciento de germinación, se presentó en las semillas de canistel que permanecieron por 16 días en refrigeración (Figura 1); después del día 30 y hasta el 72, hubo germinación decreciente. Después de 86 días de refrigeración, las plántulas fueron de mala calidad, ninguna fue trasplantada a bolsa para su desarrollo.

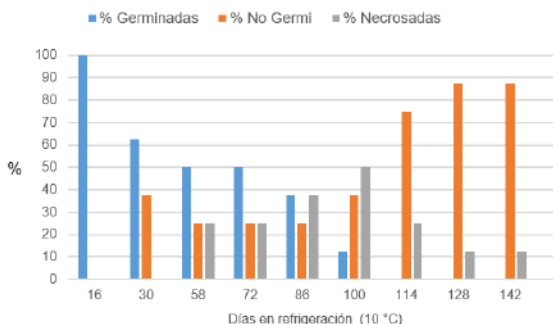


Fig. 1. Porcentaje de germinación de semillas escarificadas de canistel expuestas por diferentes días en refrigeración (10 °C)

Las plantas que se trasplantaron a bolsa fueron todas las sembradas a los 16 días después de estar refrigeradas.

Las plantas que presentaron mayor altura y número de hojas fueron las provenientes de las semillas que permanecieron por 15 y 30 días de refrigeración (Figura 2).

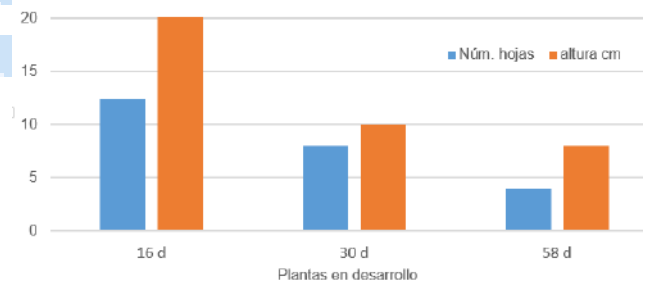


Fig. 1. Plantas de canistel en desarrollo, provenientes de semillas refrigeradas en diferentes días a 10 °C.

Las semillas de canistel, contienen gran cantidad de gránulos de almidón, cualidad que posiblemente permitió que soportaran temperaturas de 10 °C, por lo que puede tratarse de una semilla con comportamiento intermedio y recalcitrante. Las semillas que permanecieron más de 86 días en refrigeración se necrosan y deshidrataron.

Conclusiones. Es posible conservar las semillas de canistel por lo menos 58 días en refrigeración y obtener plantas con desarrollo y número de hojas suficientes para llevar a campo.

Agradecimiento. Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN, Estancias Posdoctorales de CONACyT.

Bibliografía.

ICUC (2005). Tres especies de zapote en América Tropical: *Pouteria campechiana* (canistel), *P. sapota* (zapote mamey) y *P. viridis* (zapote verde). International Centre for Underutilised Crops. Universidad de Southamtn, Southamton, UK. ISBN: 085432836X
 Pérez-Barcena J.F., Cruz-Castillo J.G., De Jesús-Sánchez A., Jiménez-Aparicio A.R., Evangelista-Lozano S. 2021. Germination and developmental conditions of *Pouteria campechiana* (sapotaceae) plants. Botanical Sciences 99(2): 377-387, <https://doi.org/10.17129/botsci.2796>

GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE *Mentha x piperita* INOCULADA CON BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL

Mónica Gisell Tellez-Muñiz, Mónica Alcalán-López, Jeanette Guadalupe Cárdenas-Valdovinos y Hortencia Gabriela Mena-Violante. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán, Jiquilpan Michoacán, México, C. P. 59510. hmena@ipn.mx

Palabras clave: plantas medicinales, bacterias promotoras, hierbabuena.

Introducción

Las plantas aromáticas hoy en día se han convertido en uno de los recursos mas empleados en la medicina moderna. Entre las plantas mas utilizadas se encuentra la hierbabuena (*Mentha x piperita*). Esta y otras plantas se han visto afectadas por diversos factores, entre los que destacan: el cambio climático y los cambios de usos de suelo. Una de las alternativas para su conservación es el uso de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV). Las BPCV proporcionan a los cultivos diversos beneficios en su desempeño, productividad y calidad al actuar como fitoestimuladores, biopesticidas o agentes de control biológico.

El objetivo de esta investigación fue el evaluar el efectos de las BPCV sobre la germinación y desarrollo de *M. x piperita*.

Metodología

En esta investigación, se utilizaron semillas de *M. x piperita* (MXP), las cuales se inocularon con *Pseudomonas* sp. (PSP), *Bacillus subtilis* 90 (BS), *Bacillus subtilis* HFC103 (HFC103), *Bacillus subtilis* suelo (BSS), KBANRM6-1 (KB) y ANRM6-3 (AN), a una concentración de 1×10^8 UFC/mL. Posteriormente, se sembraron en semilleros con peat moss como sustrato de crecimiento y se agregó 1 mL de inóculo por cavidad. Tomando en cuenta un control (CT) al cual solo se le aplicó agua. El riego fue cada tercer día. Pasado un periodo de 43 días, se determinó el porcentaje de germinación y se midieron variables biométricas (VB).

Resultados

Las BPCV sobre *M. x piperita* influenciaron las variables de crecimiento evaluadas. El tratamiento inoculado con la cepa PSP presentó una germinación de 4.8 veces mayor en comparación con CT (Tabla 1). En las VB se mostraron diferencias significativas en cuanto a la altura y número de hojas, pero no en la longitud de la raíz. La altura se incrementó 3.85 veces más en el tratamiento con la cepa KB en comparación con CT. Al igual que, en el número de hojas, el

tratamiento con la cepa KB presentó un porcentaje de 5 veces mayor que el control (Tabla 2).

Tabla 1. Porcentaje de germinación de *M. x piperita*

Tratamientos	% de germinación
Control	12 ⁱ
PSP	57.6 ^a
BS	37.2 ^h
BSS	50.4 ^e
HFC103	38.4 ^g
KB	54 ^d
AN	46.8 ^f
Significancia	

Nota *** indica una significancia de $P \leq 0.001$. Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos.

Tabla 2. Variables biométricas de *M. x piperita*

Tratamientos	Altura de plántulas (cm)	Largo de raíz (cm)	Número de hojas
Control	1.03 ^{de}	5.33 ^a	6.00 ^c
PSP	3.37 ^{ab}	14.33 ^a	25.33 ^{ab}
BS	2.33 ^{abcd}	11.67 ^a	20.33 ^{abc}
BSS	3.10 ^{abd}	12.67 ^a	21.67 ^{abc}
HFC103	2.20 ^{bcd}	15.33 ^a	16.67 ^{abc}
KB	3.97 ^a	15.83 ^a	31.00 ^a
AN	2.10 ^{bcdde}	13 ^a	16.33 ^{abc}
Significancia	***	**	***

Nota: *** indica una significancia de $P \leq 0.001$, ** indica una significancia de $P \leq 0.01$. Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos.

Conclusiones

En general, las bacterias utilizadas favorecieron el crecimiento, desarrollo y rendimiento en las plantas de *M. x piperita*. La cepa con mayor efecto promotor de la germinación fue la PSP, en cuanto al desarrollo, se obtuvo mejores resultados con la cepa KB. A futuro pueden evaluarse en consorcio para potenciar los beneficios de ambas.

Agradecimiento A la Dra. Hortencia Gabriela Mena Violante por el apoyo en esta investigación al IPN por brindarnos la beca de Estimulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI).

Bibliografía

- Mahendran, G. & Rahman, L. U. (2020). Wiley, *Phytotherapy Research*: 1-52.
- Chandra, S., Askari, K. & Kumari, M. (2018). *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16:581-586.
- Sharghi, A., Badi, H. N., Ddandnazar, S., Mehrafarin, A. & Sarikhani, M. R. (2018). *Folia Horticulture*, 30(2): 215-228.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE LA MICROBIOTA DE *Apis mellifera* L. PRESENTE EN CULTIVOS DE NARANJA

Jhony N. Enríquez Vara¹, César V. Rojas-Gómez¹, Paulina Piñeyro Cárdenas², Manuel Reinhart Kirchmayr¹, Gabriela I. Salazar-Rivera¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, CIATEJ A. C. 45019. Zapopan, Jal. México.

²Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 45201. Zapopan, Jal. México.
gasalazar_al@ciatej.edu.mx

Palabras clave: bacterias, abejas, tracto digestivo

Introducción. La abeja *Apis mellifera* es un polinizador que favorece la fecundación y fructificación de cultivos silvestres y comerciales (1). Juega un papel importante en la conservación de la biodiversidad y la producción agrícola de cítricos como la naranja. Actualmente, las abejas se ven amenazadas por el uso de químicos en los cultivos de los cuáles se alimentan (2). Debido a que la diversidad y composición de microorganismos presentes en su tracto digestivo depende de la calidad de su nutrición. Cuando la microbiota de la abeja se ve alterada hay un desequilibrio en la respuesta inmune y la fisiología de las abejas, incluyendo la resistencia a patógenos (3). Recientemente, se han identificados bacterias acidolácticas con un papel benéfico en la salud de estos insectos (4).

El objetivo de esta investigación es identificar los micrororganismos asociados a *A. mellifera* presente en cultivos de naranja como una aproximación a la evaluación de la salud de las abejas y la identificación de especies con potencial en el mercado de prebióticos y probióticos como suplemento nutricional para estos insectos.

Metodología. Realizamos colecta de especímenes de abejas presentes en cinco sitios de cultivos de naranja en Tihuatlán, Ver. México; durante septiembre y noviembre. Elegimos al azar 30 especímenes por sitios en cada temporada. En total realizamos la extracción del intestino de 300 especímenes, previo a lavados externos del insecto con etanol, cloro 4% y agua destilada estéril. Realizamos diluciones seriales y cultivamos en medio LB y agar nutritivo (fig. 1). Identificamos los microorganismos mediante MALDI-TOF MS (5). Caracterizamos las cepas morfológicamente y conservamos a -80 °C con glicerol al 20%.

Resultados. Identificamos 24 cepas entre ellas: *Bacillus halosaccharovorans*, *B. subtilis*, *Cronobacter* sp., *Enterobacter cloacae*, *E. bugandensis*, *E. hormaechei*, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *K. variicola*, *K. aerogenes*, *Lactobacillus plantarum*,

Leclercia adecarboxylata, *Leifsonia shinshuensis*, *Lysinibacillus massiliensis*, *Microbacterium oleivorans*, *M. testaceum*, *Pantoea dispersa*, *P. septica*, *Pseudeschierichia vulneris*, *Pseudomonas oryzihabitans*, *P. stutzeri*, *Raoultella ornithinolytica*, *Serratia marcescens* y *S. nematodiphila*. Identificamos dos bacterias acidolácticas: *Lactobacillus plantarum* y *B. subtilis* con potencial en la industria de probióticos.



Fig. 1. Diagrama metodológico para obtención de microorganismos a partir del intestino de abejas.

Tabla 1. Número de cepas identificadas en cada temporada de colecta.

	Colecta 1 (septiembre)	Colecta 2 (noviembre)
No. de cepas identificadas	18 cepas	6 cepas

Conclusiones. Los especímenes colectados en septiembre presentan mayor diversidad de microorganismos. Las abejas analizadas tuvieron una microbiota con potencial en pruebas antimicrobianas. Son necesarios ensayos de susceptibilidad con las cepas aisladas y evaluar el potencial de las bacterias acidolácticas para su uso como suplemento nutricionales para estos insectos.

Agradecimiento. A Michel A. Saavedra Lastra y Carlos Nepomuceno Bolaños por el apoyo técnico.

Bibliografía.

1. Morse R. y Calderone N. (200) *Crops. Bee Cult.* 1–15.
2. Fernandez De Landa G., Alberoni, D., Baffoni, L. et al. (2023) *Environ. Microb.* 18:38.
3. Abdallahi A. y Kadir A. (2022) *Vet. Med. Inter.* 1-7.
4. Larsen A., Reynaldi F. y Guzmán-Novoa E. (2019) *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 10(3):705-728.
5. Han, S., Jeong, YS, Choi, SK (2021). *Microorganisms* 9, 1917.

MICORRIZACIÓN ARBUSCULAR EN EL CRECIMIENTO Y CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO DE PLANTAS DE LECHUGA, EN CONDICIONES DE SALINIDAD

Sara Monzerrat Ramírez-Olvera¹, Orlando Catalán Barrera², Rubén San Miguel-Chávez³, Elsa Margarita Crosby-Galván⁴, Ronald Ferrera-Cerrato², Marco Polo Carballo Sánchez²

¹Laboratorio de Nutrición Vegetal¹, Microbiología de Suelos², Posgrado en Edafología. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. ³Laboratorio de Fitoquímica. Posgrado en Botánica. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. ⁴Laboratorio de Nutrición Animal. Posgrado en Recursos Genéticos-Ganadería. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México. c.p. 56264. carballo.marco@colpos.mx

Palabras clave: Reguladores del crecimiento, *Rhizophagus intraradices*, hortalizas

Introducción. La salinidad en el suelo es un fenómeno que influye negativamente en las actividades agrícolas, debido a que altera los procesos fisiológicos de las plantas. (1) Este problema no sólo afecta el crecimiento, rendimiento y rentabilidad de los cultivos, sino la pérdida de la vocación agrícola de los terrenos. Una alternativa que permite disminuir el estrés salino es la simbiosis micorrízica, la cual consiste en hongos endófitos que permiten a la planta sobrellevar estés abiótico (2) a cambio de nutrientes producidos por la fotosíntesis. La lechuga (*Lactuca sativa*) es una hortaliza de ciclo corto cuyo consumo es común y resulta una alternativa viable para cultivos de consumo humano en condiciones halófilas. El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la micorrización de lechugas sometidas a estrés salino.

Metodología. Plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Starfighter, tipo Italiana de 30 días de edad, inoculadas con micorriza (*Rhizophagus intraradices*) y sin inocular, se transfirieron a bolsas de polietileno negro con tezontle como sustrato. A los 25 días después del trasplante se adicionaron 0, 50, 150 y 250 mM NaCl, durante 7 días. A los 35 días después del trasplante, se registraron las variables altura de planta, longitud de raíz y concentración de ácido butírico en hojas y raíz mediante HPLC. (2) El diseño experimental fue completamente al azar, con un arreglo de tratamientos factorial 2x4.

Resultados. La altura de plantas de lechuga tratadas con 50 mM NaCl y micorrizadas, fue estadísticamente superior a las plantas no micorrizadas. Mientras que, la aplicación de 250 mM NaCl incrementó significativamente la longitud de raíz en 44.88%, en las plantas no micorrizadas, respecto a las plantas micorrizadas (Tabla 1).

La adición de 50 mM NaCl a plantas micorrizadas redujo significativamente la concentración de ácido indolbutírico (AIB) en hojas y raíz, en relación con las plantas no micorrizadas. La inoculación con *R.*

intraradices en plantas sin estrés por salinidad, disminuyó la concentración de AIB en raíz (Tabla 2).

Tabla 1. Altura de planta y longitud de raíz de plantas de lechuga, micorrizadas y sin micorrizar, bajo condiciones de salinidad.

Inoculación	NaCl (mM)	Altura de planta (cm)	Longitud de raíz (cm)
<i>R. intraradices</i>	0	26.6 ± 0.8 ab	11.1 ± 0.9 b
Sin inoculación	0	25.6 ± 1.4 abc	10.8 ± 0.4 b
<i>R. intraradices</i>	50	28.0 ± 0.7 a	9.6 ± 0.9 b
Sin inoculación	50	24.1 ± 0.9 bcd	12.8 ± 1.4 ab
<i>R. intraradices</i>	150	24.1 ± 1.0 bcd	12.2 ± 0.7 ab
Sin inoculación	150	24.5 ± 0.1 abc	12.2 ± 1.5 ab
<i>R. intraradices</i>	250	21.6 ± 0.8 d	10.2 ± 0.6 b
Sin inoculación	250	23.0 ± 1.2 cd	14.7 ± 0.7 a

Medias ± EE con letras distintas en cada columna, indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

Tabla 2. Concentración de ácido indolbutírico en hojas y raíz de plantas de lechuga micorrizadas y sin micorrizar, bajo condiciones de salinidad.

Inoculación	NaCl (mM)	Ácido indolbutírico ($\mu\text{g g}^{-1}$ BF)	
		Hojas	Raíz
<i>R. intraradices</i>	0	0.6 ± 0.2 abcd	1.0 ± 0.8 bc
Sin inoculación	0	1.4 ± 0.4 ab	4.6 ± 0.2 a
<i>R. intraradices</i>	50	0.3 ± 0.1 cd	0.1 ± 0.0 c
Sin inoculación	50	1.5 ± 0.2 a	2.0 ± 0.7 b
<i>R. intraradices</i>	150	0.1 ± 0.0 d	0.4 ± 0.2 c
Sin inoculación	150	0.5 ± 0.1 bcd	0.7 ± 0.3 bc
<i>R. intraradices</i>	250	1.3 ± 0.4 abc	1.5 ± 0.7 bc
Sin inoculación	250	1.3 ± 0.3 abc	1.5 ± 0.1 c

Medias ± EE con letras distintas en cada columna, indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). BF: Biomasa fresca.

Conclusiones. La micorrización en plantas de lechuga, bajo condiciones de salinidad incrementa la altura de planta y reduce la concentración de AIB en hojas.

Referencias. (1) Machado, R.M.A. Serralheiro, R.P. 2017. Horticulturae, 3:30.

(2) Klinsukon, C., Lumyong, S., Kuyper, T.W. et al. 2021. Sci. Rep. 11, 4362.

(3) Pan, X., R. Welti and X. Wang. 2010. Nat. Protoc. 5: 986-992.

EFFECTO FENOLÓGICO DE LA APLICACIÓN DE ELICITORES EN JITOMATE CULTIVADOS EN CONDICIONES DE TRASPATIO DURANTE LA PANDEMIA POR COVID-19

Yuvia Darina Hurtado Sánchez¹, Blanca Estela Gómez Luna¹, Juan Carlos Ramírez Granados¹, Angela María Chapa Oliver¹ y Laura Mejía Teniente^{1*}. Ingeniería en Biotecnología, Departamento de Ingeniería Agroindustria, Universidad de Guanajuato. Av. Mutualismo s/n Celaya, Gto. C.P. 38060

Palabras clave: elicitores, cultivo de traspatio, cambios fenológicos

Introducción. Los elicitores son sustancias de diversas fuentes orgánicas como inorgánicas que pueden inducir efectos fisiológicos y cambios en la activación de la respuesta ante diferentes tipos de estrés (García et al., 2018). Por otro lado, ante el panorama sanitario por la emergencia de la pandemia por COVID-19, fue necesario buscar alternativas de producción de alimentos para autoconsumo. Por lo que el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la aplicación de H₂O₂ comercial y ácido acetilsalicílico, análogo del ácido salicílico, sobre el vigor de la planta y cambios fisiológicos involucrados en la calidad de frutos de jitomate en condiciones de cultivo de traspatio.

Metodología. Se llevó a cabo la germinación de 120 semillas de jitomate tipo bola en una charola de germinación con tierra negra y vermiculita como sustrato. Posteriormente se realizó la aplicación de elicitores, Tabla 1, en plantas de 4-6 hojas verdaderas de edad fenológica. La aplicación fue semanal.

Tabla 1. Tratamientos de elicitores

Peróxido de hidrogeno (H ₂ O ₂)	Ácido acetilsalicílico
T1: 0 mM (agua)	T5: 0 mg/mL (agua)
T2: 14 mM	T6: 25 mg/mL
T3: 20 mM	T7: 50 mg/mL
T4: 50 mM	T8: 100 mg/mL

Se consideró un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones y cinco plantas por tratamiento. El análisis de datos se realizó con el paquete estadístico Statistix 10.

Resultados. Se logró el cultivo de traspatio de jitomate con características viables para el autoconsumo. Dentro de las variables fisiológicas como altura y diámetro, mostraron un efecto de disminución de altura correspondiente al efecto generado comúnmente por los elicitores.

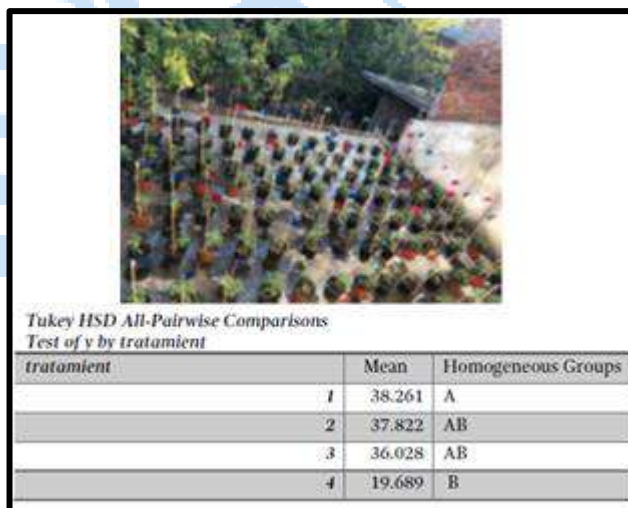


Fig. 1. Comportamiento de medias de altura de planta con elicitor ácido acetil salicílico.

Conclusiones. Los efectos por elicitores muestran cambios fenológicos favorables para la producción de hortalizas en cultivo de traspatio, que promueven la obtención de hortalizas en condiciones adecuadas para el autoconsumo.

Bibliografía.

- García, E., La Rosa, I., Mendoza, V., Quezada, M., & Arellano, G. (2014). Efecto de una película plástica modificada en algunos aspectos bioquímicos de un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Ecos. Rec. Agrop.* 1(2):151-162.
- Hyong, W., & Klessig, F. (2016). DAMP, MAMP y NAMP en la inmunidad innata de las plantas. *BMC Plant Biol.* 16: 232.
- Mandal, S., Mallick, N., & Mitra, A. (2009). Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato. *Biochem.* 47(7):642-649.
- Nasir, M., Polo, L., Luzuriaga, L., Deleu, M., Lins, L., Ongena, M., & Fauconnier, M. (2014). New alternatives to chemical pesticides: deciphering the action mechanisms of lipid-based plant elicitors. *Gembloux, Bélgica: National Symposium on Applied Biological Sciences.*

VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN Y PERFIL QUÍMICO DE EXTRACTOS HOJA Y RAÍZ DE *Viguiera dentata*

Lorena Reyes-Vaquero¹, Irving Manuel Herrera-Huchin², Leydi del Rocio Canche-Moo¹, Julia Cano-Sosa³.

¹CONACyT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsele Sureste. CP 97302. Mérida, Yucatán, México. ²Tecnológico Nacional de México campus Conkal. CP 97345. Conkal, Yucatán, México. ³Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsele Sureste. CP 97302. Mérida, Yucatán, México. lrvsaid@yahoo.com, jcano@ciatej.mx

Palabras clave: maceración, sonicación, soxhlet

Introducción. Las plantas medicinales se han utilizado desde tiempos antiguos, y es de interés conocer los compuestos químicos responsables de la actividad biológica que se les atribuye. Existen diferentes métodos para la obtención de extractos de plantas, como son la maceración, soxhlet, sonicación, microondas, fluidos supercríticos entre otros (1). Cada uno de estos métodos tienen sus ventajas y desventajas, como el tiempo de extracción y volumen de disolvente empleado. Por otro lado, el método de extracción tiene un rol importante en el rendimiento de extracción y el perfil químico (1). *Viguiera dentata* (tajonal) es una planta herbácea de la familia Asteraceae, nativa de la Península de Yucatán, usada en la medicina tradicional y de gran importancia en la industria apícola (2).

El objetivo del trabajo fue comparar el rendimiento de extracción y perfil químico de extractos de hoja y raíz de *Viguiera dentata* obtenidos mediante maceración, soxhlet y sonicación.

Metodología. Maceración: se pesaron 200 g de material vegetal, se les agregó etanol (85%) en una proporción 1:10 (p/v), se dejó reposar por 72 hrs, y se filtró, al material vegetal se le agregó disolvente nuevo, esto se repitió 3 veces. Soxhlet: se pesaron 60 g de hoja y raíz y se agregó etanol (85%) en proporción 1:10 (p/v), se realizaron 6 ciclos. Sonicación en baño: se pesaron 200 g de hoja y raíz, y se les agregó etanol (85%) en una proporción 1:5 (p/v), se sónico por 30 minutos y se filtró, al material vegetal se le agregó disolvente nuevo, esto se repitió 3 veces. Los extractos obtenidos se concentraron en un rotaevaporador hasta sequedad. Se calculó el rendimiento de extracción tomando como referencia al material vegetal seco. El perfil químico de los extractos se comparó mediante TLC, como eluyente se usó diclorometano – acetona (9:1 v/v), se observaron en luz UV a 365 nm.

Resultados. En la tabla 1 se muestran los rendimientos de extracción obtenidos en los extractos de hoja y raíz de *Viguiera dentata*. El mayor

rendimiento de extracción tanto en hoja como en raíz se obtuvo mediante maceración. En la figura 1 se muestra la TLC para los extractos de hoja y raíz de tajonal, observamos que las bandas son de diferente color, en hoja son rojas, mientras que en raíz son azules, en los extractos de hoja se observan 9 bandas y en los de raíz 5, con diferentes factores de retención. Por lo cual podemos sugerir que el perfil químico de hoja y raíz son diferentes.

Tabla 1. Porcentaje de rendimiento de extracción de los extractos de hoja y raíz de *Viguiera dentata* obtenidos por diferentes métodos de extracción.

Método de extracción	Rendimiento de extracción (%)	
	Hoja	Raíz
Maceración	39.0	13.0
Soxhlet	23.3	11.7
Sonicación	18.5	9.0

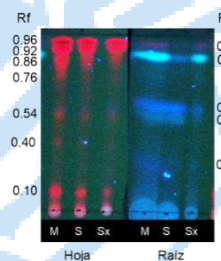


Figura 1. TLC de los extractos de hoja y raíz de *Viguiera dentata* obtenidos por diferentes métodos de extracción, observada a 365 nm. M: maceración, S: sonicación, Sx: soxhlet

Conclusiones. Por maceración se obtuvo el mayor rendimiento de extracción, el perfil químico entre hoja y raíz es diferente.

Agradecimiento. A Conacyt por la beca posdoctoral 536272 otorgada. Al proyecto clave 320786, de la Convocatoria de “Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022. Y al CIATEJ.

Bibliografía.

1. Azwanida NN. (2015). *Med. Aromat. Plants.* 4: 196.
2. Enriquez-Nolasco JR, López-Castilla HMJ, Cetzal-ix W. (2022). Desde el Herbario CICY. 14: 22–28.

Revalorización del residuo Metzal para el crecimiento *in vitro* del hongo comestible (*Pleurotus agaves*) endémico de Zempoala, Hidalgo.

Carlos Getzael Vázquez-Osorno, Gabriela De Vega-Luttmann, Oscar Arce-Cervantes, Josefa Espitia-López, Benito Flores-Chaves, Paul Misael Garza-López, Instituto de Ciencia Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hgo. 43600, va277008@uaeh.edu.mx

Palabras clave: Metzal, Pleurotus agaves, Crecimiento radial.

Introducción. Algunos estudios han demostrado la eficacia del uso de residuos agroindustriales como complemento a medios de cultivo comerciales PDA y MEA en la propagación de cepas de hongos de manera *in vitro*, por lo que el cultivo de estos hongos puede significar un proceso de conversión ecológica al aprovechar residuos como sustrato, beneficiando el crecimiento micelial (1). Por otro lado, la disposición de los residuos por lo general es deficiente y el residuo metzal no es la excepción, de igual manera el metzal es rico en contenido de lignocelulosa por lo que es un sustrato idóneo para hongos como *Pleurotus spp.* que tienen la característica de producir complejos enzimáticos que biodegradan este tipo de compuestos para aprovecharlos en su desarrollo (2). *Pleurotus agaves* crece en especies silvestres de *Agave salmiana*, de los que se extrae el metzal, así mismo se sabe que el cultivo de micelio en un medio específico para obtener biomasa fúngica es un método rápido y alternativo para su posterior uso (3).

Metodología. La cepa usada proviene de la colección de hongos del ICAp, la cual se inoculo en cajas Petri, se dibujaron 3 líneas rectas a 60°, que se dividieron en dos, quedando: (A, B, C, D, E y F). Para medir crecimiento radial del micelio en mm/d (4), las cajas se incubaron a temperatura ambiente. El crecimiento radial del micelio se midió diariamente con un vernier digital, por 8 días en 4 tratamientos con 6 repeticiones, (T1: PDA, T2: MEA, T3: PDA-Met y T4: MEA-Met). Los tratamientos con metzal se prepararon en relación 1-1 (5). Se usó un diseño completamente al azar y los datos se analizaros por un ANOVA (XLSTAT by Lumivero®. 2023) y las diferencias significativas se obtuvieron con la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.95$), se realizó un PCA como análisis exploratorio para identificar las tendencias de comportamiento entre los tratamientos (XLSTAT by Lumivero®. 2023).

Resultados. Las medidas del crecimiento radial a partir de la regresión lineal de los datos por tratamiento muestran que para el T1 fueron de 2.35 mm/d siendo este el de mayor crecimiento seguido por T2 con 2.16 mm/d, T3 con 1.51 mm/d y T4 con 1.24 mm/d siendo T3 y T4 significativamente distintos ($p<0.05$) del resto.

La grafica de PCA mostró que en el día uno se agrupo T1 y T2 mostrando su mayor crecimiento, mientras que T3 se agrupo con los días del 2 al 5 y T4 mostro su mayor crecimiento de los días 6 al 8.



Fig. 1. Crecimiento micelial en los 4 tratamientos.

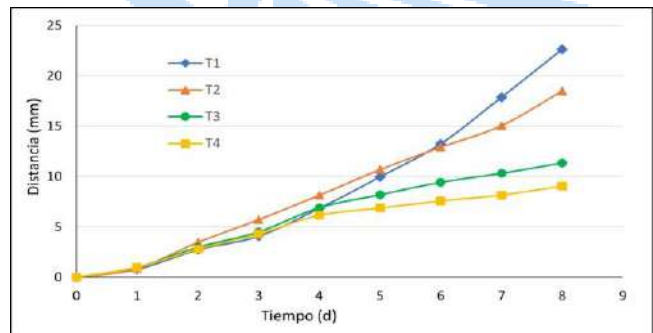


Fig. 2. Crecimiento radial en mm/d, por tratamiento.

Conclusiones. El hongo tuvo mayor velocidad de crecimiento radial en los medios de cultivo comerciales que en los tratamientos con metzal al día 8, aunque en los tratamientos con el residuo se pudo observar mayor espesor del micelio.

Agradecimiento. Se agradece a CONACyT y la UA EH por el financiamiento de esta investigación.

Bibliografía.

1. Meza-Calvillo EN. (2022) Efecto de la fibra de agave (*Agave tequilana Weber var. Azul*) como sustrato en la producción bajo invernadero de pepino (*Cucumis sativus*) y su calidad poscosecha. UAQ. Querétaro, Qro., Junio, 2022.
2. Sharma A, Sharma A, Tripathi A. (2021) *J Food Biochem.* 45(6): e13748.
3. Yang FC, Liao CB. (1998) *Biopro Engin.* 19: 233–236.
4. Imtiaj A, Jayasinghe Ch, Lee GW, Lee TS. (2009) *J Cult Collect.* 6: 97–105.
5. Kalaw SP, Alfonso DO, Dulay RMR, De Leon AM, Undan JQ, Undan JR, Reyes RG. (2016) *Curr Res Environ Appl Mycol.* 6(4): 277–287.

COMPUESTOS BIOACTIVOS EN HOJAS DE CANISTEL (SAPOTACEAE)

Alynaime Camarillo Chacon¹, Tomás Rodríguez García², Silvia Evangelista Lozano², Karen Maybel Granados Vega² y Mirna Gutiérrez Ochoa². Universidad Politécnica De Tlaxcala¹, Instituto Politécnico Nacional (CEPROBI)². Yautepec de Zaragoza, Morelos C.P. 62739. trodriguezg1300@alumno.ipn.mx

Palabras clave: *Pouteria campechiana*, Flavonoides, Cromatografía, Quercitina

Introducción. Canistel (*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni), especie originaria de México con múltiples beneficios en la medicina tradicional. Se reporta que las sustancias bioactivas que favorecen el alivio de padecimientos del hígado, problemas estomacales, alteraciones en la piel, inflamación, entre otros padecimientos, pertenecen a la familia de los flavonoides (Elsayed et al., 2016). Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue identificar compuestos bioactivos de la familia de los flavonoides en extractos etanólicos en hojas de canistel mediante HPLC-MS.

Metodología. Las hojas fueron colectadas de árboles localizados en Jiutepec y Yautepec, en laboratorio después de la determinación de peso fresco y seco se procedió a separar grasas y ceras (hexano 1:10 p/v), durante 20 min en sonicación sin calentamiento, para separar compuestos de mediana polaridad acetato de etilo. Los compuestos de alta polaridad con etanol; después de pasar por sonicación, las muestras fueron filtrada al vacío, y concentradas en rotavapor, para analizar en el HPLC-MS (Rodríguez-García et al., 2021).

Resultados. En 30 g peso fresco de hoja de Jiutepec se obtuvieron 43.3 g peso seco y 1.3 g de extracto. De las hojas de Yautepec 15 g peso seco y 1,4 g de extracto. Con respecto a los compuestos fenólicos, los cromatogramas arrojaron para Jiutepec 4 picos, el pico con mayor cantidad de compuestos fue el pico 2, seguido del 4 el 1 y el tres; Yautepec 4 picos, el 2 con más compuesto, seguido del pico 1, 4 y 3 (Cuadro 1).

Tabla 1. Picos mayoritarios detectados por HPLC en canistel

Picos	Área bajo la curva		Porcentaje	
	Jiutepec	Yautepec	Jiutepec	Yautepec
1	2395918	4121350	14.6	14.9
2	7996882	20138528	48.8	72.8
3	2024336	957254	12.3	3.4
4	39474	2437554	10.3	8.8

De acuerdo con el tiempo de elución (Figura 1) y a los espectros UV característicos con base a los datos de HPLC-MS en modo positivo y negativo, y por literatura se encontraron cuatro compuestos identificados como

flavonoides pertenecientes al grupo de flavonoles (Tabla 2).

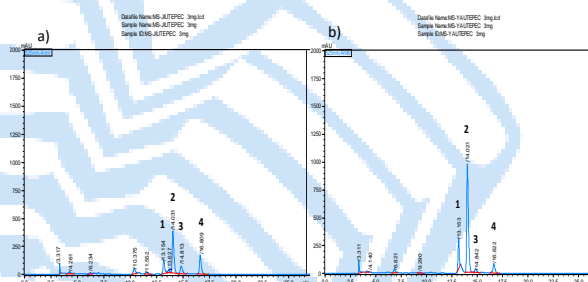


Figura 1. Cromatograma por HPLC del extracto de hojas de canistel de: a) Jiutepec y b) Yautepec, obtenido por sonicación.

Tabla 2. Identificación por HPLC-MS de los compuestos presentes en las hojas de canistel extraídos por sonicación

Tipo de compuesto	Pico	Región	Rt (min)	[M-H] ⁻	[M-H] ⁺	Peso molecular	Aglicona	Compuesto
Flavonol	1	Jiutepec	13.154	479	481	480.4	Miricetina	Miricetina 3-O-galactósido
		Yautepec	13.153					
Flavonol	2	Jiutepec	14.031	463	465	464.4	Quercetina	Quercetina 7-O-glucósido
		Yautepec	14.021					
Flavonol	3	Jiutepec	14.813	463	465	464.1	Quercetina	Quercetina 3-O-β-D-glucósido
		Yautepec	14.842					
Flavonol	4	Jiutepec	16.609	447	449	448.4	Quercetina	Quercetina-3-O-α-L-rhamniranosido
		Yautepec	16.622					

Rt: Tiempo de retención, [M-H]⁻: Modo de ionización negativo, [M-H]⁺: Modo de ionización positivo

Conclusiones. El extracto etanólico de hojas de canistel presentó cuatro flavonoides del grupo de los flavonoles la concentración fue variable, principalmente quercetina y miricetina reportados con actividad antioxidante.

Agradecimiento. Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN, Estancias Posdoctorales y beca CONACyT.

Bibliografía

Elsayed, A.M., El-Tanbouly, N.D., Moustafa, S.F., Abdou, R.M. y El Awdan, S.A. (2016). Chemical composition and biological activities of *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(16), 209-215 <https://doi.org/10.5897/JMPR2015.6031>

Rodríguez-García T., Camacho-Díaz B.H., Jiménez-Aparicio A.R., Santaolalla-Tapia J., Evangelista-Lozano S. y Arenas-Ocampo M.L. (2021). Cell Proliferation and Migration in Human Skin Fibroblasts Induced by *Moringa oleifera*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 31(3),30 309. <https://doi.org/10.1007/s43450-021-00160-7>

DESARROLLO DE UN CONSORCIO PROBIÓTICO PARA EL CONTROL DE LA INFECCIÓN DE *ARTEMIA FRANCISCANA* CON *VIBRIO PARAHEMOLYTICUS*

Stephania Porras Vega, Sergio Francisco Martínez Díaz. Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Desarrollo de Tecnologías. C.P.23096, La Paz, B.C.S. sporrsv2200@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Probióticos, Artemia franciscana, Vibrio parahaemolyticus

Introducción. *Vibrio parahaemolyticus* (VP) es uno de los principales patógenos en la producción acuícola, su presencia provoca retraso de crecimiento y mortalidades hasta del 100% en cultivos de crustáceos peces y moluscos (1). Entre los factores que provoca se encuentran la pérdida de la diversidad microbiana, lo que lleva a estados de disbiosis y pérdida de funcionalidad del microbioma. Los probióticos son una herramienta valiosa para recolonizar en estados de disbiosis y propiciar el reestablecimiento de una comunidad microbiana funcional. Un consorcio de probióticos adecuado puede colonizar el tracto digestivo, competir con las bacterias patógenas por nutrientes y espacios, y producir sustancias antimicrobianas (2), mejorando la salud y la supervivencia durante los procesos infecciosos, lo que podría resultar en la reversión de los procesos patológicos. El objetivo de este estudio es integrar un consorcio de bacterias probióticas y determinar la dosis efectiva que puede revertir el efecto de la infección por VP en *Artemia franciscana*.

Metodología. La capacidad probiótica de cepas individuales fue evaluada in vitro y en condiciones gnotobioticas con nauplios producidos axénicamente. Los mayores indicadores de la capacidad probiótica fueron la capacidad de mejorar el desarrollo y la supervivencia de *Artemia*. Para determinar la capacidad del consorcio, nauplios axénicos de *Artemia franciscana* fueron infectados a una dosis letal media LD50 de $1,20 \times 10^6$ UFC mL⁻¹ de *Vibrio parahaemolyticus* y fueron tratados diferentes dosis de probióticos (de 2×10^4 a 1×10^7 UFC mL⁻¹) Nauplios infectados con VP sin probióticos se usaron como controles de infección y los nauplios sin infección ni probióticos fueron los blancos experimentales. Las unidades experimentales se mantuvieron por 48 h post infección y se registró la supervivencia final en cada tratamiento. Cada tratamiento se evaluó por triplicado.

Resultados. El mejor consorcio se conformó con 5 cepas probióticas (*Bacillus tequilensis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus paralicheniformis* y *Cellulomonas sp*). El consorcio de probióticos evaluado en este estudio fue efectivo para

controlar completamente la infección y mortalidad causada por VP en *Artemia*. Sin embargo, su efecto en la prevención de la mortalidad es claramente dependiente de la dosis. Desde la mínima dosis evaluada (2×10^4 UFC mL⁻¹) del consorcio se muestra una mayor supervivencia ($\geq 60\%$), destacándose que a la mayor dosis (1×10^7 UFC mL⁻¹) elimina por completo el efecto de VP (Fig.1).

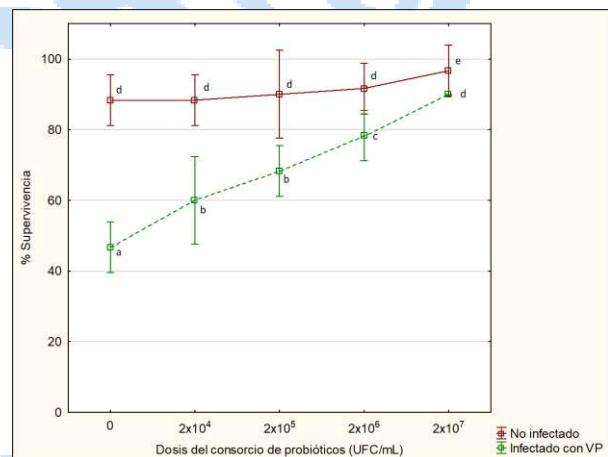


Fig. 1. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de probióticos en la supervivencia de *Artemia franciscana* durante la infección con *Vibrio parahaemolyticus*. Los datos son la media y la desviación estándar (n=3). Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Conclusiones. La dosis mínima efectiva del consorcio de probióticos para eliminar el efecto de VP en *Artemia* es 1×10^7 UFC/mL.

Agradecimiento. Al CONACyT y al IPN por las becas proporcionadas a SPV. Esta investigación fue soportada por el IPN a través del proyecto SIP-IPN 20221533.

Bibliografía.

- Li, L., Meng, H., Gu, D., Li, Y., & Jia, M. (2019). Molecular mechanisms of *Vibrio parahaemolyticus* pathogenesis. *Microbiological Research*, 222, 43-51.
- El-Saadony, M. T., Alagawany, M., Patra, A. K., Kar, I., Tiwari, R., Dawood, M. A., ... & Abdel-Latif, H. M. (2021). The functionality of probiotics in aquaculture: An overview. *Fish & Shellfish Immunology*, 117, 36-52.

DOSIS MÍNIMA EFECTIVA PARA PREVENIR LA INFECCIÓN POR *VIBRIO PARAHEMOLYTICUS* EN *ARTEMIA FRANCISCANA* MEDIANTE TERAPIA CON FAGOS.

Stephania Porras Vega, Alejandro Ariosa Olea, Román Makarov, Lina Angélica Zermeño Cervantes, Sergio Francisco Martínez Díaz. Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Desarrollo de Tecnologías. C.P.23096, La Paz, B.C.S.
sporrasv2200@alumno.ipn.mx

Palabras clave: terapia con fagos, *Vibrio parahemolyticus*, *Artemia franciscana*

Introducción. *Vibrio parahemolyticus* (VP) ocasiona mortalidad y retraso en el crecimiento de peces, crustáceos y moluscos, lo que puede resultar en pérdidas económicas significativas en acuicultura(1). La aplicación de fagos es una alternativa para el tratamiento de infecciones bacterianas, incluyendo las causadas por *Vibrio* en la producción acuícola (2). Con frecuencia se supone que una pequeña dosis de fagos es suficiente para controlar una población de bacterias patógenas, ya que los fagos se replican activamente; sin embargo, esto puede depender de factores intrínsecos del sistema y de las características biológicas de cada fago, así como del sitio donde se ocurre la infección. Por ello el objetivo de este estudio es analizar el efecto de la reducción de dosis sobre la eficacia de la terapia con fagos durante la infección de *Artemia franciscana* con *Vibrio parahaemolyticus*, para encontrar la dosis mínima efectiva a la que un cóctel de fagos puede controlar la mortalidad en condiciones gnotobióticas.

Metodología. Los nauplios axénicos de *Artemia franciscana* se colocaron asépticamente en tubos con 20 mL de agua de mar estéril (20 nauplios por tubo); y fueron inoculados con $1,20 \times 10^6$ UFC mL⁻¹ de *Vibrio parahaemolyticus* (previamente establecida como dosis letal media LD50) y tratados con un cóctel de fagos a las dosis de 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,062; 0,031; 0,015; 0,007; 0,003; 0,00195 y 0,00097 MOI. El cóctel se conformó previamente con 4 fagos líticos (T5B, T8B, T10B, 16c), en proporciones iguales dentro del cóctel. Nauplios infectados con VP pero sin tratamiento de fagos fueron usados como controles de infección y nauplios sin VP ni tratamiento con fagos fueron los blancos experimentales. Cada tratamiento se realizó por triplicado. Los tubos se mantuvieron a 28°C y a las 48 h post infección se registró la supervivencia en cada tratamiento.

Resultados. El cóctel de fagos evaluado en este estudio fue efectivo para controlar completamente la infección y mortalidad causada por VP en *Artemia*. Sin embargo, su efecto en la prevención de la mortalidad

es claramente dependiente de la dosis. A partir de la dosis de 0.00156 MOI (aprox. 1 fago por cada 650 bacterias) es que la supervivencia de *Artemia* se incrementa significativamente respecto al control ($p < 0.05$) y solo en las dos dosis más altas (MOI > 0.5) no se observan diferencias estadísticamente significativas con el blanco sin infectar ($p > 0.05$) (Fig. 1).

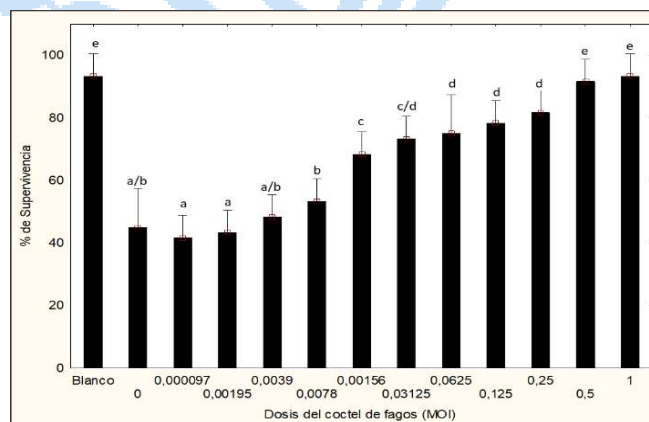


Fig. 1. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de fagos en la supervivencia de *Artemia franciscana* infectada con *Vibrio parahaemolyticus* a una dosis de $1,20 \times 10^6$ UFC mL⁻¹. Los datos son la media y la desviación estándar $n=3$. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticas diferentes.

Conclusiones. La dosis mínima efectiva para reducir la mortalidad de *Artemia* fue de 0.0015 MOI (1.88×10^4 UFP mL⁻¹), dosis menores comprometen seriamente el efecto de los fagos.

Agradecimiento. Al CONACyT y al IPN por las becas proporcionadas a SPV. Esta investigación fue soportada por el IPN a través del proyecto SIP-IPN 20221533.

Bibliografía.

1. Arunkumar, M., LewisOscar, F., Thajuddin, N., Pugazhendhi, A., & Nithya, C. (2020). In vitro and in vivo biofilm forming *Vibrio* spp: a significant threat in aquaculture. *Process biochemistry*, 94, 213-223.
2. Ninawe, A. S., Sivasankari, S., Ramasamy, P., Kiran, G. S., & Selvin, J. (2020). Bacteriophages for aquaculture disease control. *Aquaculture International*, 28(5), 1925-1938.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL MUCÍLAGO EXTRAÍDO DE SÁBILA *Aloe vera* L. PARA SU APLICACIÓN EN PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS

Andrés Alejandro Damián-Reyna^a, Margarita Martínez-García^a, Ana Laura Reyes-Robles^a, Juan Carlos González-Hernández^b, Ma. Del Carmen Chávez-Parga^c, Julián López-Tinoco^c.

^a TecNM campus Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro. División de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Puruándiro, 58532, Michoacán, México. andres.damian@itspuruandiro.edu.mx

^b División de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Francisco J. Múgica SN, Morelia, Michoacán, 58030, MÉXICO. pandamian@yahoo.com.mx

^c Laboratorio de Bioquímica del Departamento de Ingeniería Bioquímica, Instituto Tecnológico de Morelia, Avenida Tecnológico#1500, colonia Lomas de Santiaguito, Morelia, Michoacán, 58120, MÉXICO.

Palabras clave: Aloe vera, Mucilago, Antimicrobiano

Introducción . Actualmente , hay un creciente interés en los compuestos naturales que muestran actividad microbica (Vollmerhausen *et al.*, 2013; Papetti, 2012) y que ayuden a extender la vida de anaquel de los productos alimenticios (Knorr *et al.*, 2011). El objetivo del presente trabajo fue realizar el análisis proximal del mucilago de Aloe vera y determinar su actividad microbica frente a algunas levaduras , bacterias y mohos.

Metodología . El mucilago fue obtenido a partir de una disolución del gel de aloe vera en agua . Se realizó la determinación de grados Brix , pH, acidez titulable , azúcares totales, fibra cruda, cenizas, proteínas totales , proteínas totales y contenido de grasa. Se utilizaron los microorganismos de prueba *Candida albicans* ATCC 14055 , *Candida albicans* ATCC 14066 , *Candida guilliermondii* ATCC, *Kluyveromyces marxianus* CIBB-L 2029 , *Pichia stipitis* ATCC 55376 , *Saccharomyces cerevisiae* BY4741, *Saccharomyces cerevisiae* BY4742, *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 con concentraciones de mucilago de hasta 100 mg/ml. Se realizaron tres réplicas y al menos tres experimentos independientes. Los datos se presentarán como el promedio \pm desviación estándar (SD). Los análisis estadísticos serán realizados utilizando STATGRAPHICS Centurion versión XIX (Statpoint Technologies , Inc., Warrenton , VA). Las diferencias entre los grupos son detectadas mediante ANOVA y prueba de comparación múltiple . Se consideran los valores P menores a 0.05 cómo estadísticamente significativo.

Resultados . Respecto al análisis proximal del mucilago de *Aloe vera*, se obtuvieron sólidos solubles de 27.00 \pm 0.01 °Brix, un pH de 5.93 \pm 0.03, acidez titulable 10.00 \pm 0.01 mg/g, azúcares totales 10.17 \pm 1.04, humedad 25.02 \pm 2.68 mg/g, cenizas 18.53 \pm 0.02 mg/g, Grasas 0.53 \pm 0.08 mg/g, fibra < 0.01 mg/g, proteínas totales 4.40 \pm 0.73 mg/g. La actividad microbica se encontró una Concentración mínima inhibitoria (MIC) para *Pichia stipitis* ATCC

55376 de 90 mg/ml, una Concentración mínima microbica (MMC) 90 mg/ml y para *Saccharomyces cerevisiae* BY4741 una MIC de 100 mg/ml y una MMC de 100 mg/ml.

Conclusiones. Se logró realizar el análisis proximal del mucilago de sábila , obteniendo 10.17 mg/ml de azúcares y 4.40g/ml de proteínas totales , estos resultados son similares a los reportados en la bibliografía.

Se demostró la viabilidad del mucilago de sábila como solución de prueba , presentando un efecto microbica frente a *Pichia stipitis* ATCC 55376 y *Saccharomyces cerevisiae* BY4741.

Agradecimiento Al Tecnológico Nacional de México, por el financiamiento al proyecto con clave 10684.21- PD.

Bibliografía.

Vollmerhausen , T., Ramos , N., Thi, D., Dzung, N., & Brauner , A. (2013). Decoctions from *Citrus reticulata* Blanco seeds protect the uroepithelium against *Escherichia coli* invasion . *Journal of Ethnopharmacology*, 150, 770–774.

Papetti, A. (2012). Isolation and characterization of antimicrobial food components . *Current Opinion in Biotechnology*, 23, 168–173. Knorr,

D., Froehling , A., Jaeger , H., Reineke , K., Schlueteer , O., & Schoessler, K. (2011). Emerging Technologies in Food Processing . *Annual Reviews of Food Science Technology*, 2, 203-235.

EXTRACCIÓN DE ALGINATOS A PARTIR DE MICROALGAS PRESENTES EN UN LAGO ARTIFICIAL EUTROFIZADO

Maria Del Refugio Rivas Becerra, Gabriela Hinojosa Ventura y Aracely Suggey Guerra Renteria; Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Valles, Departamento de Ciencias de la Salud; Ameca, Jalisco, 46600; suggey.guerra@academicos.udg.mx

Palabras clave: Alginato, Eutrofización, Microalgas.

Introducción. La eutrofización de ecosistemas de agua dulce como lagos y lagunas es causada por un incremento excesivo de nutrientes provenientes de la agricultura, el tratamiento de aguas residuales, actividades urbanas entre otras (1). El exceso principalmente de nitrógeno y fósforo en cuerpos acuíferos conlleva al crecimiento de micro y macro algas, que afectan las características fisicoquímicas del ambiente, como pH, alcalinidad, turbidez y oxígeno disuelto; sin mencionar el aspecto estético del cuerpo acuífero. Las microalgas son protistas en su mayoría fotolitoautótrofos, es decir, producen sus propias biomoléculas a partir de la luz y dióxido de carbono. En las últimas décadas, ha aumentado el estudio de las microalgas para la obtención de productos biotecnológicos con interés industrial, como lo es el polisacárido alginato, empleado principalmente como gelificante en diferentes áreas.

Por tanto, en el presente trabajo se realizó la extracción y caracterización de alginatos a partir de microalgas que proliferaron en un lago artificial eutrofizado, mitigando el impacto ambiental en dicho ecosistema.

Metodología. Las microalgas fueron obtenidas de un lago artificial eutrofizado situado en el Centro Universitario de los Valles. Primeramente, se realizó la identificación por morfología microscópica y aspecto del tipo de microalga, así como la cuantificación de clorofila a y b presente en la muestra. A continuación, se realizó la homogenización de la muestra por trituración y posterior hidrólisis celular por acidificación. Después, se filtró el sobrenadante y empleó la técnica modificada de Hernández-Carmona et al. 1999 para la extracción de alginatos(2). Finalmente, para la corroboración del alginato extraído se utilizó la espectroscopia de RAMAN.

Resultados. La microalga es un alga verde filamentosa posiblemente del género *Zygnema*. Para homogenizar el recolectado de la muestra, se tomó aquella de un aspecto verde seco, lo anterior es por su contenido de hasta 1.83 mmol de clorofila b, relacionada a la fijación de CO₂ por el ciclo de Calvin y posterior acumulación de polisacáridos como lo es el

alginato. Se obtuvieron dos muestras durante el procedimiento una de alginato de calcio y otra de sodio (Fig 1) que de acuerdo al perfil electrónico figuran como alginatos (3).

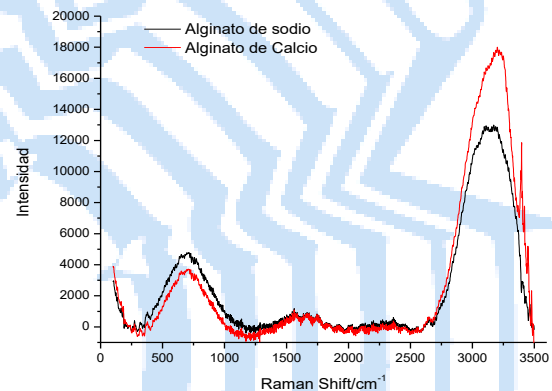


Fig. 1. Espectro de absorción electrónica de los alginatos extraídos de *Zygnema*.

Conclusiones. Las microalgas verdes del género *Zygnema* representan una fuente viable para la obtención de alginatos con perspectiva de uso industrial, disminuyendo a su vez el impacto por eutrofización, aún se considera la optimización de variables para la mejora de rendimientos.

Agradecimiento. Recurso PROSNI de CUValles de la Universidad de Guadalajara

Bibliografía.

1. Salo T, Salovius-laur S. Green algae as bioindicators for long-term nutrient pollution along a coastal eutrophication gradient. 2022;140(June):1-10. doi:10.1016/j.ecolind.2022.109034
2. Hernández-Carmona, G.; Rodríguez-Montesinos, Y.E.; Arvizu-Higuera, D.L.; Reyes-Tisnado R., Murillo-Álvarez, J.I.; Muñoz-Ochoa M. Avances tecnológicos en la producción de alginatos en México Technological Advance for Alginate Production in Mexico. *Ing Investig y Tecnol.* 2012;XII:155-168.
3. Lozano Álvarez JA, Marañón Ruiz VF, Jáuregui Rincón J, Medina Ramírez I, Salinas Gutiérrez R, Frausto Reyes C. Remoción de colorantes Azo con alginato: relación entre estructura de colorante y eficiencia de remoción. *Rev Int Contam Ambie.* 2019;35(1):223-236. doi:10.20937/RICA.2019.35.01.16

EXTRACCIÓN DE PÉPTIDOS OBTENIDOS DEL ERIZO DE MAR *Diadema mexicana* Y SU EFECTO CITOTÓXICO EN ADENOCARCINOMA DE COLON

María Teresa Santos-Ramírez, Perla de Teresa López-Zepeda, Diego Espinoza-Serrano, María Teresa Jiménez-Valdés, Valeria Trejo-Natividad, Héctor Marmolejo-Bedolla, José Luis Arreola-Robles, Miriam Jimenez-Perez, Yocanxóchitl Perfecto-Avalos. Tecnológico de Monterrey, Av. General Ramon Corona 2514, Nuevo México, Zapopan CP 45138, Jalisco, Mexico, yocan@tec.mx.

Palabras clave: Erizo de mar. Diadema mexicana. Biotecnología marina

Introducción.

La búsqueda de compuestos bioactivos de fuentes alternativas ha resultado en el descubrimiento de péptidos derivados de erizos marinos con actividad biológica (1). Péptidos extraídos a partir de *Arbacia lixula* inducen efectos citotóxicos en células de carcinoma hepatocelular humano, mientras que aquellos derivados de *Diadema setosum* tienen actividad biológica contra cáncer cervical humano (1,2). El objetivo de este estudio fue extraer péptidos de *Diadema mexicana* (DM) y evaluar su efecto citotóxico en la línea celular de adenocarcinoma de colon humano (CaCo-2).

Metodología.

Se recolectaron 16 erizos en Bahía de Banderas, Jalisco. Se identificaron por sus características morfológicas externas y genéticamente amplificando el fragmento COI específico para *phylum Echinodermata*. Se realizó una extracción líquido-líquido con solventes y las fracciones resultantes fueron evaporadas a presión reducida. Posteriormente, se filtraron con membrana de 10 kDa, y el filtrado con una de 5 kDa. Las proteínas obtenidas se analizaron por electroforesis en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE) y se cuantificaron con el método de ácido bicinónico. Finalmente, se realizó un ensayo de citotoxicidad con sulforodamina B utilizando la línea celular CaCo-2 y fibroblastos de pulmón humano (MRC-5). Los datos se ajustaron a un modelo de 4 parámetros y se evaluó la concentración media inhibitoria (IC50).

Resultados.

Los erizos recolectados se identificaron como DM y dieron positivo al fragmento COI (Fig. 1A). Los erizos se agruparon en 4 lotes de 4 especímenes: A, B, C y D. El proceso de extracción y ultrafiltración con corte de 10 kDa (F10) resultó en una concentración promedio de proteína por lote de 567.30 ± 257.39 $\mu\text{g/mL}$. Al analizar las fracciones por SDS-PAGE, se observó que la obtenida a partir de acetato de etilo (ACE) mostraba una banda menor a 15 kDa (FACE, Fig. 1B), por lo que solo éste se empleó para el ensayo de citotoxicidad. Las muestras probadas tuvieron efecto significativo en la viabilidad de CaCo-2 (Fig. 1C-

D), con un IC50 promedio de 75.82 ± 29.50 $\mu\text{g/mL}$. Esto fue menor al encontrado con *Holothuria leucospilota* (IC50 de 112.44 ± 7.92 $\mu\text{g/mL}$) sobre CaCo-2 y mayor al encontrado con *D. setosum* (IC50 de 43.08 ± 5.94 $\mu\text{g/mL}$) sobre células HeLa, siendo ambos extractos de ACE (2,3). Para MRC-5, se observó un IC50 promedio de 224.19 ± 77.43 $\mu\text{g/mL}$.

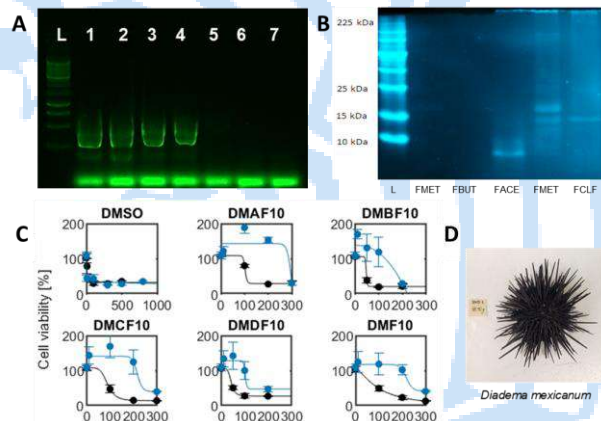


Figura 1. A. Identificación genética de especímenes. B. SDS-PAGE de *Diadema mexicana*. C. Ensayo de citotoxicidad sobre células tumorales de colon (●) y fibroblastos (●) de los extractos ($\mu\text{g/mL}$) peptídicos obtenidos de DM. Muestras probadas DMAF10 a DMDF10, y la mezcla de los 4 lotes DMF10. D. Especimen de DM.

Conclusiones.

Los extractos peptídicos de *Diadema mexicana* presentaron un efecto citotóxico en CaCo-2, y un efecto menor sobre los fibroblastos. Se requieren estudios para identificar los péptidos responsables de dicha actividad citotóxica, así como caracterizar el mecanismo molecular subyacente.

Agradecimiento.

FODECIJAL 7946-2019, COECyTJAL, Jalisco.

Bibliografía.

1. Luparello C, Branni R, Abruscato G, Lazzara V, Sugár S, Arizza V, et al. (2022) J Mar Sci Eng. 10(9):1292. Bibliografía.
2. Abdelkarem FM, Desoky EEK, Nafady AM, Allam AE, Mahdy A, Ashour A, et al. (2022) Nat Prod Res. 16;36(4):1118–22.
3. Mashjoor S, Yousefzadi M, Pishevarzad F. (2019) IJTK Vol182

MICROBIOTA ASOCIADA A *Scyphophorus acupunctatus* CON POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO

Gabriela I. Salazar-Rivera¹, Paulina Piñeyro Cárdenas², Manuel Reinhart Kirchmayr¹, Anne C. Gschaedler Mathis¹, Jhony N. Enríquez Vara¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, CIATEJ A. C. 45019. Zapopan, Jal. México.

²Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 45201. Zapopan, Jal. México. gasalazar_al@ciatej.edu.mx

Palabras clave: bacterias, insectos, potencial biotecnológico

Introducción. *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) es conocido como el picudo del agave (1). Este insecto se considera una de las plagas más importante en cultivos de agave porque provoca pérdidas del 40% (*A. salmiana*) hasta el 70% (*A. tequilana* y *A. cupreata*). También lo encontramos en plantas del género *Dasyliro* y algunos otros cultivos como el nardo (*Polianthes tuberosa* L.), cardón (*Pachycereus pringlei*) y la yuca (*Yucca valida* Brandege) (2). Actualmente se estudia la microbiota asociada a insectos plaga porque las comunidades bacterianas juegan un papel importante en el crecimiento, desarrollo y adaptación ambiental de los hospederos (3). Además, estas comunidades bacterianas son reconocidas como un importante recurso genético para la industria de bioprocesos, principalmente por la alta demanda de nuevas y mejores enzimas. El objetivo de esta investigación es obtener microorganismos con potencial biotecnológico, útiles en el sector agrícola (control biológico), en bioprocesos industriales fermentativos y de biorremediación, como un acercamiento a la ecología microbiana.

Metodología. Colectamos especímenes de cinco poblaciones de picudos del agave provenientes de Guerrero (*A. cupreata*), Michoacán (*A. cupreata*), Jalisco (*A. tequilana*), Tlaxcala (*A. salmiana*) y Oaxaca (*A. angustifolia*) presentes en cultivos de Agave de más de 5 años de edad. Elegimos 30 especímenes (6 por población) y realizamos la extracción del intestino previo a lavados externos del insecto con etanol, cloro 4% y agua destilada estéril. Realizamos diluciones 10⁻³ a 10⁻⁶ y cultivamos en medio LB y agar nutritivo. Identificamos los microorganismos usando Maldi-TOF MS (4). Caracterizamos las cepas morfológicamente y conservamos a -80 °C con glicerol al 20%.

Resultados. Obtuvimos un total de 65 cepas diferentes (fig. 1). La mayor diversidad de bacterias la encontramos en especímenes de Tlaxcala y Guerrero (tabla 1). De las cuales, nueve tienen importancia para el sector agrícola (control biológico): *Citrobacter*

kroseri, *C. amalonaticus*, *Corynebacterium provencense*, *Acinetobacter ursingii*, *Enterococcus phoeniculicola*, *E. mundtii*, *Anthrobacter gandavensis*, *Bacillus thuringiensis*, *B. pumilus* y *Paracoccus yei*. Encontramos seis cepas con potencial en bioprocesos: *Lactococcus lactis*, *Bacillus subtilis*, *B. megaterium*, *Anthrobacter gandavensis*, *Lactobacillus ghanensis* y *Kluyvera ascorbata*. Además de siete cepas con potencial en biorremediación (surfactantes): *Micrococcus luteus*, *Klebsiella variicola*, *Kocuria marina*, *Rhodococcus ruber*, *Citrobacter farmeri*, *Brevundimonas diminuta* y *Bacillus safensis*.



Fig. 1. Ejemplo de microorganismos aislados A) *Kluyvera ascorbata*, B) *Bacillus safensis*, C) *Acinetobacter ursingii*

Tabla 1. Especie de agave, sitio y número de cepas identificadas

<i>A. salmiana</i>	<i>A. cupreata</i>	<i>A. angustifolia</i>	<i>A. tequilana</i>	<i>A. cupreata</i>
Tlax. (15)	Gro. (14)	Oax (13)	Jal (13)	Mich (10)

Conclusiones. Los especímenes colectados en *A. salmiana* presentaron mayor diversidad de microorganismos. Las comunidades bacterianas asociadas a *S. acupunctatus* tienen aplicaciones biotecnológicas en el sector agrícola y de bioprocesos.

Agradecimiento. A César V. Rojas-Gómez, Michel A. Saavedra Lastra, Carlos Nepomuceno Bolaños y Erick Ortega-Sánchez por el apoyo en campo.

Bibliografía.

- Wairing, G. y Smith R. (1986). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79: 334-340.
- Cuervo-Parra J., Prez-Espaa V., Prez A, Morales-Ovando M., Arce-Cervantes O., Aparicio-Burgos J. y Romero-Cortes T. (2019). *Fla. Entomol.* 102(1), 1-9.
- Muthukalingan K., Chinnapandi B., Jeyaraj P., Vimalanathan A. P., Jeyaprakash R., Paramasamy G. (2014). *Asian Pac J Trop Biomed* (Suppl 1) 516-521.
- Han, S., Jeong, YS, Choi, SK (2021). *Microorganisms* 9, 1917.

Estudio de la propagación *in vitro* de *Bacopa procumbens*

Elizabeth Vargas Anaya, Ada María Ríos Cortés, Orlando Zaca Moran, Minerva Rosas Morales, Valentín López Gayou.

Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, CIBA-IPN, Tlaxcala, CP. 90700.
evargasa1800@alumno.ipn.mx, vlopezg@ipn.mx

Palabras clave: Regeneración vegetativa, organogénesis directa, reguladores de crecimiento.

Introducción. *Bacopa procumbens* es una especie perenne mexicana con comprobadas actividades cicatrizante, antimicrobiana y de reducción de nanomateriales, atribuidas a sus compuestos fenólicos y terpénicos (1). El cultivo *in vitro* permite propagar una especie vegetal en condiciones asépticas en condiciones controladas para la obtención de material vegetal sin incurrir en una sobreexplotación de la población silvestre. El presente trabajo tiene como objetivo establecer un protocolo de desinfección superficial de explantes efectivo para la especie y las condiciones del medio para subcultivo.

Metodología. Se utilizaron explantes nodales de 2 semanas de vida de *B. procumbens*. Para determinar el protocolo de desinfección superficial se realizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2², evaluando el tiempo de exposición a una solución de NaClO al 0.78%; 5 y 10 minutos, así como la adición o ausencia de surfactante Tween 20. Finalizado el proceso de desinfección, los explantes se sembraron en frascos con medio basal MS al 50%. A la 4ta semana de cultivo se contabilizó el total de frascos libres de contaminación y oxidación para calcular el porcentaje de éxito de cada tratamiento. Para la propagación de brotes, los explantes se transfirieron a un medio con AIA, se ensayaron dos concentraciones: 0.5 y 1 mg/L teniendo el medio basal MS al 50% como control.

Resultados. El análisis de varianza de los resultados (Tabla 1) indica que el mejor protocolo de desinfección superficial se obtiene por inmersión en una solución de NaClO al 0.78% durante 5 minutos sin la adición de surfactante Tween 20. La exposición a disoluciones para la desinfección superficial de explantes puede generar estrés oxidativo que se manifiesta en el obscurecimiento del explante, dicho efecto puede comprometer la supervivencia de este por lo que, de presentarse, se recomienda disminuir los tiempos de exposición. Por otra parte, el Tween 20 es un surfactante que propicia un mejor contacto con el agente desinfectante y, por tanto, suele aumentar las tasas de éxito (2); sin embargo, en nuestros resultados observamos una alta oxidación desde la primera semana de cultivo al utilizarlo

combinado con el mayor tiempo de exposición, lo que derivó en una alta mortalidad.

Tabla 1 Análisis del número de cultivos exitosos por cada tratamiento de desinfección

Tiempo de exposición al Cloro	Adición de Tween 20	
	Con Tween 20	Sin Tween 20
5 min	4.00 ± 1.00 ab	4.66 ± 0.57 a
10 min	3.33 ± 0.57 ab	2.00 ± 1.0 b

La adición de AIA al medio de subcultivo propició un aumento en la generación de raíces (Figura 1).

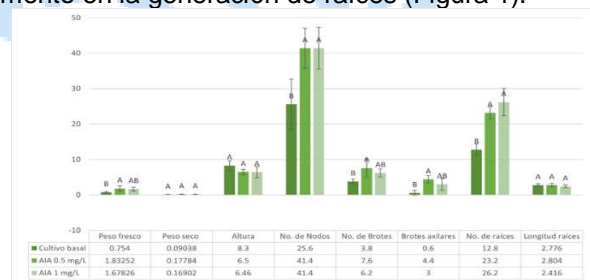


Figura 1 Diferencias fenotípicas entre el cultivo basal y los tratamientos con AIA

También se puede apreciar un aumento significativo en el número de brotes obtenidos al implementar 0.5 mg/L, lo que se ve reflejado en un aumento del peso fresco y seco. Al aumentar la concentración de auxina fue evidente un fenómeno conocido como Necrosis de la Yema Terminal, mismo que promueve la formación de brotes axilares que pueden ejercer la dominancia apical (3). Este fenómeno es multicausal y se recomienda adecuar las concentraciones de calcio, nitrato, micronutriente y fitoreguladores en el medio de cultivo para optimizar el desarrollo de plántulas.

Conclusiones. Se estableció un protocolo de desinfección superficial de explantes sencillo sin recurrir a antibióticos o cloruro de mercurio, así como un aumento en la biomasa producida al adicionar AIA.

Bibliografía. 1. González, M., López, V., Tortoriello, J. Domínguez, B.E., Ríos, A.M., Delgado, R., Hernández, E.E., Blé, E.A., Zamilpa, A. (2019) *Phytochem Lett.* 31:33-38.
2. Pierik, R.L.M. (1997) Sterilization of plant material. En: *In vitro Culture of Higher Plants*. Springer Dordrecht, Alemania, 89-94.
3. Teixeira da Silva, J.A., Nezami, E., Barreal, M.E., Kher, M.M., Wicaksono, A., Gulyas, A., Hidvegi, N., Magyar, K., Mendler, N., Márton, L., Landín, M., Gallego, P.P., Driver, J.A., Dobranszki, J. (2020) *Planta.* 252:47

POTENCIAL DE FRASS DE LARVA DE MOSCA SOLDADO COMO SUSTRATO EN CULTIVO DE JITOMATE SALADETTE

María Xcaret Hernández Aguilar, Juan Fernando García Trejo, Hugo González Lara, Jimena Asereth López Rivas Alonso Ortiz Luviano, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, Campus Amazcala, Carretera a Chichimequillas km 1, Amazcala, El Marqués, Querétaro, México C.P.76265. Correo: fernando.garcia@uaq.mx.

Palabras clave: frass, mosca soldado, jitomate

Introducción. Actualmente, la mayor parte de la tierra fértil del mundo está en uso y las áreas de tierra cultivable están cada vez más degradadas, panorama que complica garantizar la seguridad alimentaria [1]. Por tal motivo, se han buscado nuevas alternativas en cultivos sin suelo, explorando sustratos que favorezcan la salud de la planta, la nutran y no alteren el equilibrio ecológico con su obtención [2]. El frass de Larva de Mosca Soldado Negra (LMSN) presenta características atractivas en el sector agrícola, ya que recientes estudios, han reportado que incrementa el rendimiento y crecimiento de la planta [3]. Además de que facilita la absorción de nutrientes, siendo eficaz en el uso de N y bloqueo de enfermedades en diferentes plantas, como kale, frijol y jitomate [4]. El objetivo de este trabajo fue determinar qué tratamiento y dosis de frass, tiene mayor potencial para ser usado como sustrato de cultivo en jitomate.

Metodología. El experimento fue realizado bajo condiciones de invernadero con temperaturas promedio de 20.4°C y humedad de 72.6%. Instalando los prototipos de sustrato con dimensiones de 1.10m de largo y 0.1m de diámetro (bolis cilíndrico) con capacidad de 8.64 L a las orillas del invernadero. Se incluyeron tres tratamientos con frass: fresco (sin estabilizar), composteado (estabilizado a la intemperie) y vermicomposteado (digerido por *Eisenia foetida*), en cuatro dosis cada uno: T25%, T50%, T75% y T100% (combinados con fibra de coco respectivamente). Además de dos controles: en suelo y bolis de fibra de coco. Considerando tres plantas en cada boli, repitiendo por triplicado. Se les proporcionó riego con solución nutritiva de acuerdo las necesidades de la planta. Las mediciones semanales incluyeron altura, diámetro basal, núm. de racimos y núm. de frutos. Posteriormente se compararon los tratamientos con los datos control, para saber si hay resultados destacables en el crecimiento.

Resultados. Los resultados muestran que la tendencia de crecimiento del tratamiento Vermicomposteado se asemeja al sustrato más comercial, que es la fibra de Coco. En cuestión de

altura final, los tratamientos T75 y T100 de Vermicomposteado midieron 168.84 cm y 214.07 cm respectivamente, dejando atrás a los controles Coco y Suelo con 138.7 y 158.4, respectivamente.

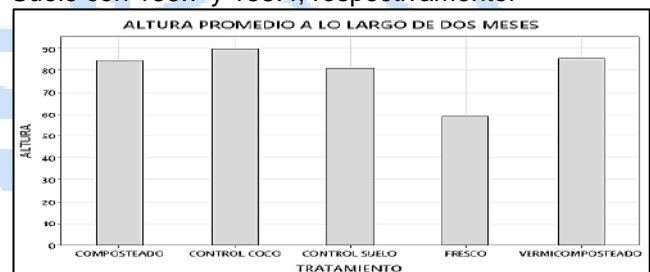


Fig. 1. Comparación promedio de crecimiento longitudinal El T75 de Composteado alcanzó hasta 11 racimos, seguido de Coco y Suelo con 10.66, ambos controles y finalmente el T100 de vermicomposteado con 10.5 racimos

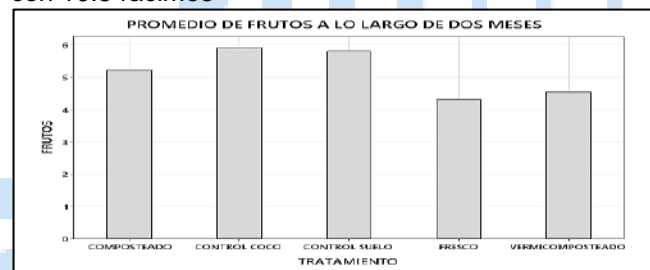


Fig. 2. Comparación promedio de frutos obtenidos por racimo.

Conclusiones. El frass de larva de mosca soldado es eficaz como sustrato agrícola. Usando el 75% y 100% de frass Composteado y Vermicomposteado empata e incluso supera a los tratamientos control en las variables morfológicas analizadas.

Agradecimiento. Al laboratorio de Bioingeniería UAQ-Amazcala

Bibliografía.

- Jankielsohn A. (2018) *Sci. R.* Vol 6 , 62-73
- Beesigamukama D; et. al. (2022) *J. Insects as Food Feed.* Vol (8): 245-254
- Beesigamukama, D; et. al. (2020) *Front. Plant. Sci.* Vol (11)
- Choi, S., y Hassanzadeh, N. (2019) *Can. Sci. Fair J.* Vol. (2).

EXTRACCION DE POLÍMEROS DE LA CUTICULA DE PENCAS DE AGAVES

Reyes-Reyes Mónica¹, Hoyos-Ruiz Erika Anai¹, García-Rojas Daniel Alberto ¹, González-Jiménez Francisco Erik². ¹Procesos Alimentarios, Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca, Magnolias S/N, Villa Sola de Vega, Oaxaca, C.P. 71410, México. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Oriente 6 No. 1009, Rafael Alvarado, Orizaba, Veracruz, C.P. 94340, México.

Franciscogonzalez02@uv.mx

Palabras clave: agave, cutícula, cutina/cutano

Introducción. Los polímeros como celulosa, alginato, goma xantana y quitina son empleadas en diversas industrias, una de ellas es la industria alimentaria. Además de estos polímeros, en tienen cutina (CTA) y el cutano (CTO) presentes en las cutículas en las pencas de los agaves y son los responsables de proporcionar resistencia y protección ante la pérdida de agua de esta planta. Oaxaca es el principal productor de mezcal y una gran parte de la población está inmersa en la cadena agave-mezcal. En la producción de mezcal se desechan las pencas del agave, las cuales representan el 40% de la planta, resultando así un residuo que genera problemas ambientales al no contar con un manejo adecuado de este residuo. El objetivo de este estudio es el extraer los polímeros CTA y CTO de diversas variedades de agave, analizar el rendimiento de extracción para posteriormente emplearlos en la elaboración de empaques biodegradables.

Metodología. Se trabajó con pencas/hojas de 3 variedades de agave: tobalá (*A. potatorum*) (AT), espadín (*A. angustifolia*) (AA) y coyote (*A. americana*) (AC) las cuales fueron proporcionadas por maestros mezcaleros del distrito de Sola de Vega. Esas pencas se caracterizaron químicamente determinando el contenido de humedad, grasa y proteína empleando metodologías establecidas en AOAC. Así mismo se extrajeron los polímeros CTA y CTO de cada una de ellas. La extracción de CTA se llevó a cabo aplicando la metodología propuesta por Vinella y colaboradores (1) empleando hidrólisis enzimática. Para la extracción de CTO se tomó como base la metodología de Deshmukh (2) utilizando diversos solventes (cloroformo, metanol, hidróxido de potasio y ácido acético)

Resultados. En la Tabla 1 se puede observar el resultado del análisis bromatológico de las pencas de AT, AA y AC. El mayor contenido de grasa lo muestran las pencas de AC, presentando diferencias significativas con los contenidos de las otras dos especies (AA y AT).

Tabla 1. Contenido de cenizas, grasa y proteína en pencas de 3 variedades de agave

	AT	AA	AC
Parámetro	g/100 g (bs)		
Cenizas	10.54 ± 0.43	9.35 ± 0.09	11.32 ± 0.65
Grasas	0.83 ± 0.12	0.69 ± 0.07	1.98 ± 0.36
Proteína	2.36 ± 0.67	1.95 ± 0.57	3.25 ± 0.89

bs= base seca. AT= agave tobalá. AA= agave espadín. AC= agave coyote

Los rendimientos de extracción de CTA y CTO estuvieron relacionados al contenido de grasa de las pencas, siendo la variedad AC la que presentó más rendimiento y AA el de menor (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación del rendimiento de extracción de cutina y cutano de pencas de 3 variedades de agave.

Rendimiento de extracción de polímeros
AC > AT > AA

. AT= agave tobalá. AA= agave espadín. AC= agave coyote

Conclusiones. A partir de las pencas de agave, las cuales no son utilizadas en la cadena agave-mezcal, se pueden obtener polímeros los cuales pueden ser aplicables a la generación de empaques biodegradables dirigidos a la industria alimentaria, textil o papelera, entre otras. Con ellos se busca que los subproductos de cadena agave-mezcal obtenga un valor agregado.

Bibliografía.

1. Vinella, J. F., Dominguez, E., & Heredia, A. (2000). *Monitoring Biopolymers Present in Plant Cuticles by FT-IR Spectroscopy*. Journal of Plant Physiology, 156, 419-422
2. Deshmukh, A. P., Simpson, A. J., & Hatcher, P. G. (2003). *Evidence for cross-linking in tomato cutin using HR-MAS NMR spectroscopy*. Phytochemistry, 64(6), 1163-1170

HIDROGEL Y HONGOS ENDÓFITOS DE *T. longibrachiatum*, UNA COMBINACIÓN PARA LA ACLIMATACIÓN EX VITRO DE PLANTAS DE BANANO

Diana Carolina Ramírez-Torres^a, Carmela Hernández-Domínguez^a, Saul Acosta-Dominguillo^b, Delfino Reyes-López^a, Fabiel Vázquez-Cruz^a, Luis Antonio Domínguez Perales^a.

^aFacultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. Universidad S/N, San Juan Acateno, Teziutlán Puebla 73965, México.

^bFacultad de matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas No. 88, Chilpancingo Guerrero 39080, México.

Correspondencia: carmela.hernandezd@correo.buap.mx

Palabras clave: Endofitismo, *Trichoderma longibrachiatum*, hidrogel.

Introducción. En la micropropagación existe la desventaja de adaptación de las plantas en la etapa de trasplante a condiciones *ex vitro* la cual repercute en su mortalidad y producción exitosa (Salgado Pirata *et al.*, 2022), una forma de disminuir esta mortalidad, es promover la resistencia a enfermedades así como estimular el crecimiento de raíz, en este sentido el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto combinado de hidrogel (poliacrilato de potasio) y 3 aislados de hongos endófitos y 7 no endófitos de *Trichoderma longibrachiatum* aplicados al sustrato usado para la aclimatación de plantas de banano, así como la sobrevivencia de conidias en sustrato.

Metodología. El experimento se llevó a cabo en Tlapacoyan y Teziutlán, México. Se utilizaron 3 aislados de origen endófitos y 7 no endófitos de *T. longibrachiatum* y 144 plantas de banano *in vitro*. El sustrato para siembra se preparó de acuerdo a la metodología de Ramírez-Torres *et al.*, (2022) con el cual se prepararon 12 tratamientos a los que se les agregó 0.01 g de hidrogel por cada gramo de mezcla, además de 250 mL de solución de esporas 1×10^5 de cada aislado. Se sembraron 12 plantas inoculadas por tratamiento y se colocaron en invernadero por dos meses. Se evaluó endofitismo de los aislados en raíz, sobrevivencia de esporas en sustrato, longitud de raíz, longitud de la tallo, diámetro de raíz, peso fresco, número de hoja.

Resultados. Endofitismo de aislados de *T. longibrachiatum* en raíz de plantas de banano. Hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P \leq 0.05$), y de acuerdo con la comparación de medias de cuadrados mínimos obtenidos con Kruskal Wallis el tratamiento O III 3 M 3 tuvo mayor endofitismo (55.5%) seguido de V IV 2.1 y O I 3.2 con 44.4%.

Sobrevivencia de esporas de hongos endófitos y en sustrato con hidrogel. Se observó diferencia estadística significativa y el tratamiento con mayor sobrevivencia de conidias fue V IV 2.1, seguido de V IV 3.2 y OI 3.2 de procedencia endófito (Figura 2).

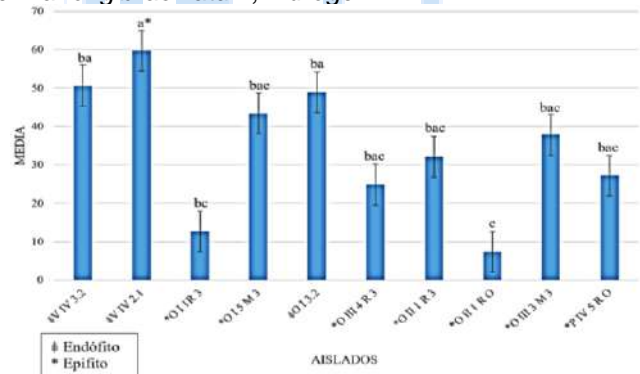


Figura 2. Sobrevivencia de esporas en el sustrato con hidrogel. *Indica diferencia estadística a nivel ($P \leq 0.05$), Tukey; Coeficiente de variación (CV) =22.5.

Los resultados de la correlación de Pearson entre la sobrevivencia y el endofitismo tuvo valor de $r = 0.5$ indicando relación directa, pero débil entre las variables ($r^2 = 0.2$).

Longitud y diámetro de raíz, longitud de planta, peso fresco y número de hojas. Se observó diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) y de acuerdo a la comparación múltiple de medias Tukey el aislado VIV2.1 promovió mayor longitud de raíz, mientras que O I 5 M 3 con hidrogel promovió mayor longitud de planta y O I 1 R 3 con hidrogel promovió mayor peso fresco, sin embargo no se observó diferencia estadística significativa en el diámetro de las plantas por efecto de los tratamientos.

Conclusiones. El efecto combinado de *T. longibrachiatum* con hidrogel tienen un efecto sinergista y pueden promover el crecimiento en longitud de tallo, raíz e incrementar el peso fresco de la planta y proporcionar beneficios en biotización de plantas de banano.

Bibliografía

Ramírez-Torres D. C., Reyes-López, D., Domínguez-Perales, L. A., Orduño-Cruz, N., Grifaldo-Alcántara, P. F., Hernández-Domínguez, C. (2022). *Acta Agr y Pec.* 8: e0081013.
Salgado Pirata, M., Correia, S., Canhoto, J. (2022). *Agronomía*, 12, 1082.

Capacidad antagónica *in vitro* de *Trichoderma* spp. frente a 3 cepas toxigénicas de *Aspergillus* sp

Luis Angel Morales Mora¹, Omar Romero Arenas², Soley Berenice Nava Galicia¹, Martha Bibbins Martínez^{1*}

^{1*}Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), Instituto Politécnico Nacional. Tepetitla de Lardizabal, Tlaxcala, 90700, México, langelmm65@gmail.com

²Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla

Palabras clave: Antagonismo, fitopatógeno, Aflatoxinas

Introducción. El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más importantes a nivel mundial y su cultivo se practica alrededor de todo el mundo. Si embargo su rendimiento se ve afectado en su mayoría sobre la calidad del grano, debido a la infección del fitopatógeno fúngico *Aspergillus flavus*, el cual se destaca por afectar la semilla y por ser considerado uno de los principales hongos productores de micotoxinas (aflatoxinas) las cuales son compuestos altamente tóxicos para humanos. Una de las posibles alternativas sostenibles y amigables con el ambiente para el control de este fitopatógeno es el uso de microorganismos antagónicos, entre los candidatos destacan los hongos pertenecientes al género *Trichoderma*, es por ello que el objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad antagónica de 5 cepas distintas de *Trichoderma* sp., contra 2 cepas de *Aspergillus flavus* y contribuir a la elección de cepas eficientes para el posible control biológico de este tipo de fitopatógenos fúngicos.

Metodología. Los ensayos de antagonismo se hicieron según la metodología de cultivo dual (1) y (2), con modificaciones en el concentrado de esporas de cada organismo evaluado. El análisis del Porcentaje de Inhibición de Crecimiento Micelial (PICM) se hizo en base a la fórmula de $PICM = [(A1-A2) / (A1)] \times 100\%$, (3). Se analizaron 7 cepas (TH3, ASP1, TK11, WT, DyP7, DyP5 y DyP4) de *Trichoderma*, 2 cepas de *Aspergillus flavus* (WT y ATCC). Para definir la capacidad de inhibición de la producción de aflatoxinas de las cepas bajo estudio, se utilizó la cepa de *A. parasiticus* (95-DM) (4).

Resultados. Se obtuvieron diferencias significativas en los PICM entre los distintos tratamientos, los valores promedio más altos se observaron del día 7 al día 10 de la cepa de *T. atroviride* (WT). Además, en los antagonismos destacó la mutante de *T. atroviride* (Dyp) la cual mostró un efecto directo sobre la degradación de aflatoxinas al observarse una disminución de la fluorescencia durante el monitoreo del cultivo dual.

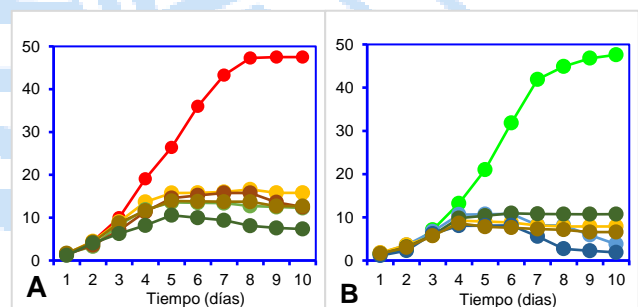


Fig. 1. Cinética de crecimiento (eje y) en cm² de las 2 cepas de *A. flavus* (A) WT y (B) atcc versus las cinéticas de crecimiento observadas durante los ensayos de antagonismo con las distintas cepas de *Trichoderma*. Por diez días (eje x).

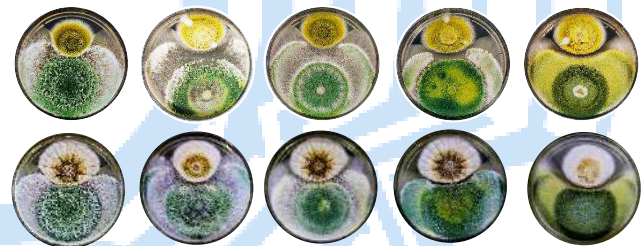


Fig. 2 Ensayos de antagonismo de las distintas cepas de *Trichoderma* sobre *A. flavus* (atcc) (a) y *A. flavus* (WT) en medio de cultivo PDA.

Conclusiones. El porcentaje de inhibición de las distintas cepas de *Trichoderma* sobre las 3 cepas de *Aspergillus* sp, mostró claras diferencias significativas, destacando los valores más altos para aquellas cepas que pueden servir como agentes de control biológico para estos fitopatógenos.

Agradecimientos. Proyecto SIP 20231995, CONACYT, beca 1003924

Bibliografía.

1. Dennis, C & Webster, J. (1971). Transactions of the British Mycological Society, 57(1), 25-IN3.
2. Hoyos, et al. (2019). Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(6), 1259-1272
3. Miguel-Ferrer, et al. (2021). Revista mexicana de fitopatología, 39(2), 228-247.
4. Yabe, et al. (2008). Food Additives and Contaminants, 25(9), 1111-1117.

EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE UN CONSORCIO BACTERIANO CON POTENCIAL BIOFERTILIZANTE EN DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO ALTERNATIVOS

Adriana Rosabel Marín Cortez^{1*}, Rosalinda Mendoza Villarreal¹

¹Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, CP 25315 Saltillo, Coahuila México. *azuriana1717@gmail.com

Palabras clave: Bioestimulante, agrícola, priming

Introducción. La pérdida de suelo arable es preocupante para la subsistencia humana, lo que ha motivado a incrementar los esfuerzos por la sostenibilidad de la agricultura. El uso de medidas alternativas de fertilización y recuperación de suelo puede lograrse a través del uso de biofertilizantes, porque logran mantener la productividad de los cultivos con un bajo impacto ambiental y también ser un sustituto eficaz de los fertilizantes convencionales [1]. Entre las limitantes, esta su aplicación a mayor escala debido a los costos de los insumos. Como menciona Vassilev et al [3], uno de elementos a tener en cuenta para el desarrollo de biofertilizantes es seleccionar y optimizar el medio de cultivo, así como las pruebas de campo de estos formulados.

El objetivo del presente proyecto es evaluar el crecimiento de un consorcio bacteriano en medios de cultivo alternativos, así como su potencial biotecnológico como biofertilizante.

Metodología. El consorcio utilizado (géneros *Pseudomonas sp* y *Azotobacter sp*); se sometió a un proceso experimental en matraces, con tres medios de cultivo; medio Rennie [2] modificado, y dos alternativos: Rennie modificado+Melaza y Melaza. Se trabajó en un volumen de 100mL, con agitación orbital de 120rpm y temperatura de incubación de 30°C. Para obtener las cinéticas se realizó la cuantificación de la biomasa mediante densidad óptica (turbidez) a 600nm. Posteriormente, se realizó un proceso de priming de semillas de espinaca durante 24h, donde se utilizó una concentración de 6 mL L⁻¹ en cuatro tratamientos (Rennie, rennie+melaza, melaza y tratamiento comercial), así como un testigo de agua destilada. Después se procedió a incubar las semillas en "tacos" de papel estraza a 27°C durante quince días.

Resultados. Los resultados de las cinéticas de crecimiento (**Fig 1**) del consorcio obtenidos mediante su cultivo en diferentes medios alternativos; demuestran que la cantidad de biomasa (biofertilizante) es mayor cuando se cultiva el medio es añadido con melaza.

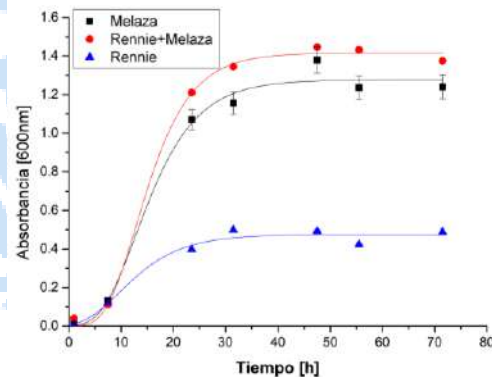


Fig 1. Cinéticas de crecimiento del consorcio bacteriano, en tres diferentes medios de cultivo.

En los resultados obtenidos del proceso de priming y su efecto en la germinación (**Tabla 1**), se puede concluir que en los tratamientos con el biofertilizante evaluado se tiene una tendencia a favorecer la germinación en comparación al control, destacando el biofertilizante con medio Rennie y Rennie+Melaza.

Tabla 1. Porcentaje de germinación de semillas de espinaca obtenido después del priming con biofertilizante.

Porcentaje de germinación	Tratamiento			
	Testigo	Rennie	Rennie+Melaza	Melaza Comercial
	58.33%	63.33%	63.33%	38.33%

Conclusiones. Los anteriores resultados son de importancia para realizar formulados de biofertilizantes que sean compatibles con el crecimiento del microorganismo y con su uso como bioestimulante de la germinación de especies agrícolas.

Agradecimiento. A la UAAAN por su financiamiento del proyecto 30-38111-425102001-2922.

Bibliografía.

- Nosheen, S., Ajmal, I., & Song, Y. (2021). Sustainability, 13(4), 1868. doi:10.3390/su13041868
- Rennie, R. J. (1981). Canadian Journal of Microbiology, 27(1), 8–14. doi:10.1139/m81-002
- Vassilev, N., Vassileva, M., Lopez, A., Martos, V., Reyes, A., Maksimovic, I., Malusà, E. (2015). Applied Microbiology and Biotechnology, 99(12), 4983–4996. doi:10.1007/s00253-015-6656-4

DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE NUTRIENTES EN OVINOS ALIMENTADOS CON DIETAS FORMULADAS INCLUYENDO CONTENIDO RUMINAL BOVINO

Adrián Muñoz Cuautle¹, María Esther Ortega Cerrilla², Jorge Hernández Bautista³, Jesús Jácome Rincón⁴, Pedro Zetina Córdoba⁴. ¹Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 29060. ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, 56264. ³Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Oaxaca, 68120. ⁴Universidad Politécnica de Huatusco, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Huatusco, Veracruz, 94116.
mtro.pedro.zetina17@uphuatusco.edu.mx.

Palabras clave: rumen, fermentación ruminal, subproducto agroindustrial

Introducción. El contenido ruminal es el producto obtenido en el proceso de sacrificio de rumiantes, representado por el alimento ingerido y que es desechado al momento del sacrificio, lo cual representa un grave contaminante ambiental por las toneladas producidas y desperdiciadas en la mayoría de los mataderos de países en desarrollo (1). El contenido ruminal bovino se ha incorporado en las dietas del ganado, y no tiene efectos adversos en los animales siempre que se mantengan los cuidados para la formulación de alimentos balanceados que cumplan con los requerimientos nutricionales (2). Es una mezcla de material no digerido con la consistencia de una papilla, de color amarillo verdoso, y contiene una gran cantidad de microbiota, así como también productos de la fermentación ruminal.

El objetivo fue evaluar la digestibilidad *in vivo* de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácida, al incluir 0, 15, 30 y 45% de contenido ruminal bovino en la dieta para ovinos.

Metodología. Después de un periodo de engorda de 60 días, se seleccionaron 5 ovinos machos por tratamiento (0, 15, 30 y 45% de inclusión de contenido ruminal bovino), cruza Dorper y Katahdin con edad y peso promedio de 120 días y 39.5 ± 1.20 kg, con bolsas recolectoras de heces, fueron alojados en jaulas individuales. El consumo de alimento *ad libitum* se ajustó al 90% y durante 8 días se recolectaron las heces, al final se mezclaron y se tomaron muestras individuales de 10% del total; y conservadas a -4°C. Se analizó el contenido de materia seca, materia orgánica, y proteína cruda (3); fibra detergente neutro y fibra detergente ácido (4). La determinación de la digestibilidad *in vivo* se realizó con la fórmula [(nutriente consumido – nutriente en heces/nutriente consumido) x 100] (5).

Se realizó un análisis de varianza con PROC GLM (SAS, 2000) y prueba de medias por Tukey.

Resultados. La digestibilidad *in vivo* de materia seca, materia orgánica y proteína cruda no fueron afectados ($P > 0.05$) por la inclusión de 15, 30 y 45% de contenido ruminal bovino en la dieta; el comportamiento del testigo (sin contenido ruminal bovino), fue similar ($P > 0.05$) a los tratamientos que incluían contenido ruminal bovino. De manera similar, la fibra detergente neutro y fibra detergente ácido, en todos los tratamientos, la digestibilidad *in vivo* no fue afectada ($P > 0.05$).

Tabla 1. Digestibilidad *in vivo* de nutrientes en ovinos alimentados con diferentes niveles de contenido ruminal bovino en la dieta

Variables	Contenido ruminal bovino (%)				EEM
	0	15	30	45	
Materia seca	76.01	75.32	74.40	74.72	0.80
Materia orgánica	73.35	77.38	74.25	79.78	0.33
Proteína cruda	66.05	71.82	68.57	66.71	0.57
FDN	64.06	64.22	59.97	62.37	0.30
FDA	57.21	54.39	54.64	51.82	0.42

^{abc}Valores con letras diferentes en la misma línea, son significativamente diferentes ($P < 0.05$). EEM: error estándar de la media.

Conclusiones. La inclusión de hasta 45% de contenido ruminal bovino en la dieta para ovinos no afecta la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutra y ácida.

Agradecimiento. Al Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo por el financiamiento.

Bibliografía.

- Alao BO, Falowo AB, Chulayo A, Muchenje V. (2017). *Sustainability*. 96(7):1089.
- Olafadehan OA, Okunade SA, Njidda AA. (2014). *Trop Anim Health Prod*. 46(6):939–945
- AOAC. (2000). Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. 15th edition.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. (1991) *J. Dairy Sci*. 74:3583-3597.
- Harris LE. (1970). Nutrition Research Techniques for domestic and wild animals. UTAH, USA.

CRECIMIENTO DE RAICES TRANSFORMADAS DE *Stevia rebaudiana* EN BIORREACTOR DE TANQUE AGITADO

Edgar García López^{1,2*}, Eduardo Anaya Esteban¹, Ariana Arlene Huerta Heredia^{1,2}, ¹Universidad del Papaloapan (División de Estudios de Posgrado), ²IxM CONACYT-UNPA. Tuxtepec, Oaxaca. México. CP. 68301. * egarcia@unpa.edu.mx

Palabras clave: Stevia rebaudiana, transformación genética, bioproceso.

Introducción. *Stevia rebaudiana* es una planta que ha sido objeto de estudio debido a su capacidad de acumular glucósidos de esteviol (GE). En la Universidad del Papaloapan, se establecieron cultivos de raíces transformadas de *S. rebaudiana* mediante el uso de *Agrobacterium rhizogenes*. Se documentó que estos cultivos transformados acumularon más GE que los cultivos no transformados cultivados en matraz. Por lo tanto, el objetivo en este trabajo fue evaluar el efecto del crecimiento en biorreactor de tanque agitado modificado, con densidad de inóculo 1% p/v y velocidad de aireación de 1 vvm, sobre la biomasa (BM) de un cultivo de raíces transformadas y el pH del medio de cultivo.

Metodología. El biorreactor fue llenado hasta el volumen de operación (2.5 L) con medio MS (Murashige & Skoog 1962) a la mitad de sales, pH 5.8 y preparado con una canastilla de acero inoxidable, de diseño propio, antes de ser esterilizado en autoclave en condiciones estándares, 15 min a 121°C de temperatura y 120 libras de presión. Para comenzar las cinéticas se utilizaron segmentos meristemáticos de raíces transformadas para inocular el biorreactor con 1% p/v de biomasa fresca y el biorreactor se mantuvo a 25±2°C con fotoperiodo 16h luz/8 h oscuridad, agitación mecánica de 200 rpm y aeración de 1 vvm de aire esterilizado. Las cinéticas se siguieron por 20 días con muestreo al final del experimento. Se registró el peso fresco de la totalidad de la biomasa final e inicial, el consumo de sacarosa (Dubois et al. 1956) y el pH final del medio de cultivo.

Resultados. Después del periodo de crecimiento, se observó elongación de los meristemos y ramificación general del tejido sobre la superficie de la canastilla interna (Fig. 1A), además se mantuvo la capacidad fotosintética evidenciada por la coloración verde (Fig. 1B). Estas características de crecimiento coinciden con las reportadas para raíces transformadas de *Stevia* (Calderón et al. 2018). La biomasa final fue de 57.7 ± 3.6 g de peso fresco, la biomasa inicial de 24.2 g ± 1.2 g y el índice de crecimiento (IC) fue de 3.36 ± 0.28. El pH cayó 5.8 ± 0.1 a 3.7 ± 0.1, debido a la producción de ácidos orgánicos del consumo a partir de la fuente de

carbono. El IC de este cultivo fue 9.6 veces superior a lo reportado por Ramírez et al. (2019) usando raíces transformadas de *S. rebaudiana* en biorreactores *airlift* con el mismo porcentaje de inóculo. El consumo de sacarosa (6.5 g/L residual) fue superior al observado por Ramírez con 12.09 g/L de sacarosa residual.

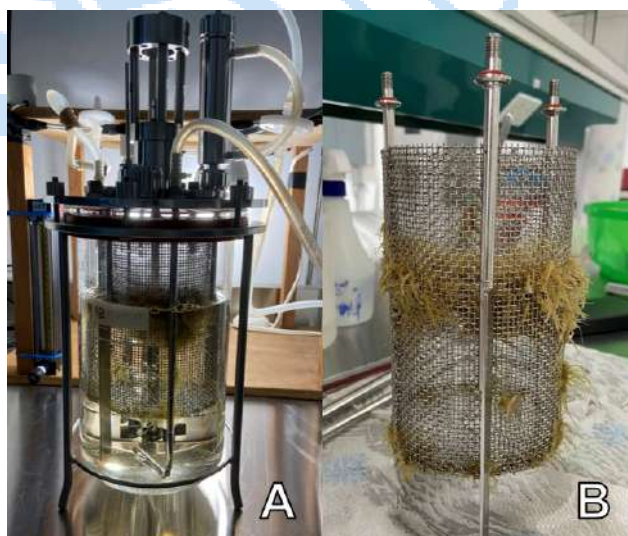


Fig. 1. A) Raíces transformadas en el biorreactor tras 15 días de crecimiento. B) Biomasa cosechada tras 20 días de crecimiento.

Conclusiones. Las condiciones de crecimiento en biorreactor de tanque agitado mejoran la acumulación de biomasa y consumo de fuente de carbono de un cultivo de raíces transformadas de *S. rebaudiana*.

Agradecimiento. Proyecto 3212 Cátedra-CONACyT (N° 183958).

Bibliografía.

- Calderón G., L., Jiménez B., A., Huerta H., A. A., Capataz T., J., & García L., E. (2016). Mexican Journal of Biotechnology, 1(1), 34-41.
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. T., & Smith, F. (1956). Analytical chemistry, 28, 350-356.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). Physiologia plantarum, 15(3), 473-497.
- Ramírez, M. ER. (2019). Evaluación del crecimiento de raíces transformadas de *Stevia rebaudiana* en biorreactor *airlift* y su efecto en la acumulación de metabolitos secundarios. Maestría en biotecnología. Universidad del Papaloapan.

EFFECTO DEL MEDIO DE CULTIVO EN LA SOBREVIVENCIA DE ANTERAS DE FRAMBUESA (*Rubus idaeus* L.)

León Hernando Gómez Vargas, Ma. del Carmen Rocha Granados. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Uruapan, Mich., C.P. 60170. Correo: carmen.rocha@umich.mx

Palabras clave: androgénesis, genotipo, frambuesa

Introducción. México es el quinto país productor de frambuesa (*Rubus idaeus* L.). Las variedades de frambuesa más utilizadas para cultivo se generaron mediante las técnicas tradicionales de cruzamiento y selección; sin embargo, debido a la naturaleza perene y su baja diversidad genética los programas de mejoramiento y generación de nuevos cultivares de frambuesa son limitados (Hall *et al.*, 2009). La biotecnología aporta herramientas para lograr el mejoramiento genético de manera rápida y dirigida (Gutiérrez *et al.*, 2003), una de estas técnicas es la androgénesis o cultivo de anteras.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del medio de cultivo sobre la oxidación de las anteras de frambuesa.

Metodología. Anteras de cuatro cultivares de frambuesa (UM-702, AD-1, V-74 y Joan J), fueron colocados en dos medios de cultivo diferentes: Gamborg (B5) y Nitsch and Nitsch (NN) suplementados con 2,4-D a 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, y 1.0 mg L⁻¹, solo o combinado con 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1 mg L⁻¹ de ANA.

Resultados. El mejor estado de desarrollo del polen es cuando presentan microsporas uninucleadas (Fig.1)

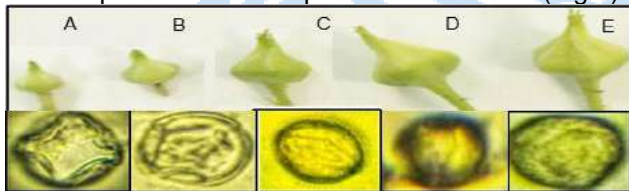


Fig. 1. Estados de desarrollo del polen en frambuesa. A) microsporamedia (2mm); B) microspora vacuolada (3mm); C) microspora uninucleada (4mm); D)polen medio (7mm); E) polen maduro (8mm).

Cuadro 1. Efecto del medio B5 en la sobrevivencia de anteras de frambuesa, genotipos AD-1, Joan J, UM-702 y V-74.

Variable	Variedad	Media	Cuadrado de la media		CV	R ²
			Tratamiento	Error		
Sobrevivencia (B5)	AD-1	89.89	4563.63 ^{NS}	5733.33	17.99	0.44
	Joan J	83.83	15296.96 ^{**}	9666.66	25.06	0.61
	UMC-702	33.33	30133.33 ^{**}	10400	65.22	0.74
	V-74	42.42	22606.06 ^{NS}	32000	89.89	0.41

Cuadro 2. Efecto el medio de cultivo NN en la sobrevivencia de anteras de frambuesa, genotipos AD-1, Joan J, UM-702 y V-74..

Variable	Variedad	Media	Cuadrado de la media		CV	R ²
			Tratamiento	Error		
Sobrevivencia (B5)	AD-1	89.89	4563.63 ^{NS}	5733.33	17.99	0.44
	Joan J	83.83	15296.96 ^{**}	9666.66	25.06	0.61
	UMC-702	33.33	30133.33 ^{**}	10400	65.22	0.74
	V-74	42.42	22606.06 ^{NS}	32000	89.89	0.41

El mayor porcentaje de sobrevivencia fue observado en el medio de cultivo B5 siendo el genotipo AD-1 el que presentó la mejor respuesta (89%), mientras que el genotipo UM-72 fue el de menor respuesta (33%) (Cuadro 2). El medio NN no tuvo un gran efecto en la sobrevivencia de las anteras (Cuadro2).

Conclusiones. Debes ser preciso al escribir tus conclusiones a partir de los resultados obtenid el de mayor pocentaje (89 %), y el genotipo UM-702 el de menor porcentaje (33 %) (Cuadros 1). El medio NN no favorece tan significativamente la sobrevivencia (Cuadro 2).

Conclusión. El tipo de medio de cultivo, así como el genotipo utilizado en el cultivo de anteras de frambuesa, es fundamental en la sobrevivencias de las mismas

Agradecimientos. A la Coordinación de la Investigación Científica (CIC) de la UMSNH por el apoyo financiero otorgado a este proyecto.

Bibliografía.

- Gutiérrez, M. A.; Santacruz, R. F.; Cabrera, P. J. L. y Rodríguez, G. B. 2003. Mejoramiento genético vegetal *in vitro*. *Revista Digital Científica y Tecnológica e- Gnosis* 1(4): 0-19.
- Hall, H. K.; Hummer, K. E.; Jamieson, A. R.; Jennings, S. N. y Weber, C. A. 2009. Raspberry breeding and genetics. *Plant Breeding Review*. 32: 44-62.

CULTURE MEDIUM ALTERNATIVES FOR *SPIRULINA PLATENSIS*: A PROCESS INTEGRATION OF A THIRD GENERATION BIOREFINERY

Cabello-Galindo, A.^{1*}, Rodríguez-Jasso, R.M.^{1**}, Belmares Cerda, R.¹, Govea Salas, M.¹, Colla, L.M.², Ruiz, H.¹,

¹Biorefinery Group, Food Research Department, School of Chemistry, Autonomous University of Coahuila, Saltillo, Coahuila 25280, Mexico.

²Graduate Program in Food Science and Technology, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Brazil.

*Presenting author: *alejandracabello@uadec.edu.mx **rodriguezjasso@uadec.edu.mx

Palabras clave: Third-generation biorefinery, Blue-biotechnology, Microalgal biomass.

Introduction. In recent decades, the global demand for food and energy has increased significantly, leading to the search for sustainable and efficient solutions to meet these needs. Microalgae have been identified as a potential source of food, biofuels, and chemicals due to their high productivity and ability to grow under extreme conditions[1]. However, using conventional culture media for microalgae growth is costly and may limit their large-scale application. Therefore, it is essential to search for alternative culture media that are sustainable, cost-effective, and capable of promoting microalgae growth [2-3].

This work aimed to evaluate the process integration of a biorefinery for *Spirulina platensis* cultivation using hydrolysates rich in sugars from hydrothermal processing of macroalgal biomass - *Sargassum* sp.

Methodology. This work used the liquid (hydrolysates) from two hydrothermal processing of *Sargassum* sp., 190°C/50 min, and 150°C/30 min [4]. Nine treatments were grouped into three groups (Table 1). Each treatment was inoculated with *S. platensis* at 15% (v/v). Kinetics were performed by sampling every 3 days for 24 days.

Table 1. Configuration of treatments using various concentrations of hydrothermal treatment liquid hydrolysates (HTLH)

190°C/50 min (with 0.7 g/L NaNO ₃ addition)		190°C/50 min		150°C/30 min	
Treatment	HTLH (%)	Treatment	HTLH (%)	Treatment	HTLH (%)
1	5	4	5	7	5
2	10	5	10	8	10
3	15	6	15	9	15

Results. The treatment with the highest biomass production yield (1.94 g/L) was 5% HTLH (190°C/50 min) with nitrogen addition, followed by a similar treatment but without additional nitrogen source with a production yield of 1.23 g/L, and in third place was the treatment using 10% HTLH 150°C/30 min with a

production yield of 1.09 g/L. This may be related to the fact that as the treatment intensity increases, the sargassum macroalgae's cell wall is hydrolyzed more effectively, releasing compounds that can serve as nutrients for the growth of *spirulina platensis*.

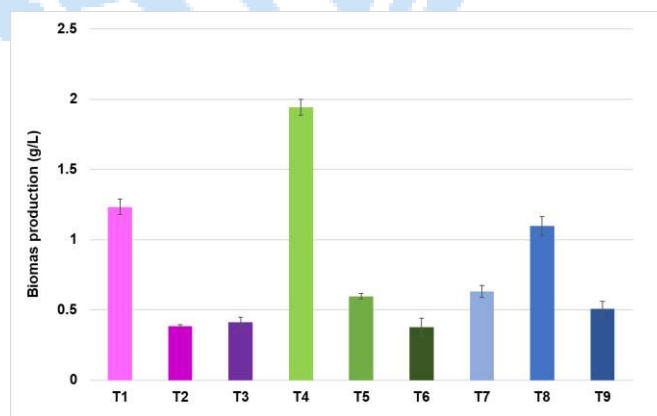


Fig. 1. Table of maximum biomass production obtained with each treatment (T).

Conclusions. It was found that the treatment with the highest biomass production yields was the 5% of hydrolysates from hydrothermal treatment (190°C/50 min) with the addition of NaNO₃ and could be considered an alternative culture medium for microalgal biomass production.

Acknowledgment. to CONACYT for the Ph.D. scholarship awarded for developing this research (CVU 711463).

Bibliografía.

1. Yin, Z., Zhu, L., Li, S., Hu, T., Chu, R., Mo, F., ... & Li, B. (2020). *Bioresour. Technol.* 301, 122804.
2. Ragaza, J. A., Hossain, M. S., Meiler, K. A., Velasquez, S. F., & Kumar, V. (2020). *REV AQUACULT*, 12(4), 2371-2395.
3. Markou, G., Diamantis, A., Arapoglou, D., Mitrogiannis, D., González-Fernández, C., & Unc, A. (2021). *Biochem. Eng. J.*, 165, 107815.
4. González-Gloria, K. D., Rodríguez-Jasso, R. M., Rosero-Chasoy, G., Kostas, E. T., Aparicio, E., Sanchez, A., ... & Ruiz, H. A. (2023). *Bioresour. Technol.*, 369, 128448.

Tratamiento electroquímico de un cocultivo alga-bacteria para mejorar la producción de compuestos promotores de crecimiento vegetal

Isaias De la sancha Sierra^{1*}, Nancy Velasco Álvarez¹, Francisco J. Figueroa Martínez², Tania L. Volke Sepúlveda¹

¹Departamento de Biotecnología, ²Cátedra CONACyT - Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. i.dlsancha@gmail.com

Palabras clave: Cocultivo alga-bacteria, tratamiento electroquímico, bioensayos

Introducción. La gran mayoría de plantas terrestres está asociada con diversos microorganismos que estimulan su crecimiento mediante mecanismos como la producción de compuestos promotores del crecimiento vegetal (CPCV), como el ácido indol-3-acético, AIA (1). Además de su estrecha relación con las plantas, estos microorganismos también se relacionan entre sí. Estas relaciones se pueden reproducir en condiciones de laboratorio con el fin de mejorar la producción de CPCV. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un tratamiento electroquímico (TE) sobre un cocultivo formado por el alga *Coccomyxa* sp. y la bacteria *Methylobacterium oryzae* durante la producción de CPCV.

Metodología. Se analizaron 6 tratamientos (x3): Monocultivos (1×10^6 UFC o células/mL) de (i) *Coccomyxa* sp. y (ii) *M. oryzae* sin y con TE (iii, iv) y cocultivos (5×10^5 UFC o células/mL de cada microorganismo) sin y con TE (v, vi) en medio Murashige-Skoog (MS) suplementado con triptófano (500 mg/L) y sacarosa (5g/L en monocultivos y 1.5 g/L en cocultivos) incubados por 21 días a 28°C y un fotoperiodo de 12 h. El TE aplicado en las células microbianas usadas de inóculo fue de 15 mA por 24 h. La biomasa de cada organismo se cuantificó mediante espectrofotometría (600nm) y con el medio sin biomasa (3500 rpm, 15 min) se cuantificó el AIA (2) y su efecto sobre la germinación (relación peso-longitud) de semillas de rábano (10 semillas/tratamiento, 7 días de incubación).

Resultados. El rendimiento celular ($Y_{X/S}$) de ambos organismos fue más de 2 veces mayor en el cocultivo contra los monocultivos (Fig. 1). Esto puede atribuirse al intercambio de metabolitos entre el alga y la bacteria, como algunos nutrientes, CPCV, vitaminas y compuestos nitrogenados (3). El TE no modificó significativamente la producción de biomasa ni el rendimiento celular. Por otra parte, todos los tratamientos mejoraron la relación P-L en raíces de rábano con respecto a los controles. El medio de *M. oryzae* con TE aumentó la relación hasta 3.2 veces (Fig. 2). Esto sugiere una mayor producción de AIA por *M. oryzae* y los cocultivos, la cual fue mejorada por el TE. El monocultivo de *Coccomyxa* sp. también mejoró la relación P-L, lo que indica que el alga también produce algún CPCV que no fue analizado.

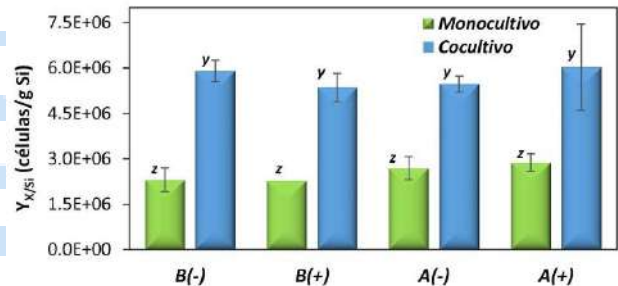


Fig. 1. Rendimiento celular con respecto al sustrato inicial ($Y_{X/S}$) para *M. oryzae* (B) y *Coccomyxa* sp. (A) con (+) o sin (-) TE. (n=3, P<0.001).

Se considera que varios miembros del género *Methylobacterium* tienen características PCV debido a la producción de auxinas (AIA) y citoquininas (CKs) (3). De hecho, se ha reportado el aumento en la producción de CKs por *M. oryzae* en tejidos vegetales (4).

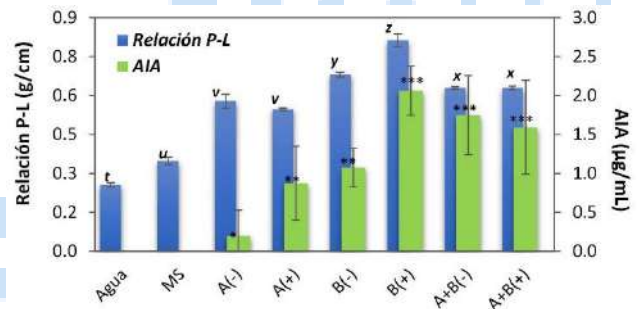


Fig. 2. Relación P-L de raíces de rábano y producción de AIA en medios (21 días) de monocultivos (A y B) y cocultivos (A+B), con (+) y sin (-) TE. MS: medio MS. (n=3, P<0.001).

Conclusiones. El cocultivo estudiado, así como la aplicación de un TE mejora la producción de CPCV y la eficiencia de conversión de sacarosa a biomasa. Los resultados evidencian el potencial biotecnológico de la asociación simbiótica entre una microalga y una bacteria benéfica para las plantas.

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado por el CONACyT (proyecto 358005).

Bibliografía

1. Leveau J. Lindows S. (2005) *AEM*. 71: 2365-2371
2. Glickmann E. Dessaux Y. (1995) *AEM* 61: 793-796
3. Krug L, Morauf C, Donat C, et al. (2020) *Front. Microbiol.* 11:427.
4. Palberg D. Kisiala A. Lemes G., Neil R. J. (2022) *BMCM* 22: 1-17

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS OBTENIDOS DE LA BIOCONVERSIÓN DE LA BIOMASA RESIDUAL DEL *Agave Lechuguilla* POR *Yarrowia lipolytica* P01A.

Christian Hernández-Guzmán^a, Sergio Huerta-Ochoa^b, Leopoldo Javier Ríos-González^c, Miguel Medina Morales^c, Claudio Humberto Mejía Ruíz^a, AnaGisela Reyes-Alvarado^a.

^aCentro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Programa de Agricultura en Zonas Áridas, La Paz, BCS., C.P. 23205. ^bUniversidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, CDMX., C.P.09340, ^cUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, COAH., C.P. 25280
agalvarado@cibnor.mx; sho@xanum.uam.mx

Palabras clave: guishe, saponinas,

Introducción. La venta de *ixtle* representa un ingreso económico para los talladores del *Agave lechuguilla*, pero la generación del residuo (*guishe*) es un problema de contaminación. Regularmente, el *guishe* era utilizado en las comunidades rurales como detergente para el lavado de ropa y utensilios de cocina (1). Se ha reportado que este residuo contiene saponinas. Estos compuestos pueden utilizarse para valorizar al *guishe* debido a sus diferentes actividades biológicas, como actividad antioxidante, antiinflamatoria y antifúngica (2). Y para incrementar y promover su acumulación es posible establecer procesos de bioconversión, utilizando células completas como biocatalizadores para modificar químicamente diferentes precursores (3).

El objetivo de este estudio es evaluar la actividad antifúngica de extractos provenientes del proceso de bioconversión de la biomasa residual del *Agave lechuguilla* por *Yarrowia lipolytica* P01A.

Metodología. El proceso de bioconversión se llevó a cabo en Caldo Dextrosa Sabouraud en matraces Erlenmeyer de 250 mL con 100 mL de medio (pH 5.5), inoculando 1×10^6 células mL⁻¹ de *Yarrowia lipolytica* P01A, posteriormente se agregaron las concentraciones iniciales de biomasa residual (jugo de *guishe*), los cuales fueron 10 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, 30 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹ y 50 mg L⁻¹. La determinación de la actividad antifúngica se realizó estimando el área de crecimiento radial de la cepa *Botrytis* para todos los extractos provenientes del proceso de bioconversión del jugo de *guishe*.

Resultados. Los resultados de la tabla 1 presenta la inhibición del crecimiento de *Botrytis* causado por los diferentes extractos de bioconversión, correspondientes a las concentraciones iniciales de jugo de *guishe* de 10 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, 30 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹ y 50 mg L⁻¹. Del análisis de los tratamientos se deduce que existe control del crecimiento y la formación del micelio, de igual manera se logra inhibir

parcialmente la esporulación en comparación con el control, el cual fue la colonia fúngica en medio sin extractos de bioconversión. Todos los tratamientos, en especial la concentración de 30 mg L⁻¹ presentaron inhibición en la formación del micelio ya que hasta el día 6, se aprecia un menor crecimiento radial de *Botrytis*.

Tabla 1. Inhibición del crecimiento de *Botrytis* en co-cultivo con extractos de bioconversión del jugo de *guishe*.

	Día 1	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10
Bianco						
<i>Botrytis</i>						
10 mg/L						
20 mg/L						
30 mg/L						
40 mg/L						
50 mg/L						

Conclusiones. Fue evaluada la capacidad antifúngica de extractos obtenidos de la bioconversión de jugo de *guishe* por *Yarrowia lipolytica* P01A, en contra de la cepa de *Botrytis*, presentando menor crecimiento radial del fungo en el día 6 en comparación con el control.

Agradecimiento. Al CONACyT por financiamiento y beca de Estancia Posdoctoral. Y a los proyectos 322622 y PN-2017-7332

Bibliografía.

1. Reyes-Agüero, J. A., Aguirre Rivera, J. R., Peña Valdivia, C. B. (2000) *Bol. Soc. Bot. México*. 67, 75-88.
2. Just, M., Giner, R., Billa, A., Recio, M., Máñez, S., Ríos, J.-L., Cuéllar, M. (2007) *Planta Med.* 64(05), 404-407.
3. Cheng, P., Gui, C., Huang, J., Xia, Y., Fang, Y., Da, G., Zhang, X., (2017) *Oncol. Lett.* 14, 2691-2698.

CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA Y CINÉTICA DE LA QUITINASA DEL FRUTO DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) VARIEDAD MARADOL

Acilegna Janette Castillo-Sánchez¹, José Juan Virgen-Ortiz², Juan Alberto Osuna-Castro³
¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima, Coquimatlán, Colima, C.P. 28400,
²CONACYT - Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. - CIDAM, Morelia, Michoacán, C.P. 58341, ³Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, Tecomán, Colima, C.P. 28100. acilegnajcs@ucol.mx

Palabras clave: quitinasa, Michaelis-Menten, 4-nitrofenil-N-acetilglucosamina

Introducción. Las quitinasas son inhibidoras del crecimiento de hongos fitopatógenos, al hidrolizar los enlaces glicosídicos β -(1,4) del N-acetilglucosamina de la quitina, además de producir quitooligosacáridos (COS), que tienen aplicaciones en la agricultura, industria y la salud humana. Sin embargo, se recurre a métodos químicos para la obtención de COS así como para el control de enfermedades causadas por hongos. El uso de quitinasas puede ser una alternativa ambientalmente amigable a los métodos químicos tradicionales. El propósito de este trabajo es purificar la quitinasa de frutos de papaya Maradol y estudiar sus características bioquímicas y cinéticas, para profundizar en el conocimiento de su función, que permita plantear estrategias para la producción de COS y sugerir a dicha enzima como agente de control biológico de patógenos fúngicos de plantas de interés agroalimentario.

Metodología. La extracción y precipitación se realizó a partir de un fruto maduro libre de patógenos y se purificó la enzima mediante cromatografía CM-Sepharose (1). La pureza y peso molecular (PM) se visualizaron por movilidad relativa en geles SDS-PAGE (2) mientras que, para determinar la presencia de glicosilaciones se utilizó reactivo de Schiff (3). Se calculó la velocidad de reacción específica (V_o) por un método colorimétrico usando 4-nitrofenil-N-acetilglucosamina (pNF-GlcNAc) como sustrato; con el que también se determinó la temperatura óptima (T_o) y pH óptimo (pH_o) de reacción, el efecto de iones y la cinética enzimática, la cual fue evaluada a distintas temperaturas y concentraciones de sustrato con la ecuación de Michaelis-Menten.

Resultados. Se obtuvo la quitinasa pura con 2 bandas de PMs de ~29.42 y 25.81 kDa en SDS-PAGE (Fig. 1a), no presentó glicosilaciones (Fig. 1b) y tuvo una T_o de 52°C con V_o de 0.83 $\mu\text{mol pNF/mg. min}$ (100%), mientras que el pH_o fue de 4 con V_o de 0.88 $\mu\text{mol pNF/ mg. min}$ a 52°C. Se encontró que el Hg^{2+} inhibe completamente la actividad enzimática, mientras que Cu^{2+} provoca una disminución del 75%.

Los mejores parámetros cinéticos ($V_{\text{máx}}$, K_{cat} y eficiencia catalítica) se presentaron a la T_o (Tabla 1).

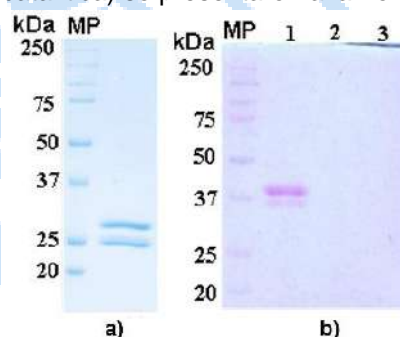


Fig. 1. a) Quitinasa pura, MP: Marcador de peso molecular en kDa b) Gel de glicoproteínas; 1: control positivo; 2: control negativo; 3: quitinasa pura.

Tabla 1. Efecto de la temperatura sobre los parámetros cinéticos usando la ecuación de Michaelis-Menten.

T (°C)	Km (mM)	Vmax ($\mu\text{M mg}^{-1} \text{min}^{-1}$)	Kcat (s^{-1})	Kcat/Km ($\text{mM}^{-1} \text{s}^{-1}$)
34	0.62 ± 0.09	1.47 ± 0.04	3.9	6.22
40	3.22 ± 0.41	3.32 ± 0.15	8.7	2.70
46	3.54 ± 0.38	5.76 ± 0.22	15.1	4.26
52	3.49 ± 0.32	9.78 ± 0.34	25.6	7.34

Conclusiones. Se purificó en un solo paso una quitinasa nativa clase IV no glicosilada con dos monómeros, con condiciones óptimas de 52°C y pH 4; presentó comportamiento cinético Michaelis-Menten y es la primera quitinasa que se caracteriza bioquímica y cinéticamente empleando el sustrato pNF-GlcNAc.

Agradecimiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico (782796) para la realización de este proyecto.

Bibliografía.

Ali, Z. M., Ng, S., Othman, R. y Lazan H. (1998). *Physiologia Plantarum*, 104, 105-115.
 Laemmli, U. (1970). *Nature*, 227, 680-685.
 Packer, N. H., Ball, M. S., Devine, P. L., y Patton, W. F. (2002). Detection of glycoproteins in gels and blots. En: *The protein protocols handbook*. Walker, J. M. Humana Press Inc., Totowa, NJ, 761-763.

INGENIERÍA DE LA MICROBIOTA DEL CAMARÓN PARA ENRIQUECER BACTERIAS BENÉFICAS.

Juan P. Ochoa-Romo¹, Fernanda Cornejo-Granados¹, Alonso López-Zavala², María T. Viana³, Filiberto Sánchez¹, Luigui Gallardo-Becerra¹, Mirna Luque-Villegas¹, Yesenia Valdez-López¹, Rogério Sotelo-Mundo⁴, Andrés Cota-Huizar⁵, Agustín López-Munguía¹, Adrián Ochoa-Leyva¹

1. Dpto. Microbiología Molecular, Instituto de Biotecnología (IBT), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuernavaca, Morelos, 62210. 2. Dpto. de Ciencias Químico Biológicas. Universidad de Sonora (UNISON), Hermosillo, Sonora, 83000. 3. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Ensenada, Baja California, 22860. 4 Laboratorio de Estructura Biomolecular, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Hermosillo, Sonora, 83304. 5 Camarones El Renacimiento SPR de RI. Higuera de Zaragoza, Sinaloa, 81330, México. Correo: adrian.ochoa@ibt.unam.mx.

Palabras clave: metagenómica, probióticos, acuicultura.

Introducción. Actualmente la producción de camarón está afectada principalmente por factores ambientales y enfermedades infecciosas(1). En este sentido, el buen manejo de la microbiota intestinal puede favorecer la nutrición y el sistema inmune de cualquier organismo(1). Estudios muestran que el uso de fructanos como la agavina pueden disminuir la carga viral en el síndrome de mancha blanca(2) y promover la altura de las células epiteliales en los túbulos del hepatopáncreas(3). Sin embargo, no se conocen sus efectos en la microbiota. Por ello, en este trabajo exploramos los cambios en la microbiota del intestino y el hepatopáncreas de *L. vannamei* por el uso de la agavina(4).

Metodología. Se alimentaron camarones en condiciones reales de producción durante 28 días con tres dietas: control (BD), suplementada con 2% (AG2) y 10% (AG10) de agavina. Al final del bioensayo se evaluaron índices de eficiencia de crecimiento y se caracterizó la región V3-V4 del gen ribosomal 16S en el hepatopáncreas y el intestino de cada camarón.

Resultados. El índice de conversión alimenticia, la ingesta total y la eficiencia protéica mejoraron significativamente en los camarones alimentados con AG2. Por otro lado, la riqueza y diversidad de la microbiota aumentaron en el intestino y el hepatopáncreas de los camarones alimentados con AG10 en comparación al control (Fig. 1 A y B). El análisis de diversidad beta mostró un agrupamiento significativo en el hepatopáncreas de los camarones alimentados con agavina (Fig. 1 C y D). Así mismo, observamos un aumento significativo de bacterias benéficas como *L. pentosus*, *P. putida* y *P. synxantha* en el hepatopáncreas de AG10 y *R. palustris* y *S.*

thermophiles en el hepatopáncreas de AG2, ambos comparados con el control.

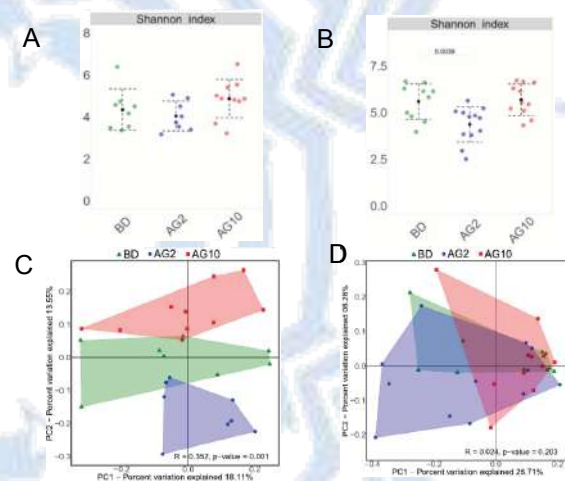


Fig. 1. Índice de diversidad de Shannon en el A. hepatopáncreas y el B. intestino de las diferentes dietas. Análisis de diversidad beta de las muestras etiquetadas por dieta en el C. hepatopáncreas e D. intestino.

Conclusiones. El uso de agavina modifica la microbiota de manera selectiva en cada uno de los órganos. Su uso como prebiótico promueve el crecimiento de bacterias benéficas para el camarón en condiciones de cultivo.

Agradecimiento. DGAPA PAPPIT UNAM IN215520 y CONACYT Ciencia-Frontera 2019-263986. Al Programa de Actividades de Intercambio Académico 2018–2019 CIC-UNAM-CIAD y CIC-UNAM-UNISON.

Bibliografía. 1. Cornejo-Granados F, et al. (2018) PeerJ 6, e5382. 2. Luna-González A, et al. (2012) Aquaculture 362, 28-32. 3. Peña-Rodríguez A, et al. (2020) Aqua Res 51(4), 1336-1345. 4. Ochoa-Romo JP, et al. (2022) Sci Rep. 12, 6392.

SELECCIÓN DE CULTIVARES DE TOMATE SALADETTE RESISTENTES A PATÓGENOS (TYLCV, TSWV y *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*) Y DE ALTA CALIDAD

Richecarde Lafrance^{1*}; Claudia Villicaña¹; J. Benigno Valdéz-Torres¹; Raymundo S. García-Estrada¹; Mayra J. Esparza-Araiza²; Josefina León-Félix¹

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A.C., Culiacán, Sinaloa, 80110.

² Centro de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Sinaloa- Fundación Produce Sinaloa (FPS), A.C. Aguaruto, Sinaloa, 80308.

*Correo-e: rlafrance220@estudiantes.ciad.mx

Palabras clave: Tomate, calidad, genes de resistencia

Introducción. La producción de tomate (*solanum lycopersicum* L.) es una de las principales actividades productivas de México y producto de exportación, principalmente a Estados Unidos, país exigente en calidad, lo que representa un reto para las empresas productoras (1). Por otra parte, la fecha de maduración de los frutos del tomate es un factor importante para definir el precio de estos frutos en el mercado. Los frutos de las variedades de tomate de maduración ultra temprana y temprana (60-75 días después de siembra) que tengan una buena calidad tienen un precio más alto ya que se cosechan en fechas de escasez del producto (2). Debido a la presencia de patógenos tales como: *el Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), *el Tomato spotted wild virus* (TSWV) y *el Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi* (Fol) en los campos, los agricultores utilizan cultivares resistentes para controlar estos patógenos y mantener la calidad. Sin embargo, se ha observado reducciones en producción y calidad de los frutos de tomate asociadas a la introducción de diferentes genes de resistencia a diversos patógenos en este cultivo (3).

La presente investigación consiste en seleccionar cultivares de tomate de buena calidad resistentes a patógenos.

Metodología. Se evaluó la calidad tanto los factores externos (firmeza, color externo) como los internos (color interno, sólidos solubles totales, pH y acidez titulable) de los frutos de tomate con presencia de genes de resistencia a los patógenos mencionados arriba, en tres fechas de maduración, con el fin de seleccionar los materiales de maduración temprana que mantengan la calidad de los frutos.

Resultados. De 10 híbridos (8 en desarrollo y 2 comerciales) analizados, dos mostraron presencia de genes de resistencia a TYLCV siete de resistencias a TSWV y Fol raza 3, nueve de resistencia a Fol raza 2 y diez de resistencia a Fol raza 1 (Tabla 1). Se observó

diferencias estadísticamente significativa entre los atributos de calidad de los frutos de los materiales analizados (Firmeza, pH, acidez, color externo) respecto a la fecha de maduración (Tabla 2).

Tabla 1. Materiales de tomate comerciales y en desarrollo analizados con protocolos de PCR optimizados y validados.

Código	Tipo de material	PCR/ Elect.		PCR/ Elect.			PCR/ Elect.	
		At-2 (I)	P7-43 (I-3)	SSR-67 (I)	Sw-5 (SW-5)	P6-25 (Ty-3)	I-2/5 (I-2)	
T-117	Material en desarrollo	R	R (He)	R	R (Ho)	S	R (He)	
T-74	Material en desarrollo	R	S	R	S	R (Ho)	R (He)	
T-128	Material en desarrollo	R	R (He)	R	R (Ho)	S	R (He)	
T-132	Material en desarrollo	R	R (He)	R	R (Ho)	S	R (He)	
T-49	Material en desarrollo	R	R (He)	R	R (Ho)	S	R (He)	
T-59	Material en desarrollo	R	R (He)	R	R (Ho)	S	R (He)	
T-63	Material en desarrollo	R	S	R	S	R (He)	R (He)	
T-57	Material en desarrollo	R	R (He)	R	R (Ho)	S	R (He)	
T-140	Material comercial	R	S	R	S	S	S	
T-142	Material comercial	R	R (He)	R	R (Ho)	S	R (He)	

R: resistente; S: susceptible; Ho: Homocigoto; He: Heterocigoto

Tabla 2. Análisis de varianza de los parámetros de calidad de los híbridos comerciales y en desarrollo.

Análisis de Varianza Firmeza (N)						Análisis de Varianza Acidez (% Ac)					
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	P-Value	Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	P-Value
Genes	1	1.260	1.260	1.260	0.652	Genes	1	0.000631	0.000631	0.000631	0.364
Tiempo	2	84.547	84.547	42.274	0.015	Tiempo	2	0.046660	0.046660	0.023330	0.000
Híbridos*Tiempo	18	56.951	56.951	3.164	0.861	Híbridos*Tiempo	18	0.004663	0.004663	0.000259	0.958
Error	8	46.052	46.052	5.756		Error	8	0.005449	0.005449	0.000681	
Total	29	188.811				Total	29	0.057403			

Análisis de Varianza pH =log10(aH+)						Análisis de Varianza Hue (°h) externo					
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	P-Value	Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	P-Value
Genes	1	0.009538	0.009538	0.009538	0.426	Genes	1	8.218	8.218	8.218	0.436
Tiempo	2	0.462261	0.462261	0.231130	0.001	Tiempo	2	167.836	167.836	83.918	0.018
Híbridos*Tiempo	18	0.089586	0.089586	0.004977	0.963	Híbridos*Tiempo	18	126.518	126.518	7.029	0.844
Error	8	0.108510	0.108510	0.013564		Error	8	97.966	97.966	12.246	
Total	29	0.669895				Total	29	400.539			

Conclusiones. Los materiales de tomate con genes de resistencia a patógenos mantienen una alta calidad de los frutos, identificando materiales con fechas de maduración temprana.

Agradecimiento. Los autores agradecen al Ing. Daniel Cárdenas, Dr. Juan López y al QFB. Héctor Carrillo por el apoyo económico y técnico para el desarrollo de esta investigación.

Bibliografía.

- SIAP. Disponible en línea: https://nube.siap.gob.mx/gobmx/publicaciones_siap/pag/2020/Atlas-Agroalimentario-2020 (revisado 10/04/2023).
- Detweiler, A. J., Noordijk, H., Bell, N. N. C., & Bubl, C. E. (2014). <https://catalog.extension.oregonstate.edu/ec1333s>
- Rubio, F., Alonso, A., García-Martínez, S., & Ruiz, J. J. (2016). *Scientia horticultrae*, 198, 183-190.

ANÁLISIS MOLECULAR DE SUELO RIZOSFÉRICO DE CULTIVOS DE MAÍZ Y CAFÉ CONTAMINADOS CON GLIFOSATO, POSTERIOR A SU TRATAMIENTO CON LA ADICIÓN DE UN BIOESTIMULANTE MICROBIANO

Samantha Sahagún², Teresa C. Aguilar², Laura Martínez², Santo Morales¹

¹Centro de Transformación Agrícola Agribest, Camino a la reforestación, Texcoco, Mexico, 5623

²Universidad Anáhuac México Norte, Facultad de Ciencias de la Salud, Huixquilucan, C. P. 52786
ssahagunniebla@yahoo.com.mx

Palabras clave: glifosato, bioestimulantes, PGPR, análisis molecular, suelo rizosférico.

Introducción. El sector agrícola utiliza herbicidas y pesticidas en sus cultivos para mejorar el rendimiento, siendo el glifosato el más usado en el mundo. Este herbicida es sistémico y su principal acción es inhibir la biosíntesis de aminoácidos aromáticos en plantas, además, muestra efectos negativos en la salud de las personas (1). Para disminuir este problema, se han diseñado bioestimulantes (BE) que benefician el desarrollo, crecimiento de los cultivos y la disminución del deterioro del suelo de cultivo. Los BE se formulan con sustancias o microorganismos que mejoran la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico, estimulan la germinación logrando incrementar el rendimiento de los cultivos. En este proyecto, se evaluó el efecto de BE desarrollados por la empresa AgriBest, que se componen de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) como *B. subtilis*, *T. harzianum*, *A. chroococcum* y *A. lipoferum*, sobre plántulas de maíz; evaluando diferentes parámetros de su crecimiento, para el reemplazo y biorremediación de herbicidas como el glifosato.

Metodología. Se hizo la caracterización del suelo midiendo pH, humedad, actividad acuosa, densidad aparente (2). Posteriormente, se evaluó la viabilidad de semillas por el método por cloruro de tetrazolio (Salazar et al., 2020). Se probaron 4 tratamientos con diferentes BE en dos lotes de suelo con y sin glifosato en los que se sembraron semillas viables de maíz para monitorear la germinación y el crecimiento de las plántulas y así evaluar del efecto de la adición de glifosato y bioestimulantes al suelo (3).

Resultados. En la Tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización del suelo.

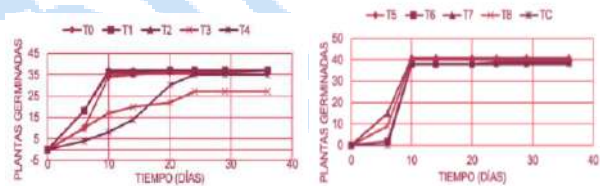
Tabla 1. Caracterización del suelo para el Bioensayo		
Parámetro	Resultado	Rango de referencia
pH	7.67	7-8
Humedad	26.66%	5 a 50%
Actividad acuosa	1,002	>1.000
Densidad Aparente	<1.00 g/cm ³	1.000 a 1.190

El lote de semillas analizado resultó con el 98% de viabilidad, siendo factible su uso para el bioensayo posterior.



Fig. 1. Viabilidad de semillas por la prueba de cloruro de tetrazolio

En las gráficas se observa cómo los tratamientos que contenían glifosato, tuvieron una mayor velocidad de germinación en comparación con los que no.



Gráfica. 1. Promedio del número de plántulas germinadas en tratamientos sin y con glifosato

Conclusiones. Los tratamientos que contenían los bioestimulantes más el glifosato, mostraron en su altura y grosor así como la germinación de las plántulas una mayor uniformidad a lo largo del mes; esto pudo deberse a que el glifosato cuando se encuentra por un determinado tiempo en el suelo puede biodegradarse en diversos compuestos uno de ellos es el fosforo, el cual puede quedar disponible para las plantas, beneficiando su crecimiento y desarrollo, explicando que los tratamientos junto con el herbicida tuvieron una mejor evolución.

Agradecimiento. Al Centra-AgriBest y al CONACYT por el financiamiento del proyecto.

Bibliografía.

1. Ambiental, C. G. d. C. y. S. (2018). *El herbicida glifosato y su uso en la agricultura con organismos genéticamente modificados.* Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/425676/Informe_Glifosato_Agricultura_OGMs_24.12.2018_agg.pdf
2. FAO. (2021). Portal de Suelos de la FAO. In.
3. Salazar, S. A., Botello, E., & Quintero, J. (2020). Optimización de la prueba de tetrazolio para evaluar la viabilidad en semillas de *Solanum lycopersicum* L. Tetrazolium test optimization to evaluate the viability in *Solanum lycopersicum* L. seeds.

EVALUACIÓN DE ENZIMAS OXIDASAS EN LA DEGRADACIÓN DE AFLATOXINA B₁ EN COCULTIVO DE *Pleurotus ostreatus* Y *Aspergillus flavus*

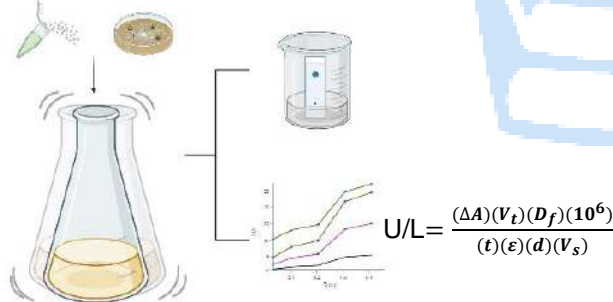
Luis Jesús Martínez-Tozcano¹, Soley Berenice Nava-Galicia¹, Martha Dolores Bibbins-Martínez^{1*}

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada¹, Tlaxcala, México 90700. mbibbinsm@ipn.mx

Palabras clave: Aflatoxina B₁, oxidasas, *P. ostreatus*

Introducción. Las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos principalmente por el hongo *Aspergillus flavus*. A nivel mundial, estos metabolitos se encuentran dentro del grupo de sustancias naturales de mayor peligro debido a que son altamente carcinogénicos. La falta de implementación de medidas de regulación y desintoxicación de alimentos por la presencia de aflatoxinas ha generado una preocupación en la seguridad alimentaria de muchos productos hortícolas, del mismo modo, ha afectado la calidad de semillas/granos lo cual provoca un declive en el comercio internacional (1). Las estrategias biológicas de desintoxicación son prometedoras puesto que se estima que son más económicas y respetuosas con los ecosistemas en comparación con alternativas fisicoquímicas (2). *P. ostreatus* es considerado un hongo de pudrición blanca modelo que sintetiza diversas enzimas ligninolíticas. Estas enzimas son extracelulares e inespecíficas que tienen la capacidad de degradar compuestos peligrosos, incluyendo aflatoxinas (3). Es por ello que el objetivo de este estudio fue examinar la participación de enzimas oxidasas de *P. ostreatus* para degradar AFB₁ en un co-cultivo con *A. flavus*

Metodología. Se analizaron fermentaciones en co-cultivo (*P. ostreatus* vs *A. flavus*) de las cuales se estudió la producción de aflatoxina B₁ (AFB₁) por cromatografía de capa fina (TLC) (4) y se determinó la actividad enzimática (MnP, VP, Lac, DyP) (5). Los controles fueron los hongos crecidos de manera independiente.



Resultados. En la figura 1 se presenta a actividad enzimática, DyP presentó mayor actividad en ambos ensayos, obteniendo valores de 352 U/L en basal y co-cultivo 800 U/L.

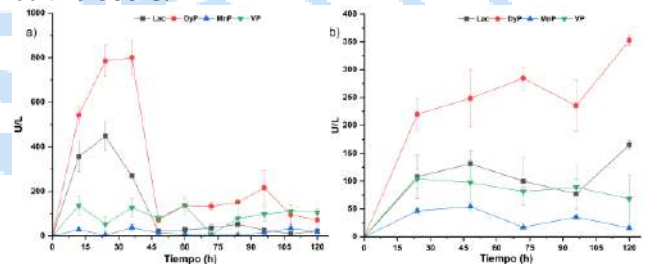


Fig. 1. Actividad enzimática. a) Co-cultivo (*P. ostreatus* vs *A. flavus*), b) Fermentación basal (*P. ostreatus*)

En la figura 2 se muestra la presencia de AFB₁ en TLC durante la fermentación basal de *A. flavus*, mientras que en co-cultivo no se detectó durante la fermentación.

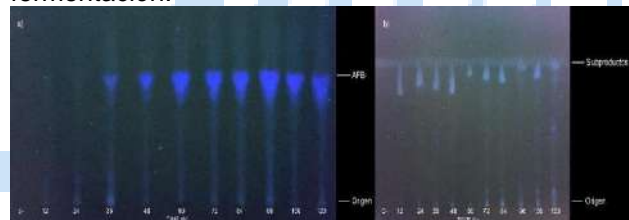


Fig. 2. Presencia de AFB₁ en placa de TLC. a) Fermentación basal *A. flavus*, b) Co-cultivo

Conclusiones. Las enzimas Lac y DyP en co-cultivo fueron las que mostraron mayor actividad, lo que indicaría su participación en la oxidación de AFB₁.

Agradecimiento. El Instituto Politécnico Nacional SIP-IPN, proyecto N° 20231995 y beca CONACYT 1585342999.

Bibliografía.

- Zhang, W.; Dou, J.; Wu, Z.; Li, Q.; Wang, S.; Xu, H.; Wu, W.; Sun, C. (2022). *Toxins*, 14, 681.
- Wang, L., Huang, W., Shen, Y., Zhao, Y., Wu, D., Yin, H., Yang, S., Yuan, Q., Liang, W., & Wang, J. (2022). *Food chemistry*, 371, 131092.
- Knop, D., Yarden, O., & Hadar, Y. (2015). *Applied microbiology and biotechnology*, 99(3), 1025–1038.
- Ichinomiya, M.; Fukushima-Sakuno, E.; Kawamoto, A.; Nakagawa, H.; Hatabayashi, H.; Nakajima, H.; Yabe, K. (2023) *Fungi*, 9, 29.
- Baltierra-Trejo, E., Márquez-Benavides, L., & Sánchez-Yáñez, J. M. (2015). *Journal of microbiological methods*, 119, 126–131.

RESPUESTA TRANSCRIPCIONAL DE GENES RELACIONADOS CON LA RETENCIÓN NUTRICIONAL DE *LITOPENAEUS VANNAMEI* ALIMENTADO CON DIETAS FORMULADAS CON BAJO CONTENIDO DE HARINA DE PESCADO Y ADICIONADAS CON DIFERENTES FUENTES DE METIONINA Y *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS*

Karla Janeth Arevalo Sainz¹, José Reyes González Galaviz², Libia Zulema Rodríguez Anaya², Ramón Casillas Hernández³, Fernando Lares Villa³, Aldo Fraijo Valenzuela⁴.

¹Programa de Doctorado en Ciencias con Especialidad en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Sonora, Cd Obregón, Son CP. 85000

²CONACYT- Instituto Tecnológico de Sonora.

³Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias del Instituto Tecnológico de Sonora.

⁴Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales del Instituto Tecnológico de Sonora.

Email: arevalo.1993@outlook.com

Palabras clave: Camarón, Metionina, Expresión genética.

Introducción. Ante la acelerada tasa de crecimiento de la acuicultura y el incremento constante en los costos de la harina de pescado, se ha creado la fuerte necesidad de emplear fuentes alternativas de proteína que cumplan con los requerimientos nutricionales del camarón *Litopenaeus vannamei* (1).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes fuentes de metionina y un probiótico a base de *B. amyloliquefaciens* sobre los genes relacionados a la retención nutricional de *L. vannamei*.

Metodología. Ciento veinte camarones (5.0 ± 1.10 g) fueron distribuidos aleatoriamente en los 24 tanques a una densidad de 20 individuos por tanque. La utilización del alimento estuvo basada en la fabricación de 6 dietas, control (DC), Baja harina de pescado (HP) + 0.13% DL-Met (D1), Baja HP + 0.06% AQUAVI (D2), Baja HP + 0.19% AQUAVI (D3), Baja HP + 0.13% DL-Met + 0.10% Ecobiol (D4) y Baja HP + 0.06% AQUAVI + 0.10% Ecobiol (D5). Los niveles de expresión relativa al gen se calcularon de acuerdo con la ecuación $2^{-\Delta\Delta CT}$ (2). Statgraphics Centurion XVI para análisis estadístico (95%).

Resultados. En general, hubo un aumento marcado en la expresión de los genes relacionados a la síntesis de proteínas s6k, 4ebp, Rag A y Rag C bajo las dietas suministradas con ambas fuentes de metionina más el probiótico. La expresión del gen CPT1 disminuye notablemente cuando se agregan altas concentraciones de metionina en las dietas (3). La expresión de los genes relacionados con la lipogénesis incrementó bajo las dietas D4 y D5, sin diferencias en su expresión bajo las dietas D1 y D2. (4) reportaron que reducir la HP al 50% sin el uso de

aditivos no afecta la expresión de genes relacionados a la lipogénesis (Fig. 1).

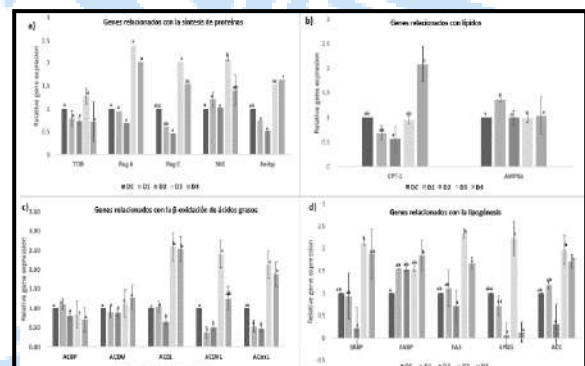


Fig. 1 Expresión relativa de genes relacionados a la síntesis de proteínas (a), lípidos (b), oxidación de ácidos grasos (c) y lipogénesis (d).

Conclusiones. La adición de metionina a distintas concentraciones y probiótico, mostro una variación en las expresiones relativas de los genes relacionados con la nutrición en el camarón blanco *L. vannamei*.

Agradecimiento. Cátedras CONACYT No. 1037, PROFAPI 2020, Proyecto vinculado a GENAMEX S.A. de C.V

Bibliografía.

- Hua, K., Cobcroft, J., Cole, A., Condon, K., Jerry, D., Mangott, A., Praeger, C., Vucko, M., Zeng, C., Zenger, K., & Strugnell, J. (2019). *One Earth*, 1(3), 316–329
- Livak, K., Schmittgen, T. (2001) *Methods* 25, 402–408.
- Hu, Y., Zhang, J., Xue, J., Chu W., Hu, Y. (2021) *Aquaculture*, Vol. 537.
- Yang, P., He, C., Qin, Y., Wang, W., Mai, K., Qin, Q., Wei, Z., & Song, F. (2021a). *Aquaculture Reports*, 21.

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DEL PATÓGENO ASOCIADO AL MANCHADO FOLIAR DEL AJONJOLÍ EN IGUALA, GUERRERO

Carlos Alberto Adame Montaña, Universidad Autónoma de Guerrero – Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Iguala de la Independencia, C.P. 40000, 22250322@uagro.mx

Palabras clave: Caracterización, Patógeno, Ajonjolí

Introducción. Uno de los cultivos oleaginosos más sembrados en el mundo por la calidad de su aceite y por la versatilidad de consumo es el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Este cultivo industrial es de importancia económica a nivel nacional, pero aún no se ha explotado a su máximo potencial. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Guerrero ocupa el segundo lugar a nivel nacional, aportando el 23 % de la producción nacional (SIAP, 2021).

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores, son la presencia de enfermedades que afectan el desarrollo del cultivo, ocasionando reducción del rendimiento y cuantiosas pérdidas económicas. Recientemente, en las regiones productoras de Guerrero, se han observado síntomas de manchas foliares necróticas que han limitado la producción de este cultivo. Hasta ahora hay poca información sobre el patógeno que ocasiona estos síntomas.

El objetivo principal es identificar morfológicamente al patógeno causante de la mancha foliar en ajonjolí.

Metodología. Para el muestreo en campo se recolectaron hojas infectadas en las parcelas del campo experimental INIFAP-IGUALA, posteriormente se realizaron cámaras húmedas con la técnica mencionada por Keyworth (1951). Posterior al aislamiento monospórico se realizó la identificación morfológica con las claves descritas por Leslie y Summerell (2006) y Watanabe (2010).

Resultados. Se obtuvieron tres aislados fúngicos: Se identificó a *Alternaria sesami* y *Alternaria alternata*, caracterizadas por presentar colonias de color gris-oscuro, en medio de cultivo PDA. Al microscopio se observaron conidióforos simples, tabicados, en el extremo forma cadenas largas a menudo ramificada de conidios multiformes de color café pardo, con septos transversales y verticales con hifas septadas y a *Cercospora spp.* presentando en medio PDA colonias color gris-rojizo y en microscopio conidióforos agrupados en fascículos sueltos, filiformes, rectos o ligeramente curvados, compuestos entre 2 y 4 septos. Características que corresponden a la especie de *A.*

sesami, *A. alternata* y *Cercospora spp.* respectivamente (Figura 1).

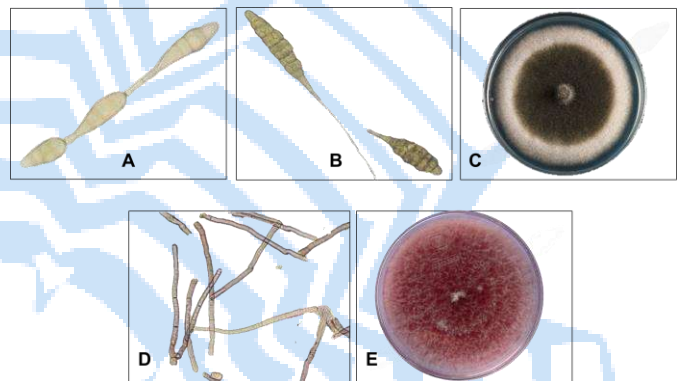


Fig. 1. Conidios de *Alternaria alternata* (A), *Alternaria sesami* (B) y morfología colonial en PDA (C). Conidios de *Cercospora spp.* (D) y morfología colonial en PDA (E).

Conclusiones. Mediante este procedimiento se evidenció que el complejo conformado por *A. sesami*, *A. alternata* y *Cercospora spp.*, son los agentes causales del manchado foliar en el cultivo de ajonjolí. A partir de la identificación de estos patógenos será factible explorar y diseñar un esquema de manejo y control de esta enfermedad para apoyar la producción de ajonjolí.

Agradecimiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Bibliografía.

1. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). Producción estatal y municipal de ajonjolí en Guerrero. Recuperado de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: marzo 2023.
2. Keyworth W. G. (1951) A Petri-dish moist chamber. Transactions of the British Mycological Society 34: 291–292, [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(51\)80054-8](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(51)80054-8)
3. Leslie J. F. and B. A. Summerell (2006) The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Hoboken, <https://doi.org/10.1002/9780470278376>
4. Watanabe T. (2010) Pictorial atlas of soil and seed fungi: Morphologies of cultured fungi and key to species. CRC Press. Florida, USA. 426 p.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA LUZ BLANCA Y ROJA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA CIANOBACTERIA *Spirulina* sp. Y LA ACUMULACIÓN DE FICOCIANINA

Nallely Cervantes Cuaquehua^{1*}, León Sanchez García², Juan José Cabello Robles^{3**}
¹Posgrado en Ingeniería Química, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, ²Dpto. de Procesos e Hidráulica Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, ³Dpto. de Biotecnología UAM-Iztapalapa, Ciudad de México, 09340
cbi2202800102@xanum.uam.mx; taquión2003@gmail.com**

Palabras clave: Spirulina, reactor, coeficientes dispersión-adsorción

Introducción. Los pigmentos naturales tienen una demanda de mercado en evolución, a pesar de la demanda que presenta los compuestos sintéticos [1]. En este contexto las cianobacterias *Spirulina* una de las especies más explotada comercialmente para la obtención de fobobilproteínas principalmente la Ficocianina (FC). La FC es una fuente comercial por sus propiedades terapéuticas, antiinflamatorias, antioxidantes, usada en distintas industrias; el precio de la FC aumenta con respecto a su pureza [2]. Sin embargo aún existen desafíos asociados a las condiciones de cultivo como, la composición del medio, temperatura, pH, tipo de reactor y la intensidad de luz, con respecto a este último debido a que la *Spirulina* es un organismo fotoautótrofo requiere de una buena cantidad y calidad de luz. En este trabajo se utilizó el modelo propuesto por Cornet y col., para evaluar los diferentes perfiles de intensidad con intensidades de luz visible(300-700nm) y luz roja(620nm), para analizar su efecto en el crecimiento de la cianobacteria *Spirulina* sp. y su acumulación de ficocianina.

Metodología. Se cultivó la cianobacteria *Spirulina* sp. y medio mineral BG-11, de la cual se obtuvieron concentraciones de 0.35, 0.5, 1.0, 1.35, 1.5 g/L para experimentos rápidos en un reactor cilíndrico batch acoplado con tiras de led luz visible y luz roja, difusión y agitación, para determinar la distribución de la intensidad de luz (flujo de fotones ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)) a diferentes radios como se muestra en la **Fig. 1**.

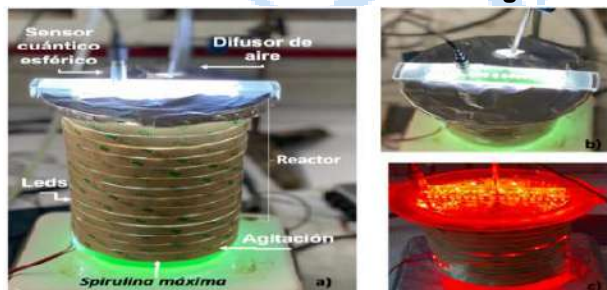


Fig. 1. Reactor de tanque agitado para la determinación de coeficientes de dispersión y adsorción.

Para analizar los resultados obtenidos experimentalmente y teórica empleando el modelo trabajado por [3]. Se determinaron los valores de los coeficientes de dispersión y absorción mediante la metodología [4]de Castillo y col. (2023), para complementar al modelo matemático descrito por Cornet, posteriormente analizar los resultados obtenidos experimentalmente como teóricos

Resultados. Como resultados preliminares el flujo de fotones obtenidos por el sensor cuántico con la luz visible es mayor con respecto a la luz roja **Fig. 2**. Además, se observa que la tendencia para ambos casos, es decir, conforme aumenta la concentración de biomasa (>0.5 g/L) la mayor captación de flujo de fotones se concentra en las paredes del reactor, para concentraciones menores (<0.35 g/L) en el caso que se somete con led luz visible la mayor captación de flujo de fotones es en el centro del reactor.

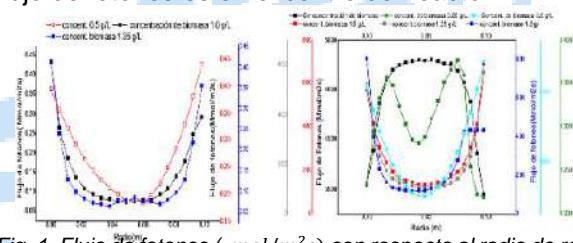


Fig. 1. Flujo de fotones ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) con respecto al radio de reactor para los sistemas sometidos con a) led luz visibles y b) led luz roja.

Conclusiones. Analizar los coeficientes de dispersión y absorción, para ver su influencia en el flujo de fotones, es importante para conocer su efecto en la acumulación de ficocianina.

Agradecimiento. A la Universidad Autónoma Metropolitana por el uso de sus instalaciones y CONACYT por el financiamiento de esta investigación.

Bibliografía.

- Thevarajah, B., Kankanamalage, G.,Premaratne, M., et. al., (2022) *Bioche. Engineering J.*
- Cornet, J., Dussap, C., Gros, J., Binois, C., Lasseur, C. (1995) *Chem. I Engineering Sci.* Vol. 50(9): pp.1489-1500.
- Castillo, L., Valadés, P., Avila, H., Cabello, J., Balbuena, A. (2023) *Chem. Engineering J.* Vol (458).

DINÁMICA EN EL pH, NITRÓGENO AMONIACAL Y ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES EN OVINOS DIETADOS CON NIVELES CRECIENTES DE GLICEROL

Uriel Hernández Hidalgo¹, María Esther Ortega Cerrilla¹, José Guadalupe Herrera Haro¹, Mónica Ramírez Mella², Pedro Zetina Córdoba³. ¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, 56264. ²Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Sihochac, Campeche, 24450. Universidad Politécnica de Huatusco, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Huatusco de Chichuellar, Veracruz, 94116.

mtro.pedro.zetina17@uphuatusco.edu.mx.

Palabras clave: rumen, fermentación, glicerina

Introducción. El principal subproducto durante la producción de biodiesel es el glicerol, que se puede utilizar como ingrediente o suplemento alimenticio para el ganado (1). El glicerol es un buen sustrato para la energía, ya que puede convertirse en glucosa a través de la gluconeogénesis (2). En los rumiantes, después de la administración oral, el glicerol se absorbe rápidamente a través de la pared ruminal y se convierte en glucosa mediante la gluconeogénesis en el hígado o se fermenta a propionato en el rumen y actúa como precursor de la síntesis de glucosa hepática (3). Se ha considerado este producto como una fuente energética para sustituir el maíz, como principal materia prima utilizada, para la producción de raciones, favoreciendo subsecuentemente la disminución en los costos de producción.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de nitrógeno amoniacal, ácidos grasos volátiles y los cambios en el pH ruminal al incluir 0, 5, 10 y 15% de glicerol en la dieta para ovinos.

Metodología. Se utilizaron 40 ovinos machos enteros cruza Suffolk x Hampshire con edad y peso promedio de 60 días y 25 ± 5 kg, respectivamente. Los animales se alojaron en jaulas individuales, con acceso a la dieta y agua *ad libitum*. Se utilizaron cuatro dietas integrales (n=10, 0, 5, 10 y 15% de glicerol en la dieta) en un diseño completamente al azar. La composición de las dietas fue isoproteínica e isoenergética y se formularon de acuerdo a los requerimientos propuestos por el NRC (2007) para ovinos en crecimiento. Al finalizar un periodo de engorda de 60 días, se tomaron muestras de líquido ruminal, vía sonda esofágica, inmediatamente se midió el pH (potenciómetro Orion), y posteriormente se determinó nitrógeno amoniacal, (N-NH₃) (4) y ácidos grasos volátiles (AGV) (5) por cromatografía de gases. Se realizó un análisis de varianza PROC GLM (SAS, 2000) y prueba de medias por Tukey.

Resultados. Respecto al pH, no se detectaron diferencias ($P > 0.05$) por la inclusión de glicerol en la

dieta, entre los tratamientos y así como con el control. La concentración de N-NH₃ fue afectada ($P < 0.05$) por la adición de glicerol en la dieta, observándose una mayor producción cuando se incluyó 15% de glicerol. De manera concordante, en los ácidos grasos volátiles, la concentración de acético, propiónico y butírico fueron afectados ($P < 0.05$), detectándose una tendencia del propionato a incrementarse conforme al aumentar el nivel de inclusión del glicerol, en contraste, el acetato disminuyó conforme el nivel de glicerol en la dieta se incrementa.

Tabla 1. Valores obtenidos en las variables ruminales

Variables	Glicerol en la dieta (%)				EEM
	0	5	10	15	
pH	6.03 ^a	6.28 ^a	6.38 ^a	6.39 ^a	0.20
N-NH ₃ (mg/dL)	14.85 ^c	15.33 ^{cb}	16.70 ^{ab}	17.33 ^b	0.35
AGV (mmol/L)					
Acético	74.29 ^a	72.35 ^{ab}	69.46 ^b	67.59 ^b	1.47
Propiónico	16.23 ^b	17.60 ^b	20.11 ^{ab}	22.08 ^a	1.43
Butírico	9.47 ^b	10.04 ^{ab}	10.41 ^a	10.32 ^{ab}	0.13

^{abc}Valores con letras diferentes en la misma línea, son significativamente diferentes ($P < 0.05$). EEM: error estándar de la media.

Conclusiones. El glicerol puede sustituir fuentes convencionales de energía hasta en 15% en dietas para ovinos, sin afectar el pH ruminal, con una tendencia a incrementar el N-NH₃ y la producción de ácido propiónico, en proporción al nivel inclusión de glicerol en la dieta.

Agradecimiento. Al Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo por el financiamiento.

Bibliografía.

- Kholif AE. (2019). *Anim Nutr.* 5(3):209-16.
- Rotondo F, Ho-Palma AC, Remesar X, Fernández-López JA, Romero MM, Alemany M. (2017). *Sci Rep.* 7:8983.
- Chanjula P, Pakdeechanuan P, Wattasani S. (2014). *Asian-Australas J Anim Sci.* 27:365-374.
- McCullough H. (1967). *Clin Chim Acta.* 17: 297-301.
- Erwin, ES., Marco GJ, Emery EM. (1961) *Dairy Sci.* 44:1768-1771.

PRODUCCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE QUITOOLIGOSACÁRIDOS OBTENIDOS POR HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE UNA QUITINASA DE FRUTO DE PAPAYA VARIEDAD MARADOL

Joshua Everardo Cárdenas-Jiménez¹, Acilegna Janette Castillo-Sánchez², Juan Alberto Osuna-Castro¹, ¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Tecomán, Colima. C.P. 28100, ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima, Coquimatlán, Colima, C.P. 28400. jcardenas37@uclm.mx

Palabras clave: quitooligosacáridos, quitinasa, papaya Maradol

Introducción. Los quitooligosacáridos (COS) son oligómeros de quitina hidrosolubles constituidos por moléculas de N-acetilglucosamina (GlcNAc) con un grado de polimerización (DP) menor a 20 (1, 2). Entre sus actividades biológicas destacan sus efectos antimicrobianos, antitumorales, antioxidantes, además de ser utilizados como alimentos funcionales y nutraceuticos. Una alternativa para la síntesis de COS es mediante la degradación enzimática empleando quitinasas, ya que se pueden obtener cadenas con diferentes DPs de un modo más amigable con el ambiente (1, 3).

Esta investigación tiene el propósito de sintetizar e identificar los productos de la degradación del sustrato quitina azure a través de una quitinasa de fruto de papaya Maradol.

Metodología. La enzima se extrajo del fruto maduro de papaya Maradol y se purificó por cromatografía de intercambio catiónico carboximetil-Sepharose. Se determinó la actividad de la enzima pura utilizando el sustrato quitina azure (QA), a distintos tiempos de reacción: 2, 4, 6, 12 y 24 h, cuantificando la absorbancia a 550 nm (A_{550}) (4). Los productos de reacción se identificaron por cromatografía en placa fina (TLC) (5) (Fig. 2).

Resultados. Se purificó una quitinasa funcional por una sola cromatografía de intercambio catiónico. A partir de las primeras 2 h la enzima mostró actividad frente a la QA, la cual fue aumentando progresivamente respecto al tiempo (Fig. 1). El principal producto de reacción obtenido por hidrólisis de quitina azure fue quitotriosa (GlcNAc)₃, que comenzó a identificarse desde las 2 h y fue incrementando su concentración conforme aumentó el tiempo, alcanzando una máxima intensidad a las 24 h; además, se observó un barrido entre el DP3 al DP1, lo que sugiere la presencia de COS con grado de polimerización menor como quitobiosa (GlcNAc)₂ y GlcNAc, aunque en concentraciones más bajas (Fig. 2).

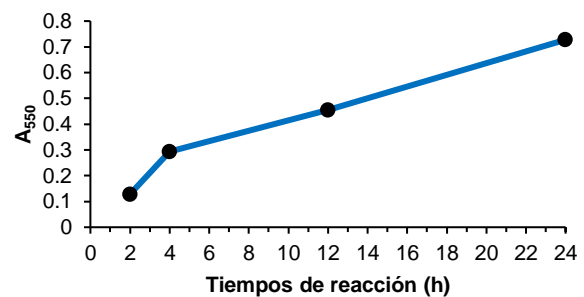


Fig. 1. Actividad enzimática de la quitinasa de papaya a diferentes tiempos de reacción usando como sustrato QA.

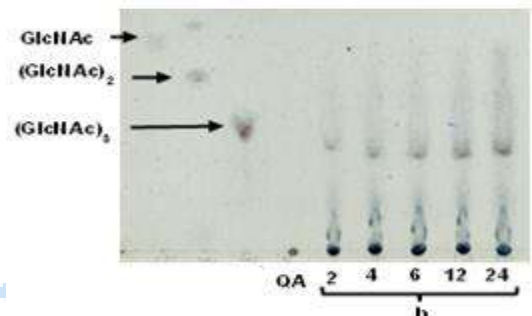


Fig. 2. TLC de COS producidos por la quitinasa de papaya Maradol sobre QA. Estándares: DP1 (GlcNAc), DP2 (GlcNAc)₂ y DP3 (GlcNAc)₃; control negativo: QA; productos de reacción (2, 4, 6, 12, 24 h).

Conclusiones. La quitinasa de papaya Maradol es capaz de hidrolizar QA y generar COS de bajo grado de polimerización, principalmente GlcNAc₃ o quitotriosa, por lo tanto, se deduce que es una endoquitinasa.

Bibliografía.

- Lodhi, G.; Kim, Y. S.; Hwang, J. W.; Kim, S. K.; Jeon, Y. J.; Je, J. Y.; Ahn, C. B.; Moon, S. H.; Jeon, B. T. y Park, P. J. (2014). *BioMed Research International*. 2014:1-13.
- Mahata, M.; Shinya, S.; Masaki, E.; Yamamoto, T.; Ohnuma, T.; Brzezinski, R.; Mazumder, T. K.; Yamashita, K.; Narihiro, K. y Fukamizo, T. (2014). *Carbohydrate Research*. 383:27-33.
- Choi, Y. J.; Kim, E. J.; Piao, Z.; Yun, Y. C. y Shin, Y. C. (2004). *Applied and Environmental Microbiology*. 70(8):4522-4531.
- Shen, C. R., Chen, Y. S., Yang, C. J., Chen, J. K., & Liu, C. L. (2010). *Journal of Biomolecular Screening*, 15(2), 213-217.
- Kopparapu, N. K.; Liu, Z.; Fei, F.; Yan, Q. y Jiang, Z. (2011). *Process Biochemistry*. 46(6):1370-1374.

CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LA HARINA DE GRILLO *ACHETA DOMESTICUS* COMO PROTEÍNA ALTERNA A LA HARINA DE PESCADO EN FORMULACIONES ACUICOLAS

Aldo Fraijo-Valenzuela, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón 85000, Aldo.fraijo231188@potros.itson.edu.mx; José R. González-Galaviz, Instituto Tecnológico de Sonora, Dpto. Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Cd. Obregón 85000; Libia Z. Rodríguez-Anaya, Instituto Tecnológico de Sonora, Dpto. Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Cd. Obregón 85000; Joe L. Arias-Moscoco, Instituto Tecnológico Del Valle del Yaqui, Dpto. Ingeniería en Industrias Alimentarias; Lourdes M. Díaz-Tenorio, Instituto Tecnológico de Sonora, Dpto. de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Cd. Obregón 85000. Oscar D. García-Pérez, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escobedo, 66451.

Palabras clave: Camarón, harina, grillo

Introducción. La producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) por cultivo representa el 6% de la producción total por acuicultura (FAO, 2020). La harina de pescado es la principal fuente de proteína, lípidos y aminoácidos esenciales en formulaciones (Jobling, 2012). Recientemente, la sobreexplotación de los recursos pesqueros y el cambio climático han reducido su producción, incrementando substancialmente su costo. Esto a su vez pone en riesgo la sostenibilidad de la acuicultura puesto que los costos de los alimentos representan el 50% de los costos de producción (Ayisi et al., 2017). Por lo que se ha generado una fuerte necesidad de desarrollar fuentes de proteína que cumplan con los requerimientos nutricionales del camarón, que sean asequibles y sostenibles con el medioambiente. La harina de grillo domestico (*Acheta domestica*) posee un alto contenido de proteína similar a la harina de pescado y genera menor impacto ambiental pues requiere menos espacio, agua y emisiones de gases de invernadero, además de la posibilidad de producirla a partir de desechos orgánicos (Tran et al., 2015). Por estas cualidades, convierten a la harina de grillo (*A. domestica*) en un sustituto adecuado y sostenible a la harina de pescado en alimentos formulados.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la composición proximal de la harina de grillo (*A. domestica*) para su evaluación como reemplazo de la harina de pescado en alimento para camarón.

Metodología. Se recolectaron especímenes adultos de grillo *A. domestica*, en Cd. Obregón, Sonora. Los especímenes fueron sacrificados por congelación y posteriormente procesados en harina. La composición proximal de la harina de grillo se determinó acorde a los métodos propuestos por la AOAC (2005).

Resultados. Los resultados del análisis proximal se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Composición proximal de la harina de grillo (*A. domestica*)

Proteína (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)
53.36±3.45	6.98±0.12	8.17±0.15	3.15±0.46	28.34

Conclusiones. Por su composición nutricional, la harina de grillo es una fuente adecuada de proteína en alimentos acuícolas. Concretamente, su alto contenido de proteína la vuelve una opción viable como reemplazo de la harina de pescado en alimentos formulados. Sin embargo, se requiere analizar el perfil de aminoácidos y de ácidos grasos para determinar su factibilidad.

Agradecimiento. Se agradece al Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI No. 2023_098) del Instituto Tecnológico de Sonora y al Protocolo de Investigación: Proyectos internos de Investigación Científica y Tecnológica del Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui.

Bibliografía.

1. FAO. (2020) The State of World Fisheries and Aquaculture. Sustainability in action. Rome.
2. Jobling, M. (2012). National Research Council (NRC). *Aquac Int*, 20(3), 601–602.
3. Ayisi, C., Hua, X., Apraku, A., Afriyie, G., & Kyei, B. (2017). *HAYATI J. Biosci*, 24(3), 109–117.
4. Tran, G., Heuzé, V., & Makkar, H (2015). *Anim. Front.*, 5(2), 37–44.
5. A.O.A.C., 2005. International Official Methods of Analysis. The association of official analytical chemists, (II).

INOCULANTE SÓLIDO EN BIOPELICULA DE *Streptomyces* spp. MEJORA LA VIABILIDAD BACTERIANA Y PROMUEVE EL CRECIMIENTO VEGETAL DE *T. aestivum*.

Domínguez-González, K. G.¹, Cortés-Martínez, R.¹, Hernández-Ramón, J. K.¹, Cerna-Cortés, J.F.²

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Químico Farmacobiología, Laboratorio de Biotecnología ambiental. Morelia, Michoacán, C.P. 58240. ²Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. CDMX, C.P. 11350. karla.dominguez@umich.mx

Palabras clave: Inoculante en biopelícula, *Streptomyces*, Promotor del crecimiento vegetal.

Introducción. Especies de *Streptomyces* se han utilizado en biotecnología, pero poco se conoce acerca de su formación en biopelículas y sus usos en la agricultura como bio-inoculante y promotor del crecimiento vegetal (1). El objetivo de este trabajo fue elaborar un inoculante sólido en biopelícula con especies del género *Streptomyces*, para mejorar la supervivencia microbiana en la rizósfera y ser empleado como promotor del crecimiento vegetal de *T. aestivum*.

Metodología. Tres especies del género *Streptomyces*: *S. aureus*, *S. griseorubens* y *S. flaveolus*, aisladas de rizósfera de *P. americana*, fueron probadas de entre 41 para elaborar un inoculante sólido induciendo la biopelícula sobre el mineral perlita como vehículo (2). Se probaron 7 tratamientos diferentes en maceta, para evaluar el crecimiento vegetal sobre *T. aestivum* durante 12 semanas y se midió supervivencia microbiana a las 0, 6 y 12 semanas (3, 4).

Resultados. El crecimiento vegetal en *T. aestivum*, resultó >200% de incremento en peso en raíz y >400% en incremento en biomasa total con respecto al control (Fig. 1). La supervivencia microbiana tuvo un rango entre 10⁸ y 10⁹ después de las 12 semanas de tratamiento (Tabla 1), indicando aun permanencia en el vehículo comprobado por SEM.

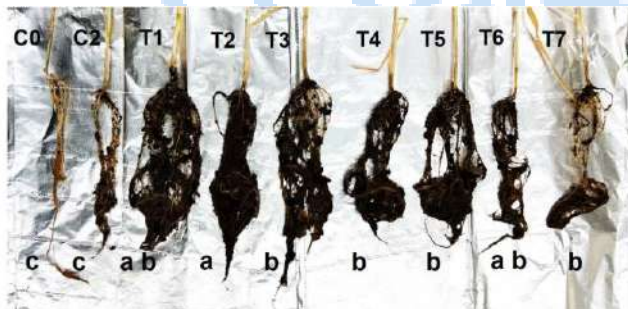


Fig. 1. Biomasa de la raíz de los tratamientos entre el inoculante y *T. aestivum* con respecto al control.

Tabla 1. Dinámica de población de *Streptomyces* spp. inoculadas en los tratamientos usando *T. aestivum* (Ta)

Tratamiento	Semana	CFU/g suelo
T1(Ta)	0, 6, 12	3E6 ^d , 6.5E7 ^c , 6.7E8 ^b
T2(Ta)	0, 6, 12	5E6 ^d , 7E6 ^d , 3E8 ^b
T3(Ta)	0, 6, 12	3E6 ^d , 2E8 ^b , 1E9 ^a
T4(Ta)	0, 6, 12	2E6 ^d , 5E6 ^d , 2E8 ^b
T5(Ta)	0, 6, 12	4E6 ^d , 2E8 ^b , 1E9 ^a
T6(Ta)	0, 6, 12	3E6 ^d , 1E7 ^c , 1E9 ^a
T7(Ta)	0, 6, 12	4E6 ^d , 2E8 ^b , 7E8 ^b
C (Ta)	0, 6, 12	0, 0, 0

E=Exponente x10. Los valores de medias seguidas por la misma letra por cada variable experimental no son estadísticamente distintos entre ellas. p=0.05. a, b, c y d indican similitudes entre tratamientos

Conclusiones. Las especies probadas presentaron resultados sobresalientes en la supervivencia microbiana al usarlas como biopelícula, así mismo se mostró eficiencia en la promoción del crecimiento vegetal de *T. aestivum* en condiciones de invernadero, por lo que el uso de este inoculante se propone como una alternativa para mejorar la producción de los cultivos asegurando la salud y crecimiento de la planta multiplicando sus beneficios al ser bacterias PGPR y agentes de biocontrol (5).

Agradecimiento. Coordinación de la Investigación Científica-UMSNH, beca CIC-UMSNH-2022.

Bibliografía.

- Solanki, M.K.; Malviya, M.K.; Wang, Z. Eds.; Springer: Singapore, 2016; pp. 63–81 ISBN 978-981-10-0707-1.
- Daza, A.; Santamaría, C.; Rodríguez-Navarro, D.N.; Camacho, M.; Orive, R.; Temprano, F. *Soil Biology and Biochemistry* **2000**, *32*, 567–572, doi:10.1016/S0038-0717(99)00185-6.
- Coombs, J.T.; Franco, C.M.M. *Appl Environ Microbiol* **2003**, *69*, 5603–5608, doi:10.1128/AEM.69.9.5603.5608.2003.
- Janssen, P.H.; Yates, P.S.; Grinton, B.E.; Taylor, P.M.; Sait, M. *Applied and Environmental Microbiology* **2002**, *68*, 2391–2396. doi:10.1128/AEM.68.5.2391-2396.2002.
- Seneviratne, G.; Weerasekara, M.L.M.A.W.; Seneviratne, K.A.C.N.; Zavahir, J.S.; Kecskés, M.L.; Kennedy, I.R.; Maheshwari, D.K., Ed.; *Microbiology Monographs*; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2010; Vol. 18, pp. 81–95 ISBN 978-3-642-13611-5.

REGENERACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE CALLOS EMBRIOGÉNICOS DE AGUACATE HASS (*Persea americana* Mill.) CON EL GEN REPORTERO *GUS*

Juan Luis Godoy¹, Eduardo Cofradía², Moisés Sánchez¹, María de la Cruz Espíndola³, Juan Carlos Raya², Gabriel Iturriaga², Anareli Quintero¹.

¹ Universidad de Guanajuato Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Campus Celaya-Salatierra, Programa de Ingeniería en Biotecnología, Av. Mutualismo Esq. Prolongación Río Lerma S/N, Celaya, Gto. C.P. 38060.

² Tecnológico Nacional de México/I.T. Roque, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Celaya, Gto. C.P. 38110.

³ Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S.C. Ignacio Zaragoza núm. 6, Coatepec Harinas, Edo. Mex. C.P. 51700.
quintero.a@ugto.mx

Palabras clave: Aguacate, *Agrobacterium tumefaciens*, Transformación

Introducción. El aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) es importante en la dieta diaria por su alto contenido nutricional. Sin embargo, es una especie susceptible a factores bióticos y abióticos que merman su productividad. La transformación genética, se presenta como oportunidad para solucionar estas limitantes y así mejorar características de interés. Para identificar las condiciones óptimas de transformación se utilizan genes reporteros tales como el de β -glucuronidasa (*GUS*). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es obtener un sistema de regeneración y transformación de aguacate Hass con el gen *GUS*.

Metodología. Frutos de aguacate Hass de 0.6 a 1.0 cm se colectaron del banco de germoplasma de CICTAMEX. Embriones cigóticos (EC) en etapa globular se usaron como explante. El sistema de regeneración vía embriogénesis somática es de acuerdo con las condiciones reportadas por Quintero-Jiménez *et al.*, (1). Se realizaron ensayos de transformación con dos cepas de *A. tumefaciens* (EHA105 y LBA4404), a diferentes concentraciones de acetosiringona (50, 100 y 200 μ M), tres densidades ópticas (0.4, 0.6 y 0.8) y dos tiempos en cocultivo (24 y 48 h). Posteriormente se transfirieron a medio de eliminación y selección con Timentina y Kanamicina. Después, se realizó la histoquímica de *GUS*.

Resultados. De los EC cultivados en medio con 0.1 mg/L de picloram se desarrollaron callos embriogénicos a los 30 días después de su incubación. Trascurrido este tiempo comenzaron a diferenciarse y madurarse los embriones somáticos. Estos germinaron a los 30 días después de su maduración. Las plantas completas se adaptaron adecuadamente en invernadero (Fig. 1.) Las mejores condiciones para la transformación genética fueron utilizando la cepa LBA4404, a una DO₆₀₀ de 0.6 con 100 μ M de acetosiringona y 24 h en cocultivo, ya que se observó mayor actividad de *GUS* (Fig. 2.)

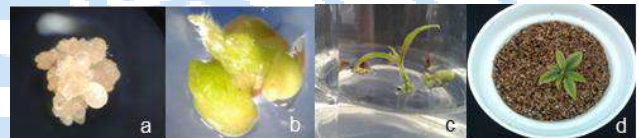


Fig. 1. Regeneración de aguacate Hass vía embriogénesis somática. a) Callos embriogénicos, b) germinación de embriones somáticos maduros, c) enraizamiento, d) aclimatación.

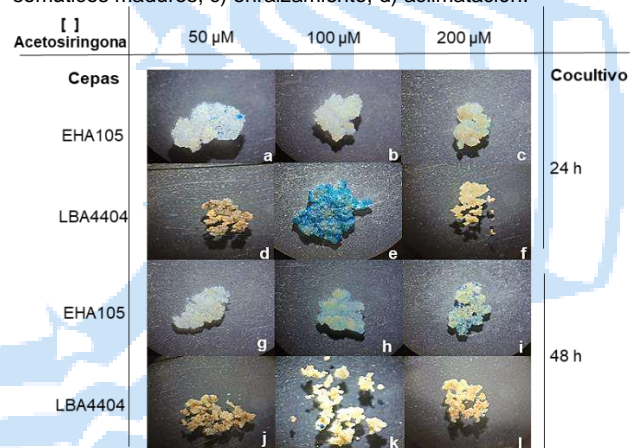


Fig. 2. Expresión del gen *GUS* en callos embriogénicos de aguacate Hass transformados con *A. tumefaciens* (DO₆₀₀ 0.6) en diferentes condiciones de transformación.

Conclusiones. Se estableció un protocolo para la regeneración *in vitro* de plantas de aguacate Hass y se identificaron las mejores condiciones de transformación genética. Estos resultados muestran las bases de un sistema de transformación de callos embriogénicos el cual facilitará estudios futuros en el mejoramiento genético por transformación y mutaciones sitio dirigidas con CRISPR/Cas9

Agradecimiento. Este trabajo lo financió el Tecnológico Nacional de México, proyecto 14566.22-P.

Bibliografía.

1. Quintero-Jiménez, A., Heredia-García, E., Aguirre-Mancilla, C. L., Raya-Pérez, J. C., Ramírez-Pimentel, J. G., e Iturriaga, G. (2020). REMEXCA. 11(7), 1525-1536.

AGRICULTURA SOSTENIBLE: PRODUCTO INTEGRAL A BASE DE SUBPRODUCTOS DE LA ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

Eugenia Ortiz Lechuga, Renato Calderón Pecina, Guadalupe Rojas Verde, Carlos Solís Rojas, Katiushka Arévalo Niño. Instituto de Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Universidad S/N Col. Ciudad Universitaria C.P. 66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. katiushka.arevalonn@uanl.edu.mx

Palabras clave: agricultura sostenible, biofertilizante, frijol

Introducción. La agricultura sostenible debido a la escasas que existe de agua a nivel mundial resultado del cambio climático, se enfoca cada vez más en buscar soluciones que permitan disminuir el impacto de esta actividad primaria, ya que es el sector que más agua dulce consume. La producción de alimentos es una actividad indiscutible, se deben alternar estrategias que ayuden a los agricultores a seguir produciendo alimentos y garantizar la seguridad alimentaria enfrentando los desafíos del estrés hídrico¹. El objetivo de este proyecto es obtener un producto integral a base de subproductos de la elaboración de biocombustibles permita el crecimiento de un microorganismo que actúe como bioinoculante y que actúe como mejorador de suelo para lograr mayores rendimientos en cultivos básicos para el mexicano como lo es el frijol².

Metodología. Se obtuvo el biodiesel a partir de aceite vegetal gastado (AVG) por transesterificación alcalina³. Al glicerol recuperado se midieron las principales características de calidad: viscosidad, contenido de agua, jabones, ácidos grasos libres. Se evaluó el crecimiento de un microorganismo como bioinoculante en diferentes concentraciones de glicerol (2.5, 5 y 10%). Se selecciono la variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris*) Pinto, en base a ensayos de germinación acumulada y vigor. Para la aplicación de los tratamientos y controles (Tabla 1) se usaron almácigos comerciales con una capacidad de 200 semillas en 15 gramos de sustrato. La germinación se registró diariamente y la medición morfométrica se realizó 14 días después del depósito de la semilla.

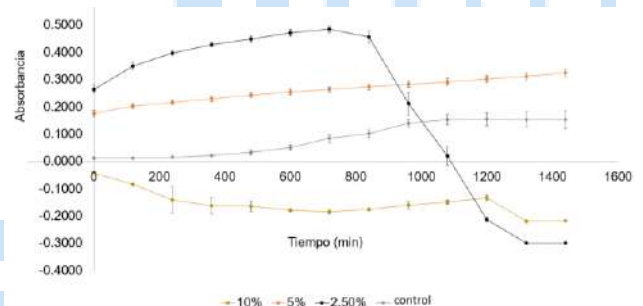
Resultados. El protocolo para la obtención del glicerol permitió una recuperación del 47%. Los parámetros de calidad fueron: viscosidad 52.7 cP, jabones 0.12 g, ácidos grasos libre 0.22 mL, sin separación de fases. El microorganismo candidato a usarse como bioinoculante utiliza el glicerol como fuente de carbono, siendo la concentración del 2.5% en la que mostro mayor crecimiento a las 14 h de incubación (Fig. 1). Los ensayos con los distintos tratamientos mostraron diferencia significativa (α 0.05) en las características morfométricas más relevantes: incremento del sistema

radicular y de proliferación de raíces secundarias con los tratamientos T2 y T3.

Tabla 1. Tratamientos para evaluar el efecto en frijol variedad Pinto.

Clave:	Descripción
C -	suelo
C +	suelo con fertilizante
T1	suelo con 100µL del microorganismo por pocillo
T2	suelo + glicerol (2.5% p/v) y100µL del microorganismo por pocillo
T3	Suelo + glicerol crudo (2.5% p/v)

Figura 1 Cinética de crecimiento del microorganismo en glicerol



Conclusiones. Se logro obtener glicerol a partir de aceites residuales con un rendimiento cercano al 50%. La fuente de glicerol crudo se presentó como una fuente de carbono viable para el desarrollo del microorganismo a usarse como bioinoculante. El glicerol al 2.5% resulto el mejor tratamiento en los ensayos de germinación y características morfométricas de frijol variedad pinto en ensayos de laboratorio.

Bibliografía.

- UNESCO, ONU-Agua, 2020: Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2020): Agua y Cambio Climático, París.
- Borja Bravo, M., García Salazar, J.A. (2022). El Programa de Fertilizantes para el Bienestar y el merca de frijol en México. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2): 47216
- Ortiz Lechuga, E. G. (2016). Catalizadores químicos y biológicos para la producción de biodiesel a partir de aceites vegetales residuales (Tesis Doctoral), Universidad Autónoma de Nuevo León.

EFFECTO DE LA FUENTE DE CARBONO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y PARÁMETROS CINÉTICOS DE CULTIVOS DE CALLOS Y CÉLULAS EN SUSPENSIÓN DE *AGERATINA PICHINCHENSIS*

Elizabeth Guadalupe Moguel Aquino, Silvia Marquina Bahena, Oscar Arturo Rosas Gutiérrez, Francisco Cruz Sosa, Mariana Sánchez Ramos, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. Laboratorio de cultivo de tejidos del Departamento de Biotecnología. Av. Ferrocarril de San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª sección, Alcaldía Iztapalapa, CDMX 09310. [lizbeth1202@hotmail.es](mailto:lizabeth1202@hotmail.es).

Palabras clave: Axihuitl, callos, células en suspensión.

Introducción. La especie vegetal *Ageratina pichinchensis* es popularmente conocida como Axihuitl en el municipio de Tepoztlán del estado de Morelos donde se emplea para el tratamiento de tratamiento del pie de atleta, cicatrización y úlceras gástricas.¹ Estudios farmacológicos y fitoquímicos han validado su uso etnomédico.² Particularmente, nuestro grupo de trabajo estableció cultivos de callos y células en suspensión para producir de manera constante y controlada los compuestos bioactivos.³ El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fuente de carbono sobre los cultivos de callos y células en suspensión con la finalidad de determinar su efecto sobre los parámetros cinéticos y la producción de biomasa.

Metodología. Cultivos de células en suspensión y callos se subcultivaron en periodos de 2 y 3 semanas, respectivamente en fotoperiodo, en medio MS suplementado con sacarosa 3% y 1.0 mg/L ANA + 0.1 mg/L KIN. Las fuentes de carbono fueron: sacarosa, lactosa, glucosa y fructosa. Las cinéticas de callos se realizaron en un periodo de 8 semanas y se muestrearon una vez por semana, mientras que las células en suspensión su periodo fue de 30 días y se analizaron 3 muestreos por semana. Se utilizó el peso seco de la biomasa de los cultivos para determinar los parámetros cinéticos (velocidad específica del crecimiento celular (μ) y tiempo de duplicación (t_d)).³

Resultados. La tabla 1 muestra que la cinética de callos mostró que la sacarosa al 5% induce la mayor producción de biomasa en los cultivos, sin embargo, sus parámetros cinéticos son favorecidos con glucosa al 5%; la fructosa y lactosa inhiben el crecimiento celular.

Tabla 1. Producción máxima de biomasa y parámetros cinéticos de los cultivos de callos de *A. pichinchensis*.

Semana	Fuente de carbono	g/L	μ	t_d
4	Sacarosa 1%	15.32 ± 0.35	0.62	1.12
5	Sacarosa 3%	35.29 ± 0.09	0.84	0.83
8	Sacarosa 5%	74.94 ± 14.66	0.63	1.10
5	Glucosa 1%	13.81 ± 1.41	0.76	0.91

6	Glucosa 3%	36.15 ± 1.33	0.71	0.98
8	Glucosa 5%	61.95 ± 5.62	0.97	0.60
6	Fructosa 1%	7.87 ± 0.42	0.61	1.14
5	Fructosa 3%	24.76 ± 4.01	ND	---
6	Fructosa 5%	14.17 ± 2.45	0.84	0.82
6	Lactosa 1%	9.09 ± 2.77	0.63	1.10
5	Lactosa 3%	18.63 ± 2.20	ND	---
5	Lactosa 5%	3.71 ± 0.17	ND	---

Respecto a los cultivos de células en suspensión, se obtuvieron resultados similares, siendo la sacarosa 5% la fuente de carbono que mejor respuesta aportó en comparación con el resto (Fig. 1).

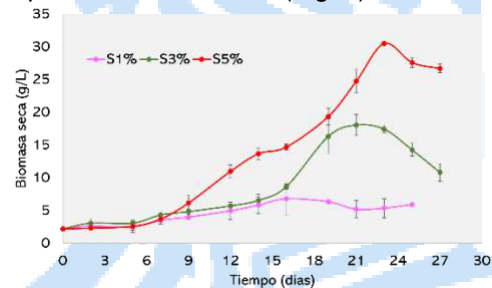


Figura 1. Cinéticas de crecimiento de células en suspensión de *A. pichinchensis* con sacarosa.

Conclusiones. La sacarosa al 5% promueve mayor producción de biomasa en cultivos de callos y células en suspensión de *A. pichinchensis*. Además, los parámetros cinéticos exhibieron que su crecimiento es favorecido con sacarosa y glucosa, mientras que fructosa y lactosa inhibieron significativamente el crecimiento.

Agradecimiento. Laboratorio R-003 del departamento de Biotecnología, UAM-I.

Bibliografía.

- Sánchez Mariana, Marquina Silvia, Alvarez Laura, Román Angélica, Bernabé Antonio, Cruz Francisco. (2021). *Plants*, 10, 2225.
- Sánchez Mariana, Marquina Silvia, Romero Antonio, Bernabé Antonio, Cruz Francisco, González Judith, Acevedo Juan, Perea Irene, Alvarez Laura. (2018) *Molecules*, 23, 1258.
- Sánchez Mariana, Alvarez Laura, Romero Antonio, Bernabé Antonio, Marquina Silvia, Cruz Francisco. (2020) *Plants*, 9, 1398

MÉTODO DE EXTRACCIÓN VERDE DE CAROTENOIDES DE MICROALGAS MEDIANTE EL USO DE DISOLVENTES EUTÉCTICOS PROFUNDOS NATURALES (NADES)

Amira Jacqueline Maldonado-Ortiz¹, Rosa María Camacho-Ruiz¹, José Daniel Padilla-de la Rosa¹, Sanghamitra Khandual*¹.

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Unidad de Biotecnología Industrial, Camino al Arenero #1227, Col. El Bajío Arenal, 45019 Zapopan, Jalisco. México. Autor correspondiente: Sanghamitra Khandual*, Email: mita@ciatej.mx

Palabras clave: NADES, microalgas, carotenoides.

Introducción. En la actualidad se ha estado implementando un nuevo tipo de solventes, los solventes eutécticos profundos naturales (NADES), que se han caracterizado como un "solvente verde" alternativo a los solventes orgánicos convencionales (1). Los carotenoides obtenidos de microalgas tienen aplicaciones industriales potenciales, como en la industria alimentaria y sanitaria, debido a las propiedades antioxidantes que presentan. Pigmentos como el β-caroteno, la luteína, la astaxantina y la zeaxantina de las microalgas están experimentando una fuerte demanda en el mercado. (2)

Objetivo del trabajo. Extraer carotenoides de *Chlorella vulgaris* cib 46 y *Spirulina subsalsa* con solventes eutécticos profundos naturales (NADES).

Metodología. El cultivo de *Chlorella vulgaris* se realizó utilizando medio BBM y para *Spirulina subsalsa* medio Zarrouk en un biorreactor fotoautotrófico con agitación constante e iluminación 24 hrs. La extracción de carotenoides con solventes orgánicos se realizó siguiendo el protocolo de Hejazi, et al. (2002) (3), se seleccionaron 4 NADES (Cloruro de colina: Glicerol, CCGo; Ácido láctico:1,2 Propanediol LAPo; Cloruro de colina: Ácido málico: Agua CCMA; Betaína: Ácido málico: Glucosa: Agua, BeMAG.) y se prepararon combinando los componentes en ciertas proporciones molares según González, et al. (2018) (4).

Resultados.

Para llevar a cabo la extracción se seleccionaron 4 NADES existentes, la eficiencia de extracción de NADES se comparó con solventes orgánicos hexano y etanol, entre los NADES probados la mayor cantidad de carotenoides obtenidos de biomasa seca de microalgas fue con LAPo con un 2.1± 0.004 mg/g para *Chlorella vulgaris* y para *Spirulina subsalsa* 5.98 ± 0.004 mg/g como se muestra en la tabla 1 y se realizaron estudios de perfil TLC como se muestra en la figura 1 para mostrar los tipos de pigmento encontrados en dos especies diferentes por métodos tradicionales de extracción, ya que los NADES son

soluciones viscosas no pudimos hacer TLC e hicimos análisis FTIR para confirmar la presencia de betacaroteno.

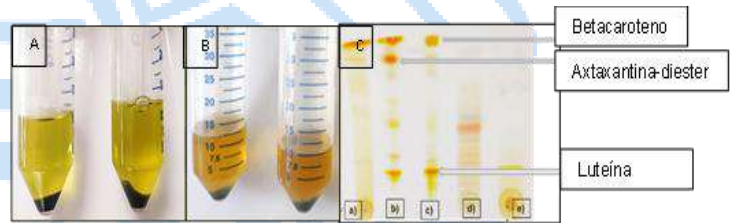


Fig. 1. Extracciones de carotenos mediante solventes verdes (LAPo) A) *Chlorella vulgaris* B) *Espirulina subsalsa*. C) cromatografía de capa fina (TLC) a) betacaroteno estándar, b) *S. subsalsa*., c) *C. vulgaris*, d) *Axtaxantina* estándar, d) *luteína* estándar.

Cepa	Solventes orgánicos	NADES (LAPo)
<i>Chlorella vulgaris</i>	1.88 ± 0.004 mg/g	2.1± 0.004 mg/g
<i>Spirulina subsalsa</i>	4.12 ± 0.004 mg/g	5.98 ± 0.004 mg/g

Tabla 1. Rendimiento de carotenoides extraídos en mg por gramo de biomasa seca con solventes orgánicos (Hexano, etanol) y solventes NADES (LAPo).

Conclusiones.

Spirulina subsalsa demostró una mayor cantidad de carotenos en comparación con *Chlorella vulgaris*, y el uso de biomasa seca puede producir una mayor cantidad con el NADES (LAPo).

Bibliografía.

- Mehariya, S., Fratini, F., Lavecchia, R., & Zuurro, A. (2021). Green extraction of value-added compounds from microalgae: A short review on natural deep eutectic solvents (NADES) and related pre-treatments. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 105989.
- Sibi, G., Yadav, S., Bansal, S., & Chaitra, M. L. (2020). Assessment of optimal growth conditions for specific carotenoids production by *Chlorella vulgaris*. *Journal of Applied and Natural Science*, 12(4), 550-555
- Hejazi, M. A., De Lamarliere, C., Rocha, J. M. S., Vermue, M., Tramper, J., & Wijffels, R. H. (2002). Selective extraction of carotenoids from the microalga *Dunaliella salina* with retention of viability. *Biotechnology and bioengineering*, 79(1), 29-36.
- González, C. G., Mustafa, N. R., Wilson, E. G., Verpoorte, R., & Choi, Y. H. (2018). Application of natural deep eutectic solvents for the "green" extraction of vanillin from vanilla pods. *Flavour and Fragrance Journal*, 33(1), 91-96.

EFECTO DEL PRETRATAMIENTO OSMÓTICO EN LA OBTENCIÓN DE LÍNEAS RECOMBINANTES DE *DUNALIELLA TERTIOLECTA* A TRAVÉS DE BIOBALÍSTICA

Marycruz Quiñonez-Retana¹, Karelía A. Meza-Ayala¹, Ana M. Verástica-López¹, José M. García-Padilla¹, Héctor F. Nario-Álvarez², Angel Valdez-Ortiz¹, Lourdes J. Germán-Báez^{1*}

¹Programa de Posgrado en Biotecnología, Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética, Universidad Autónoma de Sinaloa; Culiacán, Sinaloa, México; CP 80030. ²Centro Biotecnológico de Microalgas de México SA de CV (MICROCELL®); Culiacán, Sinaloa, México; CP 80050.

*ljgerman@uas.edu.mx

Palabras clave: *Dunaliella tertiolecta*; Pretratamiento osmótico; Bombardeo

Introducción. Las microalgas son consideradas biofábricas productoras de una amplia gama de compuestos bioactivos de interés comercial tanto alimentario como para la producción de biofármacos, colorantes, cosméticos y biocombustibles. Además, su empleo en la expresión de proteínas recombinantes representa un modelo muy atractivo aunque poco explotado hasta hoy, debido en gran medida a la falta de métodos de transformación eficientes. *Dunaliella tertiolecta* es una microalga con alto potencial biotecnológico, especialmente para la expresión de proteínas recombinantes de interés, por lo que es importante desarrollar métodos eficientes para la manipulación de su genoma.

El objetivo del presente trabajo, fue establecer un sistema de transformación genética de *D. tertiolecta* (DUT) basado en biobalística.

Metodología. A partir de un cultivo axénico de DUT, se prepararon cajas con 100×10^6 cel/mL, las cuales se sometieron a tres pretratamientos osmóticos: sorbitol (500 mM); manitol (500 mM); sorbitol (250 mM) + manitol (250 mM); y un control sin pretratamiento osmótico; para ello, se siguió la metodología descrita en [1], con modificaciones. Todos los tratamientos fueron posteriormente sometidos a bombardeos a 450 psi y una distancia de disparo de 10 cm. Los resultados fueron evaluados a través del número de UFC obtenidas en medio selectivo, y la expresión transitoria del gen *gus* siguiendo la metodología descrita en [2].

Resultados. Después del bombardeo, las células fueron colocadas en medio selectivo, obteniendo frecuencias de transformación de 120 a 350 UFC $\times 10^{-6}$ células bombardeadas. Se encontró un efecto negativo de los pretratamientos con respecto al control (Fig. 1); lo que podría deberse a que los osmolitos empleados, inducen daños muy sensibles y letales en la permeabilidad celular. En concordancia con la literatura previa, el efecto del pretratamiento osmótico en ensayos de biobalística, dependerá en gran medida tanto del tipo y concentración de los osmolitos aplicados, como del modelo biológico empleado, por lo que los resultados obtenidos pueden ser muy variables

[1, 3]. Finalmente, para confirmar la funcionalidad del transgén incorporado en el genoma microalgal, se realizaron ensayos de expresión del gen *gus* en clonas obtenidas en medio selectivo y confirmadas a través de PCR (Fig. 2).

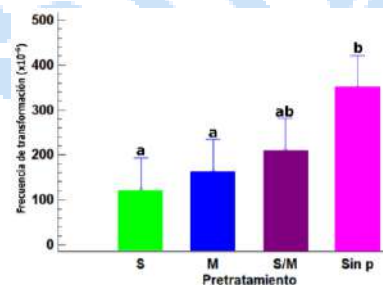


Fig. 1. Efecto de los pretratamientos osmóticos sobre la frecuencia de transformación de DUT.

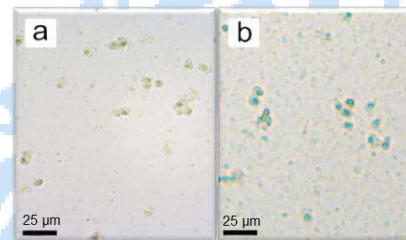


Fig. 2. Expresión del gen *gus* en clonas de DUT bombardeadas crecidas en medio selectivo. (a) células sin bombardear; (b) clona PCR-positiva seleccionada al azar crecida en medio selectivo.

Conclusiones. La aplicación de pretratamientos osmóticos en ensayos de transformación de *D. tertiolecta* por biobalística, tuvo un efecto negativo significativo sobre la frecuencia de transformación de clonas recombinantes obtenidas.

Bibliografía

- Santos-Ballardo DU, Germán-Báez LJ, Ambriz-Pérez DL, Meza-Ayala KA, Luna-Avelar KD, Valdez-Ortiz A (2019). *South African Journal of Botany* 125: 329-336.
- Norzagaray-Valenzuela CD, Germán-Báez LJ, Valdez-Flores MA, Hernández-Verdugo S, Shelton LM, Valdez-Ortiz A (2018). *Journal of Microbiological Methods* 150: 9-17.
- Congping Tan, Song Qin, Qun Zhang, Peng Jiang (2005). *The Journal of Microbiology* 43(4): 361-365.

VARIACIÓN METABÓLICA POR EL MIR-X01 EN TABACO

Vladimir Flores Benavides, Daniela Arrieta Flores, Valeria Lemus Castillo, Israel Benoni Vallejo Beristain, Fabiola Eloísa Jiménez Montejo, Flor de Fátima Rosas Cárdenas, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tepetitla, Tlaxcala, México C.P. 90700. fatyrosas@hotmail.com.

Palabras clave: Micro-RNA, Metabolismo, HPLC.

Introducción. Los miRNAs son importantes reguladores genéticos, implicados en todas las etapas de una planta, desde la germinación hasta senescencia (1). Al modular la expresión genética de mRNA, dependiendo del blanco puede desempeñar un papel particular, como la acumulación de metabolitos secundarios (2). En el presente trabajo se aisló un miRNA con potencial regulación de enzimas involucradas en biosíntesis de metabolitos secundarios de Tabaco.

Objetivo: Identificar por PCAs la variación metabólica de los datos del HPLC.

Metodología. Se transformaron en cultivo *in vitro* callos de *Nicotiana tabacum* con la cepa de *Agrobacterium tumefaciens* GV301 que contenían el vector de expresión pB7WG2D+miR-X01, y se recuperaron a plántulas que se aclimataron a invernadero. Se realizó una extracción (1g tejido / 5mL Solvente) con Etanol al 80% de las líneas sobreexpresoras (OE) obtenidas y se analizó el perfil metabólico por HPCL, en 4 longitudes de onda. Y los datos obtenidos de los cromatogramas, se analizaron por PCAs en SIMCA 16.

Resultados. El perfil metabólico obtenido de las plantas fue graficado en PCAs y coloreado por grupos. La variación metabólica entre plantas permite la separación de ambos, en R2X(1)=0.42 (Figura 1) se dispersaron en 2 conjuntos de datos, del lado negativo quedan las plantas Wild type (Color Verde) y del lado positivo las OE (Color Azul).

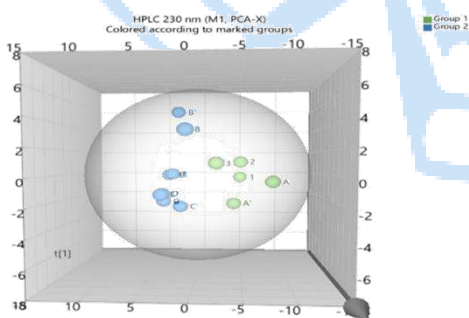


Fig. 1. PCA de cromatogramas a 230 nm. Grupo 1 - plantas Wild type. Grupo 2 – plantas sobreexpresoras.

El “S-plot” permite identificar los tiempos de retención con mayor variación en cada longitud de onda analizada, que corresponden a un metabolito secundario en específico. Por ello los que mayor aumento tuvieron son los tiempos (en minutos) de 3.47, 5.27, 2.47, 4.3, 4.1 y los que disminuyeron son 9.57, 13.25, 9.77, 14.24, 8.07.

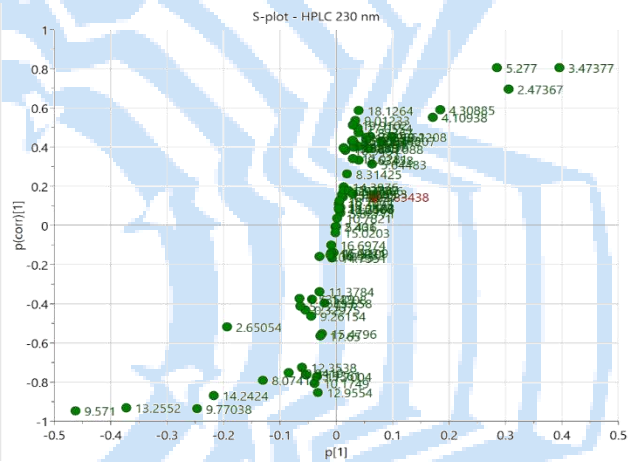


Fig. 2. S-plot de cromatogramas a 230 nm. Puntos verdes refieren a tiempos de retención.

Conclusiones. El gen miR-X01 expresado en tabaco indujo una variación en el metabolismo secundario de las plantas, los datos obtenidos del HPCL de los extractos etanólicos fueron analizados en SIMCA, logrando diferenciar por composición metabólica las plantas transformadas, además de identificar los tiempos de retención con mayor acumulación o disminución de un metabolito en específico.

Agradecimiento. Agradecemos a BEIFI y CONACYT por el apoyo económico para esta investigación.

Bibliografía.

- Dong Q, Hu B, Zhang C. MicroRNAs and Their Roles in Plant Development. *Front*. 2022. Vol. 13: 824240
- Owusu M, Zhou X, Mao M, Rafique F, Ma J. MicroRNAs Roles in Plants Secondary Metabolism (2021) *Plant Signal*. Vol. 16(7):1915590.

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO: UNA VARIABLE DE CALIDAD EN LA AGRICULTURA

Marcos Orozco, Francisco de la Torre, Larissa Cordero, Lizeth Valenzuela, Ali Asaff, Innovak Global, Investigación y Desarrollo, Chihuahua, 31375, morozco@innovakglobal.com

Palabras clave: suelo, microbioma, enzimas.

Introducción. La fertilidad microbiana de los suelos es una de las principales variables a evaluar para asegurar una alta productividad en los cultivos ya que, en la actualidad, el uso de microorganismos fitobenéficos ha aumentado gracias a la revolución verde haciendo importante su adecuada cuantificación. Existen diversas técnicas fáciles de ejecutar, sin embargo, no todas proporcionan la misma sensibilidad para diferenciar los cambios que se obtienen al realizar la aplicación enmiendas biológicas al suelo y por lo tanto se dificulta la oportuna toma de decisiones para la solución de problemas. El objetivo del presente trabajo es analizar las diversas metodologías propuestas en la literatura, con la finalidad de determinar su efectividad y finalmente seleccionar la o las mejores para el análisis de suelos.

Metodología. Las muestras de suelo se obtuvieron a partir de cultivos de *S. lycopersicum* tratadas con un consorcio microbiano, así como un testigo. Para la evaluación de la fertilidad microbiana se emplearon las siguientes metodologías: determinación de UFC/g suelo para bacterias y hongos mesófilos aerobios, flujo de CO₂ (1), Kit Solvita®, consumo de oxígeno disuelto (sensor polarográfico para OD), actividad deshidrogenasa (2,3) e hidrólisis de diacetato de fluoresceína (FDA) (4,5).

Resultados. Las metodologías empleadas permiten diferenciar ambos tipos de muestra. Los análisis enzimáticos (Tabla 1), además de presentar confiabilidad, proponen una mayor velocidad en la obtención de resultados y aseguran al agricultor el impacto positivo del uso de enmiendas biológicas en sus cultivos. Estos resultados contrastan con lo obtenido en la cuantificación de bacterias y hongos viables (Fig. 1) obteniendo mayores UFC/g en el suelo tratado.

Tabla 1. Cuadro comparativo de la técnica de captación de CO₂ vs métodos enzimáticos.

Muestra	Flujo de CO ₂ (mg CO ₂ /m ² /h)	Actividad deshidrogenasa (mg de TTC-Formazan/g suelo/24 hrs.)	Hidrólisis de FDA (µg/mL de fluoresceína)
Consortio	817.04	1.678	0.441
Testigo	730.44	1.303	0.207
t student	p=0.006	p=0.000	P=0.002

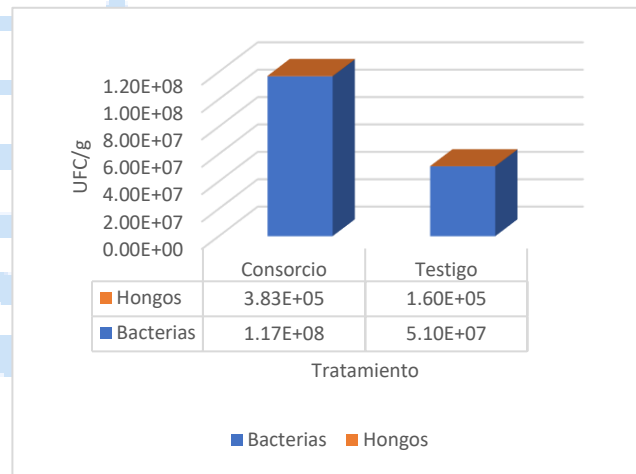


Fig. 1. Determinación de células viables en suelo como UFC/g

Conclusiones. Las metodologías evaluadas permiten diferenciar entre suelos con baja y alta fertilidad microbiana, sin embargo, las técnicas enzimáticas (Actividad deshidrogenasa e hidrólisis de FDA) proponen una forma más efectiva de cuantificar de manera indirecta el estado microbiológico del suelo.

Bibliografía.

1. Bracamontes, L., Fuentes, M., Rodríguez, M., Macedas, J. (2018). UNAM. México.66-67.
2. Casida, L, Klein, D., Santoro, T. (1964). Penn State Uni. 371-376.
3. Shi, Y., Zidai, M., Hamel, C., Bélanger, G., Abdi, D., Lajenunesse, J., Landfond, J., Lalonde, R., Shang, J. (2019). Applied Soil Ecology. 2-3.
4. Frlolov, O., Terekhin, A., Yakushev, A., Yu, E. (2022). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1-6
5. Gajda, A., Czyz, E., Dexter, A., Furtak, K., Grzadziel, J., Stanek-Tarkowska, J. (2018) Int Agrophys. Vol (32): 81-91.

ACERCAMIENTO IN SILICO DE LOS *miARNs* INVOLUCRADOS EN LA REGULACIÓN DE METABOLISMO ESPECIALIZADO EN LA PLANTA MEDICINAL *Castilleja tenuiflora*

Aída Araceli Rodríguez Hernández, Gilberto Basilio Villa Rojas, Yair Cárdenas Conejo, Gabriela Trejo Tapia, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Departamento de Biotecnología, Laboratorio de Productos Naturales, Yautepec, Morelos 62731, arodriguezhe@ipn.mx

Palabras clave: miRNAs, Secuencias, Plantas

Introducción.

Castilleja tenuiflora Benth. (Orobanchaceae) es una planta medicinal (1) cuyas propiedades farmacológicas se deben a la presencia de polifenoles y terpenos (2, 3). El metabolismo especializado de las plantas tiene diferentes niveles de regulación genética. Los micro RNAs (miRNAs) participan en la regulación a nivel post-transcripcional de una gran cantidad de transcritos. Los miRNAs son secuencias de RNA de cadena sencilla no codificantes de entre 17 a 25 nucleótidos que están implicados en la regulación de genes del metabolismo especializado de las plantas (4). El objetivo del presente trabajo fue realizar un acercamiento *in silico* de las secuencias de los miARNs conservados en algunas plantas y compararlos con plantas relacionadas filogenéticamente con *C. tenuiflora*.

Metodología.

Para ello, se realizaron alineamientos de las secuencias con regiones consenso de los miRNAs conservados así como predicciones de la estructura secundaria Stem-Loop. Las secuencias de los miRNAs seleccionados fueron obtenidas de la base de datos miRBASE, se buscaron especies de plantas relacionadas con *C. tenuiflora* con genomas dentro del clado "Lamiids".

Resultados.

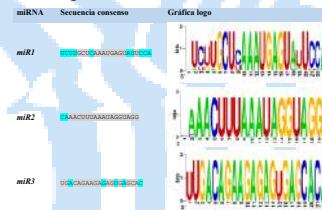
A partir de los análisis realizados a través de alineamientos múltiples, se lograron depurar alrededor de 30 miRNAs, estos fueron seleccionados por su porcentaje de identidad y presencia mínima de gaps en la secuencia, la región consenso se obtuvo a partir del resultado comparativo, donde se identificaron nucleótidos y posiciones altamente conservadas y divergentes.

Los porcentajes de identidad encontrados fueron para *miR1* de 83.51%, para *miR2* de 89.47% y para *miR3* de 71%. Para el análisis de identificación de los miRNAs, se utilizaron secuencias de las plantas del clado de las "Lamiids" encontrando así a estos miRNAs en un 75% del total de las plantas pertenecientes al mismo.

miRNA	Planta	Secuencia
<i>miR1</i>	<i>S. latifolia</i>	UUCUCCUUAAGAGAGUUCUUA
	<i>A. guthriei</i>	UUCUCCUUAAGAGAGUUCUUA
	<i>A. marina</i>	UUCUCCUUAAGAGAGUUCUUA
	<i>O. europaeus</i>	UUCUCCUUAAGAGAGUUCUUA
	<i>C. annuum</i>	UUCUCCUUAAGAGAGUUCUUA
<i>S. hespericum</i>	UUCUCCUUAAGAGAGUUCUUA	

Fig. 1. Alineamiento múltiple y región consenso de *miR1*. La región resaltada en gris representa los nucleótidos y regiones conservadas, en color azul se resaltan los nucleótidos con más repeticiones y en blanco los nucleótidos con menos repeticiones. Cada alineamiento se generó en el software en línea Clustal omega

Tabla 1. Representación gráfica de la conservación de nucleótidos presentes en la región consenso de *miR1*, *miR2* y *miR3* en *C. tenuiflora*.



Conclusiones. El análisis *in silico* muestra que existe una gran conservación en las secuencias que conforman los miRNAs *miR1*, *miR2* y *miR3*.

Agradecimiento.

Este proyecto contó con financiamiento de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN a través de los proyectos multidisciplinarios 2020 y 2183. GBVR contó con beca nacional del CONACyT y del programa BEIFI-IPN 20210082.

Bibliografía.

- Argueta, A. (1994). Atlas de la Medicina Tradicional Mexicana. Instituto Nacional Indigenista. México. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/creditos-apmtm.html>
- Arango-De La Pava, L.D., Zamilpa, A., Trejo-Espino J.L., Domínguez-Mendoza, B.E., Jiménez-Ferrer, E., Pérez-Martínez, L., Trejo-Tapia G. (2021). Synergism and subadditivity of verbascoside-lignans and -iridoids binary mixtures isolated from *Castilleja tenuiflora* Benth. on NF-κB/AP-1 inhibition activity. *Molecules*. 26, 547. <https://doi.org/10.3390/molecules26030547>
- Gómez-Aguirre Y., Zamilpa A., González M., Trejo-Tapia G. (2012). Adventitious root cultures of *Castilleja tenuiflora* Benth. as a source of phenylethanoid glycosides. *Industrial Crops and Products* 36(1): 188-195. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.005>
- Voinnet O. (2009) Origin, biogenesis, and activity of plant microRNAs. *Cell* 136(4): 669-687, <https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.01.046>

EFFECTO DE UN INSECTICIDA COMERCIAL SOBRE ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS DE *Trichoderma sp.*

Caliope Mendarte-Alquisira, Alejandro Alarcón, Ronald Ferrera-Cerrato, Colegio de Postgraduados Posgrado en Edafología, Texcoco, Estado de México, C.P. 56264, cma.asgmc@gmail.com

Palabras clave: piretroides, carbamatos, Trichoderma

Introducción. El uso de piretroides y carbamatos puede causar efectos adversos sobre microorganismos como *Trichoderma* que se utilizan en el biocontrol y manejo integrado de plagas (1). Este trabajo evaluó la influencia de un insecticida comercial (H24®) a base de dos piretroides y un carbamato sobre la liberación de enzimas quitinasas, peroxidasas y endoglucanasas por un cultivo mixto de cepas seleccionadas de *Trichoderma sp.*

Metodología. Se trabajó con un cultivo mixto de cuatro cepas de *Trichoderma sp.* capaces de tolerar hidrocarburos (2). Se utilizó como referencia a la cepa *Phanerochaete chrysosporium*-ATCC 34540. Se empleó un medio mineral (3) suplementado con 100 µg mL⁻¹ del insecticida comercial H24® compuesto por dos piretroides (permetrina y praletrina) y un carbamato (propoxur) y sacarosa. El inóculo inicial se ajustó a 1x10⁶ esporas mL⁻¹. Los cultivos, con cuatro réplicas cada uno, se mantuvieron 8 días a 200 rpm y 28°C. Después se cuantificaron las proteínas y las actividades enzimáticas peroxidasas (POX), quitinasas (GlcNAc) y endoglucanasas (CMCasa) extracelulares.

Resultados.

El insecticida comercial H24® incrementó la cantidad de proteína y la actividad POX extracelular del cultivo mixto de *Trichoderma sp.* (Fig. 1).

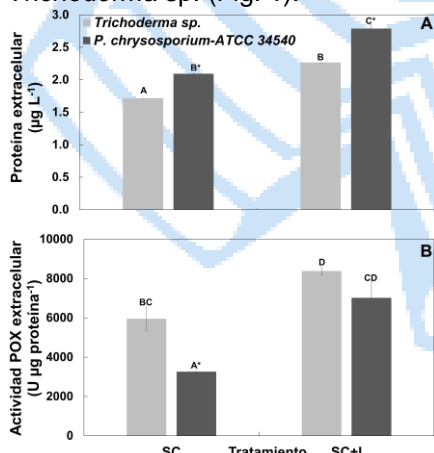


Fig. 1. a) Proteína (µg L⁻¹) y b) actividad peroxidasa (POX, U µg de proteína⁻¹) extracelulares de *Trichoderma sp.* y *P. chrysosporium*-ATCC 34540 en medio de cultivo líquido en ausencia (SC) y presencia (SC+I) de 100 µg mL⁻¹ del insecticida comercial H24®.

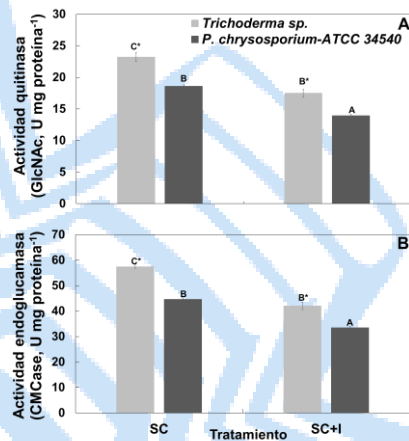


Fig. 2. a) Actividad quitinasa (GlcNAc, U mg de proteína⁻¹) y b) actividad endoglucanasa (CMCasa, U mg de proteína⁻¹) extracelulares de *Trichoderma sp.* y *P. chrysosporium*-ATCC 34540 en medio de cultivo líquido en ausencia (SC) y presencia (SC+I) de 100 µg mL⁻¹ del insecticida comercial H24®.

En general, la presencia del insecticida redujo las actividades quitinasa (GlcNAc) y endoglucanasa (CMCasa) producidas tanto por el cultivo mixto de *Trichoderma sp.* como por *P. chrysosporium*-ATCC 34540 (Fig. 2), sin embargo, ambas actividades siempre fueron significativamente mayores en el cultivo mixto de *Trichoderma sp.*

Conclusiones. La mezcla de las cuatro cepas de *Trichoderma sp.* produjo mayor cantidad de proteína extracelular y alta actividad de las enzimas POX. La presencia del insecticida comercial afectó negativamente las actividades quitinasa y endoglucanasa en el cultivo mixto de *Trichoderma sp.* Estas respuestas deben considerarse al usar estos microorganismos en combinación con insecticidas orgánicos destinados al manejo integrado de plagas, para garantizar que *Trichoderma sp.* no pierda su capacidad enzimática para el control biológico.

Agradecimiento. Al CONACYT, por otorgar una beca para la estancia posdoctoral (2019-2020) de C. M-A.

Bibliografía.

- Singh G, Arya SK. (2019) *Biocatal Agric Biotechnol.* 20: 101289
- Argumedo-Delira R, Alarcón A, Ferrera-Cerrato R, Almaraz JJ, Peña-Cabrales JJ. (2012) *J Environ Manage.* 95: S291-S299.
- Gao L, Sun MH, Liu XZ, Che YS. (2007) *Mycol Res.* 111: 87-92

ENCAPSULADO DE MICELIO DE *STREPTOMYCES* Y DESHIDRATACIÓN CON FLUJO DE AIRE A TEMPERATURA AMBIENTE

María Elena Mancera-López, Josefina Barrera-Cortés, Jocelyn Sosa

Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Biotecnología y Biotecnología. Unidad Zacatenco. Ciudad de México, C.P. 07360 México.

jbarrera@cinvestav.mx

Palabras clave: Actinomicetos, Células vegetativas, Tambor rotatorio;

Introducción. Se ha reportado el desarrollo de formulaciones sólidas de alginato deshidratado a base de bacterias del género *Streptomyces* como agentes de control biológico y promotores del crecimiento. La encapsulación es una tecnología para la formulación de agentes de control biológico. El alginato, usado como agente encapsulante, es un material inerte que sirve para proteger al material biológico de factores ambientales, mientras que la deshidratación ayuda a prolongar la viabilidad del microorganismo encapsulado. La eliminación de humedad a temperatura ambiente, en películas de alginato, permite mantener superficies uniformes y en buenas condiciones, en comparación con aquellas secadas a altas temperaturas (1). El uso de células vegetativas en formulados en forma de polvo requiere procesos de deshidratación de bajo estrés para evitar su pérdida de viabilidad (2).

El objetivo de este trabajo fue obtener una formulación sólida y deshidratada a base de capsulas de alginato utilizando un cultivo de *Streptomyces* sp.

Metodología. El material biológico (micelio o esporas) se inmovilizó en cápsulas de alginato de acuerdo a la metodología ya reportada (3). La deshidratación se realizó por arrastre de humedad en un secador tipo tambor rotatorio alimentado con un flujo de aire a temperatura ambiente. Se estudio el uso de agentes que permitan conservar o mejorar la viabilidad del material biológico (medio de cultivo, goma arábica, trehalosa o caolín) y se determinaron los perfiles de deshidratación para flujos de aire en un rango de 2-10 L/min así como la viabilidad del microorganismo encapsulado después del proceso de secado.

Resultados. El secado de las cápsulas con flujos de aire superiores a 4 L min⁻¹ provocó la pérdida de viabilidad del micelio. Cubrir las cápsulas de alginato con goma arábica reduce la pérdida de viabilidad hasta

en un 13 %. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Viabilidad (%) del micelio de *Streptomyces* sp. al inmovilizarse en una matriz de alginato de calcio y posterior deshidratación.

Agente protector	Encapsulado	Deshidratado 4 L min ⁻¹
Trehalosa YGM	100 ± 0	10 ± 1
YGM + Trehalosa	89 ± 7	27 ± 6
YGM + Kaolín	63 ± 6	4 ± 0.3
YGM Goma arábica	61 ± 4	100 ± 0
YGM	64 ± 5	26 ± 2

YGM = Medio de cultivo empleado en el cultivo y propagación de *Streptomyces*

Conclusiones. El método de encapsulación implementado permitió producir formulaciones viables (87%) con un diámetro de partícula promedio de 1 mm. Eliminar la humedad de las capsulas empleando aire puede llevar mucho tiempo si se compara con los procesos de deshidratación convencionales, pero es un método de bajo costo con potencial para escalar.

Agradecimiento. María de Lourdes Rojas Morales (LANSE) Cinvestav-IPN) y Gustavo Gerardo Medina Mendoza por su apoyo en el análisis de muestras.

Bibliografía.

1. Al-Harrasi, A.; Bhatia, S.; Al-Azri, M.S.; Ullah, S.; Najmi, A.; Albratty, M.; Meraya, A.M.; Mohan, S.; Aldawsari, M.F. Effect of Drying Temperature on Physical, Chemical, and Antioxidant Properties of Ginger Oil Loaded Gelatin-Sodium Alginate Edible Films. *Membranes* 2022, 12, 862.
2. Berninger, T.; González-López, Ó.; Bejarano, A.; Preininger, C.; Sessitsch, A. Maintenance and assessment of cell viability in formulation of non-sporulating bacterial inoculants. *Microb. Biotechnol.* 2018, 11(2), 277–301.
3. Mancera-López, M.E.; Izquierdo-Estévez, W.F.; Escalante-Sánchez, A.; Ibarra, J. E.; Barrera-Cortés, J. Encapsulation of *Trichoderma harzianum* conidia as a method of conidia preservation at room temperature and propagation in submerged culture. *Biocontrol Sci. Technol.* 2019, 29(2), 107-130.

EVALUACIÓN DE BACTERIAS Y HONGOS COMO AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO CONTRA *Sclerotinia* sp.

Rubi Alvarado-Lerma, Efren R. Robledo-Leal, Raúl Asael Rodríguez-Villarreal. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Micología y Fitopatología, San Nicolas de Los Garzas, 66455, rubi.alvaradolrm@uanl.edu.mx

Palabras clave: Fitopatógeno, Esclerocios, Antagonista

Introducción. El fitopatógeno *Sclerotinia* spp. es un hongo con un amplio rango de hospedantes con una enfermedad es conocida como el moho blanco. *Sclerotinia* afecta a más de 360 plantas en el mundo que causa una enfermedad llamada moho blanco (1). El control del *Sclerotinia* es difícil, esto se debe a que presenta esclerocios como estructura de resistencia; los cuales son el producto de la reducción de espacio de las hifas creando una corteza dura (2). Los esclerocios se mantienen en un estado de latencia que puede durar largos periodos de tiempo. Dentro del control químico, se han evaluado los compuestos activos Carbendazim, Vinclozolin y Fludioxonil sobre *Sclerotinia* spp. presentando un 50% de inhibición (3). Esta problemática hace uso del control biológico: uso de estrategias para la prevención de enfermedades en plantas, usando organismos antagonistas.

Nuestro objetivo fue evaluar la actividad inhibitoria de los antagonistas bacterianos (AB): *Bacillus amyloliquefaciens* (MT 22), *Bacillus thuringiensis* (MT 36.2), y antagonistas fúngicos (AF): *Penicillium* sp. (MT 14) y *Paecilomyces* sp. (MT 25), ante *Sclerotinia*.

Metodología. El material biológico fue proporcionado del cepario del Laboratorio de Micología y Fitopatología de la FCB, UANL, realizando su activación antes del ensayo. Se llevo a cabo confrontación dual de las especies antagonistas contra *Sclerotinia* sp. (Sc.). Se midió el crecimiento colonial de la cepa de Sc. a partir del punto de inoculación en dirección al antagonista (R1) por triplicado; también se midió el crecimiento individual de Sc. en un tratamiento control (R2) como se muestra en la Fig. 1. Los AB: MT 22 y MT 36.2 cada uno se ajustaron sus cargas a la escala de MacFarland tubo 0.5, puestos en caja Petri con Agar Nutritivo (AN) se colocó 10µL de la carga microbiana a 6cm de distancia se colocó un disco de agar con Sc. de 6mm, se incubó a 10 días a 25°C. Los AF: MT 14 y MT 25 cada uno se colocó en caja Petri con Agar Papa Dextrosa (PDA) colocando discos de agar de 6mm y a 6cm de distancia se colocó un disco de agar con Sc. de 6mm, se incubó por 21 días a 25°C. Se calculó el porcentaje de inhibición (PI) de Sc. usando la formula:

$$PI = [100 - (R1 * 100)] / R2$$

Resultados. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico IBM SPSS. Realizando ANOVA y comparaciones de medias HSD Tukey a.b $P < 0.05$. Las colonias del fitopatógeno *Sclerotinia* en confrontación mostraron una reducción en su desarrollo mayor que el 50 % como se muestra en la Fig.2.



Fig. 1. Confrontación dual. 1: Control AB, 2: Sc. con MT 22, 3: Sc. con MT 36.2, 4: Control AF, 5: Sc. con MT 14 y 6: Sc. con MT 25.



Fig. 2. Porcentaje de inhibición de *Sclerotinia* ante antagonistas, las diferencias significativas se representan con las letras A y B.

Conclusiones. Los antagonistas bacterianos y fúngicos *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. thuringiensis*, *Penicillium* sp. y *Paecilomyces* sp., presentaron inhibiciones de 85.66, 88.38, 79.73 y 79.79%, respectivamente, contra *Sclerotinia* sp.

Agradecimiento. RAL agradece a CONACYT la beca asignada (No. 844650) para realizar la Maestría en MYAIRB (SNP-CONACYT).

Bibliografía.

- Pohronezny, K.L. (1993) White mold. In: Compendium of tomato diseases. The American Phytopathological Society Press. Second Printing. St. Paul, MN, USA. 73 p.
- Ordóñez-Valencia, C., Ferrera-Cerrato, R., Alarcón, A., Hernández-Cuevas, L., y Larsen, J. (2018) Desarrollo morfológico temprano de esclerocios por *Sclerotinia sclerotiorum* en presencia de bicarbonato de potasio. Revista Mexicana De Fitopatología, 36 (3). doi: 10.18781/r.mex.fit.1803-4
- Matheron, M. E. y M. Porchas. (2004) Activity of boscalid, fenhexamid, fluazinam, fludioxonil and vinclozolin on growth of *sclerotinia minor* and *sclerotinia sclerotiorum* and development of lettuce drop. Plant Disease 88(6): 665-668.

MICROPROPAGACION POR CULTIVO *in vitro* DE *Echinocactus Platyacanthus*, ESPECIE EN PELIGRO DE EXTINCION.

David Tavera, Laura Martínez

Universidad Anáhuac México, Facultad de Ciencias de la salud, Edo. De México CP 52785
david.taveraes@anahuac.mx

Palabras clave: Micropropagación, Cactáceas, Echinocactus Platyacanthus

Introducción. La micropropagación *in vitro* es una multiplicación masiva del cultivo de tejidos de manera aséptica y ha demostrado mejoras respecto a otros sistemas de propagación (1). Las cactáceas pertenecen a la familia Cactaceae y habitan en el continente americano (1). México es el país número uno por la riqueza de cactáceas que se distribuyen en casi todo el País (2). *Echinocactus Platyacanthus* es una planta endémica de México, declarada en peligro de extinción debido a que tradicionalmente se utiliza para la elaboración de un dulce conocido como acitrón; puede llegar a medir 2 m de altura y 80 cm de diámetro, produce flores durante todo el año, pero principalmente entre julio y septiembre debido al calor y la humedad (3). El objetivo de este proyecto fue el diseño de un protocolo para el cultivo *in vitro* de *Echinocactus Platyacanthus* para su posterior aclimatación utilizando bioestimulantes y sustratos comerciales.

Metodología. Se diseñó un protocolo de desinfección de semillas que fueron donadas por un Jardín Botánico del Estado de Hidalgo. El protocolo consiste en la sumersión de semillas en dextrán (2%), etanol (70%) e hipoclorito de sodio (10%) durante diferentes tiempos y con enjuagues con agua destilada. Se diseñó un medio de cultivo basado en la composición del medio Murashige-Skoog adicionando vitaminas, sacarosa (30 g/L), reguladores de crecimiento: BAP (1 mg/L) y ANA (0.5 mg/L), ácido ascórbico (100 mg/mL) y un preservante comercial para evitar la contaminación microbiana (1 mL/L) y se probó a 100, 75 y 50% de concentración de macro y micronutrientes del medio MS base. Se evaluaron la germinación (%), la altura del cuerpo, el diámetro y la longitud de las raíces para determinar en qué medio de cultivo se obtuvieron la mayor cantidad de plantas germinadas. Los cultivos se mantuvieron en una incubadora vegetal a 25 °C con ciclos de 8/16 h de luz oscuridad, con luz led roja y azul con resiembras cada 3 semanas.

Resultados. El protocolo de desinfección diseñado resultó ser efectivo debido a que no se presentaron contaminaciones microbianas en los medios de cultivo. En la figura 1 se muestran las semillas germinadas en

medio MS. Para el tratamiento con el medio al 75%, se obtuvo un % de germinación de 70%.



Fig. 1. Germinación de Semillas de *Echinocactus platyacanthus*. Primeros brotes en germinar al termino de 20 días.

Previo a la aclimatación, se midieron las cactáceas sin encontrar diferencias entre las formulaciones de medio de cultivo diseñadas.



Fig. 2. Medición rutinaria de plántulas, a dos meses de su germinación, pertenecientes a *Echinocactus platyacanthus*.

Conclusiones. De las mediciones realizadas, el mayor crecimiento de raíz y de tallo, se obtuvo en la concentración del 75% de medio MS con bioestimulante (BAP, ANA). Se recomienda el uso de esta concentración de medio MS para el crecimiento de *Echinocactus platyacanthus*.

Agradecimiento. Quisiera agradecer especialmente a la doctora Laura Martínez Montiel por su apoyo para la realización de este proyecto y a la Universidad Anáhuac México por el uso de sus instalaciones.

Bibliografía.

1. Villalobos A, Thorpe A. (2019) Capitulo 6. En: *Micropropagación: conceptos, metodología y resultados*. Carballo A. CONACYT, México, 128-130.
2. Hernández-Flores SD, Vargas-Licona G. UNO Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1 Acitrón, dulce elaborado con especies en riesgo de extinción Acitrón sweet made with species in risk of extinction. Publicación semestral 2021;4(7):1.
3. Pedraza S, M.E., Cruz M, Gutiérrez R, Sánchez. (2015). CALLUS INDUCTION AND PLANT REGENERATION IN *ECHINOCACTUS PLATYACANTHUS*. Acta Hort. 1083, 173-179
DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1083.20
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1083.20>

ACTIVIDAD ANTAGONISTA *IN VITRO* DE ORGANISMOS ENDÓFITOS AISLADOS DE LA FRESA (*Fragaria x ananassa*) CONTRA *PESTALOTIOPSIS* SP. ASOCIADA A LA PUDRICIÓN DE RAÍZ Y CORONA EN EL CULTIVO DE FRESA

Karla A. Salazar-Morin, Antonino Baez, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Puebla C.P. 72570, karla.salazarm@alumno.buap.mx

Palabras clave: *Pestalotiopsis*, endófitos, antagonismo

Introducción. Recientemente el cultivo de fresa en el estado de Guanajuato se ha visto afectado por un hongo asociado con la podredumbre de la raíz y la corona, y con manchas foliares que llevan al marchitamiento y muerte de la planta (1,2), causando pérdidas económicas importantes. Al ser este cultivo de gran importancia comercial (3) es de vital importancia encontrar la manera de controlar la enfermedad, ya que el manejo convencional con fungicidas químicos no ha sido efectivo. El uso de organismos endófitos puede ser una alternativa para el control de diversas enfermedades causadas por hongos fitopatógenos (4). En el presente trabajo se determina si los propios organismos endófitos de la fresa son capaces de mostrar una actividad antagonista contra el fitopatógeno.

Metodología. Se aislaron hongos de tejido enfermo de fresa con sintomatología de enfermedad. También se aislaron organismos endófitos, tanto bacterias como hongos de tejidos de plantas de fresa sanas (raíz, tallo, hoja y fruto). Se purificaron y eligieron aquellos que mostraban morfologías diferentes entre sí. Se evaluó la posible actividad antagonista de los endófitos aislados contra el *Pestalotiopsis* sp. *in vitro* mediante un cultivo dual. El hongo se colocó en medio de la caja Petri y paralelamente se inoculó el endófito. Finalmente se determinó el porcentaje de inhibición del hongo.

Resultados.

Se aislaron diversos hongos, *Pestalotiopsis* sp y otros, de tejido enfermo de fresa. Se aislaron 37 organismos endófitos de los cuales se ha evaluado la actividad antagonista de 17, siendo 9 los que muestran valores de antagonismo superiores al 50% de inhibición del hongo.

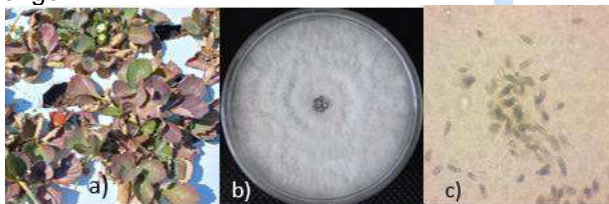


Fig. 1. Obtención del hongo *Pestalotiopsis* sp. de tejido de fresa. a) Plantas de fresa enfermas. b) *Pestalotiopsis* sp. en medio PDA, c) Conidios con características del género aislado.

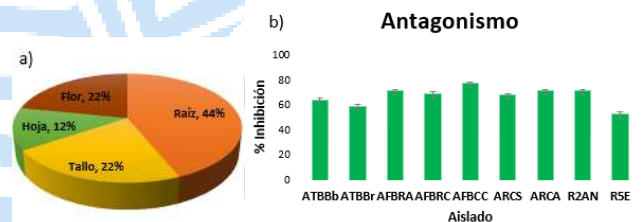


Fig. 2. Organismos endófitos. a) Distribución de organismos endófitos obtenidos en diferentes tejidos, b) Porcentajes de inhibición de bacterias endófitas.



Fig. 3 Actividad antagonista *in vitro* mediante la técnica de cultivo dual del endófito AFBCC1 aislado del fruto.

Conclusiones.

El hongo *Pestalotiopsis* sp. está presente en las plantas de fresa ya que se aisló de tejido enfermo. Se aislaron hongos y bacterias endófitas. Se han estudiado 17 bacterias endófitas, siendo 9 las que muestran mejor actividad antagonista y AFBCC1 el endófito con el mayor porcentaje de inhibición frente al hongo, pudiendo ser un candidato para el biocontrol de *Pestalotiopsis* sp.

Agradecimiento.

Al CONACYT por la beca número 821983 y a la VIEP-BUAP por el proyecto ID: 00183.

Bibliografía.

- Morales et al. (2019) *Plant Dis.* 103(2668).
- Rebollar et al. (2020) *Plant Dis.* 104: 2054-2059.
- SIAP, 2021.
- Rodríguez J. (2015) Endophyte biodiversity vegetales species and their potential biopesticide. Trabajo de fin de grado. Universidad de la laguna, Departamento de Botánica.

EVALUACIÓN *in vitro* E *in planta* DE RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL AISLADAS DE *Echinocactus platyacanthus*

L. I. Salinas-Virgen¹, M. E. de la Torre-Hernández², J. F. Aguirre-Garrido³, H. C. Ramírez-Saad⁴

¹Doctorado en Ciencias Agropecuarias, UAM-Xochimilco. ²Programa Investigadores por México, CONACyT-UAM Xochimilco. ³Depto. Ciencias Ambientales, UAM-Lerma. ⁴Depto. Sistemas Biológicos, UAM-Xochimilco. 04960 Ciudad de México, México.
2193802285@alumnos.xoc.uam.mx

Palabras clave: Rizósfera, cactáceas, PGPR

Introducción. Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés) son bacterias de gran interés agroecológico que se asocian con plantas, favoreciendo su crecimiento mediante diferentes actividades metabólicas (1): fijación de nitrógeno, producción de fitohormonas, solubilización de P y K, producción de sideróforos y de compuestos orgánicos volátiles, biocontrol de fitopatógenos, etc. (2). Las PGPR asociadas a cactáceas como *E. platyacanthus* resultan interesantes dado que se encuentran en ambientes extremos propios de las regiones áridas que habitan estas plantas, aumentando su capacidad adaptativa y de sobrevivencia en ellos. Sin embargo, actualmente existen pocos estudios sobre la asociación de cactáceas con bacterias de este tipo. El objetivo de este trabajo fue evaluar *in planta* la capacidad PGPR de bacterias aisladas de la rizósfera de la biznaga dulce *E. platyacanthus*.

Metodología. Once cepas bacterianas aisladas de la rizósfera de *E. platyacanthus* fueron caracterizadas *in vitro* como PGPR, se evaluaron *in planta* inoculando semillas de *Arabidopsis thaliana* (Col-0, *Wild type*) con cada cepa, registrando parámetros de crecimiento vegetal. Los resultados se analizaron con ANOVA y *post hoc* de Tukey (3). Las 3 cepas que exhibieron los mejores resultados en *A. thaliana* se inocularon en semillas de *E. platyacanthus*.

Resultados. Las 11 cepas se ubicaron en los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Stenotrophomonas* (4), todas presentaron alguna característica PGPR como la capacidad de producir indoles, solubilizar fosfato, ejercer control biológico sobre *F. solani* y la capacidad de producir sideróforos (5). En el ensayo en *A. thaliana*, las cepas: *Stenotrophomonas maltophilia* EMP31 que produce 55.47 µg/mL de indoles e inhibe hongos fitopatógenos, *Bacillus cabrialesii* que produce 58.97 µg/mL de indoles, EMP35 y *Pseudomonas atacamensis* EMP1.2 que produce 68.86 µg/mL de P soluble y produce sideróforos para 10 iones metálicos, mostraron los mejores resultados (Tabla 1) y se seleccionaron para inocular *E. platyacanthus*.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento evaluados en *Arabidopsis thaliana* sometida a los diferentes tratamientos, Control negativo, Control positivo y bacterias seleccionadas por sus capacidades PGPR.

Treatmento	Supervivencia (%)	Tiempo de aparición del tallo principal (semanas)	Tiempo de aparición de los tallos secundarios (semanas)	Número total de tallos	Formación de roseta (%)	Diámetro de la roseta (cm)	Tiempo de aparición de inflorescencias (semanas)	Número total de inflorescencias	Altura del cuerpo aéreo (cm)
Control negativo (Agua estéril)	91.67	3.27 (AB)	5.43 (ABC)	2.72 (B)	90.91	2.23 (B)	3.57 (AB)	15.64 (C)	10.68 (BC)
Control Positivo (<i>Azospirillum brasilense</i>)	100	3 (AB)	5.26 (ABC)	5 (ABCD)	100	2.54 (B)	3 (AB)	26.52 (ABC)	11.89 (ABC)
<i>Pseudomonas tomerensis</i> (EMP1)	100	4 (AB)	6.09 (A)	3 (D)	92.31	2.79 (B)	4 (A)	15 (C)	11.12 (ABC)
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>inquasorum</i> (EMP6)	100	2.83 (AB)	5.27 (ABC)	4.42 (ABCD)	83.33	2.54 (AB)	3 (AB)	20.5 (BC)	9.84 (C)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (EMP2)	91.67	3 (AB)	4.9 (ABC)	4.18 (BCD)	81.82	2.66 (B)	3 (AB)	24.55 (BC)	12.75 (ABC)
<i>Bacillus tomerensis</i> (EMP13)	100	3.58 (AB)	5.73 (AB)	3.25 (CD)	100	3.07 (AB)	3.67 (AB)	18.58 (C)	14.09 (ABC)
<i>Pseudomonas</i> (EMP16)	100	2.92 (B)	5.08 (ABC)	5.69 (ABC)	92.31	2.98 (AB)	2.82 (B)	36.61 (AB)	15 (ABC)
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>inquasorum</i> (EMP23)	100	2.71 (B)	4.71 (BC)	4.88 (ABCD)	100	3.02 (AB)	2.71 (B)	27.29 (ABC)	15.53 (A)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (EMP31)	100	3.08 (AB)	4.64 (BC)	5.17 (ABCD)	100	2.46 (B)	3.17 (AB)	24.42 (BC)	11.78 (ABC)
<i>Bacillus cabrialesii</i> (EMP35)	100	2.42 (B)	4.25 (C)	7.17 (A)	100	3.19 (AB)	2.59 (B)	42.92 (A)	14.14 (ABC)
<i>Bacillus velezensis</i> (EMP38)	100	2.69 (B)	4.85 (ABC)	5.38 (ABCD)	100	2.72 (B)	3 (AB)	28.92 (ABC)	13.2 (ABC)
<i>Bacillus paratyphicus</i> (EMP40)	100	2.85 (AB)	4.89 (ABC)	5.77 (ABCD)	100	3.82 (A)	3 (AB)	30.92 (ABC)	15.12 (AB)
<i>Pseudomonas atacamensis</i> (EMP1.2)	100	2.57 (B)	4.83 (C)	6.88 (AB)	100	2.73 (B)	2.57 (B)	36 (AB)	13.86 (ABC)
ANOVA		p<0.0047	p<0.0001	p<0.0001		p<0.0001	p<0.0008	p<0.0001	p<0.0004
χ ²					p=0.7979				

Se muestra el valor de p para cada prueba indicado por un ANOVA para variables cuantitativas y por χ² para variables cualitativas. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas obtenidas por una prueba de Tukey.

Conclusiones. De las 11 bacterias probadas en *A. thaliana*, se eligió una de cada género con los mejores resultados para ser probadas en la cactácea de la que fueron aisladas. Se observó mayor tasa de germinación en las semillas inoculadas, en contraste con el control negativo, por lo que se determinó que estas bacterias resultan ser benéficas para las plantas y podrían ser candidatas para la elaboración de biofertilizantes.

Agradecimientos. A las convocatorias para el Desarrollo Académico 2023, proyecto número "X". LSV recibe una beca para estudios de posgrado No XXX de CONACYT.

Bibliografía.

- DE-BASHAN L, HOLGUIN G, GLICK B, BASHAN, FERRERA-CERRATO R & ALARCÓN R. (2007). Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. En: *Microbiología agrícola: Hongos, bacterias, micro y macrofauna* Editorial Trillas, México, 170-224.
- POSADA CASTAÑO A, MEJÍA DURANGO D P, POLANCO ECHEVERRY D, & CARDONA ARIAS, J (2021). Rev. Inv. Agraria y Ambiental, 12:161-178.
- SALINAS-VIRGEN L (2019). Identificación y caracterización de la actividad PGPR de bacterias rizosféricas y endófitas aisladas de *Echinocactus platyacanthus* (biznaga dulce) creciendo en condiciones silvestres y de invernadero en el semidesierto queretano. Tesis M. en C.A. UAM-Xochimilco.
- SALINAS-VIRGEN L, DE LA TORRE HERNÁNDEZ M E, AGUIRRE GARRIDO J & RAMÍREZ SAAD H (2020). REMexCA, 11: 531-542.
- DE LA TORRE-HERNÁNDEZ M E, SALINAS-VIRGEN L, AGUIRRE-GARRIDO J, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ A, MARTÍNEZ-ABARCA F, MONTIEL-LUGO D, & RAMÍREZ-SAAD, H (2020). Front. Microbiol. 11, 14. doi: 10.3389/fmicb.2020.01424

HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA *in vitro* DE MICROALGAS DE INTERÉS ACUÍCOLA USANDO EXTRACTOS HEPATOPANCREÁTICOS DE CAMARÓN

Ernesto Gómez-Rodríguez, Raúl B. Martínez-Pérez, Luis A. Leyva Soto, Ma. Isabel Estrada Alvarado, Luis A. Cira-Chávez, Pablo Gortares-Moroyoqui, Lourdes M. Díaz-Tenorio, Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Cd. Obregón, Son., C.P. 85000, México. lourdes.diaz@itson.edu.mx

Palabras clave: microalgas, hidrolasas, peneidos.

Introducción. El costo en la nutrición acuícola representa del 40-75% en el costo total de producción, siendo pieza clave para la próspera industria (1). Las microalgas son productores primarios en las cadenas alimentarias, expandiéndose hoy en día en campos como la energía renovable, farmacéutica, tratamiento de aguas residuales, alimentos tanto para humanos como para animales. En piensos, los principales componentes son proteínas, grasas poliinsaturadas, carbohidratos, pigmentos y otros compuestos bioactivos (2). Por lo tanto, las microalgas se convierten en un recurso potencial y viable como ingredientes alternativos para acuicultura (3).

El objetivo de este trabajo fue el evaluar el porcentaje de lisis de microalgas frente a extractos hepatopancreáticos de camarón.

Metodología. En el presente trabajo se emplearon camarones comerciales, a los cuales se les extrajo el hepatopáncreas. Las glándulas se homogeneizaron con agua y solución amortiguadora (Tris pH 7.1). Dichos extractos se enfrentaron por triplicado a 60 mg (masa húmeda) de microalga *Tetraselmis sp.* La mezcla se incubó 37°C por 4 h, al inicio y cada hora se colectaron muestras para conteo bajo el microscopio de células viables y lisadas (4). Se calculó el porcentaje de células viables y el de células lisadas.

Resultados. En el reto con medio acuoso el tiempo que el número de células viables fue igual al de células lisadas se alcanzó a las 2.5 h comportándose después de este punto estable llegando a un porcentaje de lisis por arriba del 60% (Fig. 1). En cuanto al reto la solución amortiguadora pH 7.1, la igualdad de células viables-lisadas se alcanzó después de las 3 h con un comportamiento ascendente de lisis, llegando hasta un porcentaje del 70% a las 4 h (Fig. 2), lo cual nos sugiere que un medio tamponado facilita la hidrólisis por las enzimas digestivas, causando un aumento de células lisadas. En ambas condiciones experimentales se presentaron cambios a la morfología típica de *Tetraselmis sp.*

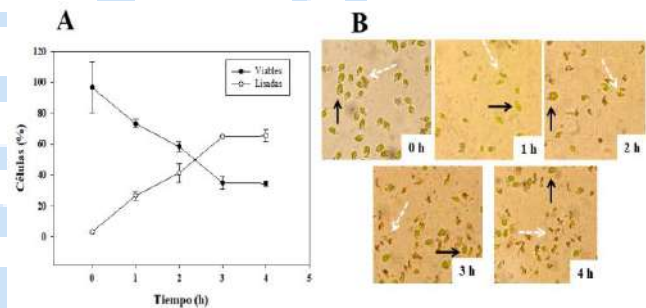


Fig. 1 Lisis celular de microalgas empleando extractos acuosos de hepatopáncreas. A) Porcentaje de células viables y lisadas con respecto al tiempo. B) Morfología de las células viables (flecha negra) y lisadas (flecha blanca).

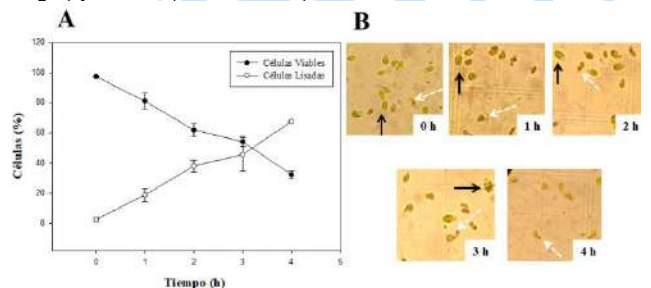


Fig. 2 Lisis celular de microalgas empleando extractos tamponados de hepatopáncreas. A) Porcentaje de células viables y lisadas con respecto al tiempo. B) Morfología de las células viables (flecha negra) y lisadas (flecha blanca).

Conclusiones. Los extractos hepatopancreáticos contienen hidrolasas que tuvieron efecto sobre la estructura celular, se deduce que pudieran liberar los compuestos bioactivos del interior, mejorando la nutrición y bienestar del camarón cultivado.

Agradecimiento. Al Instituto Tecnológico de Sonora y a CONACYT por la beca 1149954 y ser parte del financiamiento de este proyecto.

Bibliografía.

- (1) Gong Y, Bandara T, Huntley M, Johnson ZI, Dias J, Dahle D, Sørensen M, Kiron V (2019). *Aquaculture* 501:455–464.
- (2) Kiron V (2012). *Anim Feed Sci Technol* 173:111–133.
- (3) Ansari FA, Guldhe, A, Gupta SK, Rawat, I, y Bux, F. (2021). *Environ. Sci Pollut Res*, 28(32), 43234-43257.
- (4) Moreno, JR, Medina, CD, y Albarracín, VH (2012), *Reduca (Biología)*. 5(5):110-125.

EVALUACION DE LA TOXICIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE SEMILLAS DE *Pimpinella anisum*

Lorena Reyes-Vaquero¹, William Fernando Varguez-Tec², Ángel Virgilio-Domínguez May³, Ana Luisa Ramos-Díaz², Julia Cano-Sosa²

¹CONACyT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsede Sureste. CP 97302. Mérida, Yucatán, México. ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsede Sureste. CP 97302. Mérida, Yucatán, México.

³Tecnologico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado De Yucatán. C.P. 97880. Oxkutzcab, Yucatán, México. lrvsaid@yahoo.com, jcano@ciatej.mx

Palabras clave: toxicidad, artemias, pimpinella

Introducción. *Pimpinella anisum* (Umbelliferae) es una planta aromática, herbácea anual. Es empleada en la medicina tradicional y en la gastronomía. El constituyente químico mayoritario identificado en el aceite esencial y extractos de semilla es el anetol, también se han identificado terpenos y ácidos grasos. Se ha reportado que el extracto de semilla tiene actividad antioxidante, antiinflamatorio, antimicrobiano y antiviral (1). Debido al consumo tradicional de las plantas para el tratamiento de enfermedades es necesario estudiar su toxicidad para evitar efectos secundarios. Un modelo de estudio *in vivo* rápido y de bajo costo para evaluar la toxicidad de extractos de plantas es el uso en *Artemia salina* la cual implica solo vida o muerte (2). El objetivo del trabajo fue evaluar la toxicidad del extracto acuoso de semilla de *Pimpinella anisum* en *Artemia salina*.

Metodología. El extracto acuoso de semilla de *Pimpinella anisum* se obtuvo por decocción (200 g de semilla en un litro de agua). La toxicidad se evaluó en nauplios de *Artemia salina*, se colocaron 10 nauplios en tubos Eppendor en un mL de agua de mar filtrada. Se evaluaron por dilución cuatro concentraciones (20, 2, 0.2, 0.02 mg/mL) del extracto de *P. anisum*. Como control negativo se usó agua de mar sin extracto. Se hicieron cinco repeticiones. Los nauplios se incubaron a la luz por un periodo de 24 horas, posteriormente se calculó el porcentaje de mortalidad y la concentración letal media (LC₅₀).

Resultados. En la tabla 1 se muestran los porcentajes de mortalidad obtenidos por el extracto acuoso de semilla de *Pimpinella anisum*, en la concentración de 2 mg/mL se obtuvo el porcentaje de mortalidad más bajo 19.44%. La LC₅₀ fue de 1164.38 µg/mL. Se puede considerar que un extracto vegetal es altamente tóxico cuando tiene una LC₅₀ entre 0 – 100 µg/mL, medianamente tóxico cuando la LC₅₀ va

de 100–500 µg/mL, toxicidad baja cuando la LC₅₀ va de 500 a 1000 µg/mL, y no tóxico cuando es mayor a 1000 µg/mL (3). Tomando en cuenta estos rangos, se puede considerar que el extracto acuoso de semillas de *Pimpinella anisum* podría ser considerado no tóxico.

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad de *Artemia salina*, debida al extracto acuoso de semilla de *Pimpinella anisum*.

Concentración (mg/mL)	% mortalidad
control	15.87
0.02	31.75
0.2	26.74
2	19.44
20	40.32

Conclusiones. El uso de las plantas para tratar algún padecimiento puede traer consecuencias negativas, si no se usan en la concentración adecuada y de manera controlada. Este tipo de estudios permite conocer la toxicidad de un extracto de planta, lo cual aporta información para un consumo adecuado de las plantas.

Agradecimiento. A Conacyt por la beca posdoctoral 536272 otorgada. Al proyecto clave 320786, de la Convocatoria de “Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022. Al CIATEJ.

Bibliografía.

- Sun W, Shahrajabian MH, Cheng Q. (2019). *Cogent Biol.* 5(1):1673688.
- Sandoval AN, Valverde FJW, Calla KM, Alba RA, Lloclla H, Sotero SA, Ismiño AG, Salazar ML. (2020). *Chem. Eng. Trans.* 79:367-372.
- Clarkson C, Maharaj VJ, Crouch NR, Grace OM, Pillay P, Matsabisa MG, Bhagwandin N, Smith PJ, Folb. PI. (2004). *J. Ethnopharm.* 92:177-191.

FORMULACIÓN DE UN FERTILIZANTE ORGÁNICO A BASE DE VINAZA DE LA INDUSTRIA DEL MEZCAL

Reyes-Reyes Mónica¹, Gomez-Gualberto Abril Montserrat¹, Ramírez-Martínez GERALDA Rubicela¹ Daniel Alberto ¹, González-Jiménez Francisco Erik². ¹Procesos Alimentarios, Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca, Magnolias S/N, Villa Sola de Vega, Oaxaca, C.P. 71410, México. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Oriente 6 No. 1009, Rafael Alvarado, Orizaba, Veracruz, C.P. 94340, México.
mreyesr101@gmail.com

Palabras clave: vinaza, orgánico, fertilizante.

Introducción.

La vinaza, es el residuo resultante de la producción del mezcal posterior a la fermentación y destilación de piñas de agave cocidas, se caracterizan por ser un líquido de color marrón, con alto contenido de sólidos suspendidos. Estos residuos representan una dificultad de almacenamiento o desecho para los productores de mezcal, ya que debido a su composición genera un impacto negativo en el ambiente, como son la presencia de plagas, malos olores, y generación de los gases efecto invernadero. El aprovechar estos residuos para elaborar un fertilizante orgánico puede representar un beneficio económico para los productores de mezcal, la comunidad y al mismo tiempo reducir el impacto ambiental que se genera. El objetivo principal de este proyecto es elaborar un fertilizante orgánico a base de vinaza, la cual es obtenida durante el proceso de elaboración del mezcal.

Metodología.

El proceso para la elaboración de fertilizante orgánico a partir de vinaza, recolectada de palenques de la Sierra Sur de Oaxaca, se llevó a cabo en 3 fases, empleando la metodología modificada de vinazas de caña (1): a) la concentración de la vinaza, b) preparación del aditivo y c) mezclado y d) secado. Para el primer paso se procedió a concentrar la vinaza a 55 ° Brix, para su posterior caracterización química y su estandarización (2). La preparación del aditivo se realizó empleando cascarilla de arroz, bagazo de maguey y ceniza (40/30/30%). Se realizó el mezclado de la vinaza y el aditivo (40/60%), con la finalidad de lograr una mezcla totalmente homogénea, una vez que la mezcla este completamente homogenizada, se llevó a un proceso de secado en estufa a una temperatura de 60°C. Una vez obtenido el producto final se llevó a cabo la caracterización química.

Resultados.

La caracterización química del fertilizante obtenido se muestra en la Tabla 1. Estos valores obtenidos son similares a fertilizantes que se encuentran en el mercado, por lo que se puede considerar como una alternativa para el aprovechamiento de residuos.

Tabla 1. Composición del producto final.

Parámetro	%	Parámetro	%
Materia orgánica	38.17	Relación C/N	33.89
Nitrógeno total	0.76	Humedad	7.10
Carbono orgánico	21.30	Cenizas	30.08

Conclusiones.

Se logró formular un fertilizante orgánico con características similares a los comerciales aprovechando los residuos orgánicos de la industria del mezcal. Al emplear estos residuos se ayuda a combatir uno de los problemas principales de las comunidades productoras de mezcal al brindar un manejo alternativo a este tipo de residuo, evitando así la contaminación de suelos y de mantos acuíferos. Además se tiene planeado elaborar fertilizantes con diferentes composiciones para aplicarlas a diferentes cultivos y también para el cultivo de agave y que la industria del mezcal sea sustentable.

Bibliografía.

1. Porco Vera, Silvia Marlene. (2019). Elaboración de fertilizante orgánico a partir de vinaza producida en Industrias Agrícolas de Bermejo S.A. departamento de Tarija. Tesis, Proyecto de Grado. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Facultad de Ciencias y Tecnología. Tarija, Bolivia.
2. Zúñiga Cerón, Vanessa, & Gandini Ayerbe, Mario Andrés. (2013). Caracterización ambiental de las vinazas de residuos de caña de azúcar resultantes de la producción de etanol. *Dyna*, 80(177), 124-131.

DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN MICROBIANA MEDIANTE ANÁLISIS METAGENÓMICO EN FRASS DE MOSCA SOLDADO NEGRO ALIMENTADA CON DIFERENTES DIETAS

Alejandra Torres Lara¹; Dr. Juan Fernando García Trejo¹. Dr. Bruno Gómez Gil²; Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez¹; Miguel Betancourt Lozano²; Dr. Ramón Gerardo Guevara Gonzalez¹. Universidad Autónoma de Querétaro¹; Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD, Mazatlán)². UAQ. Facultad de Ingeniería, Campus Amazcala, Laboratorio de Biosistemas. Qro., El Marqués; 76265. Alelara994@gmail.com

Palabras clave: mosca soldado negro; metagenómica; microbioma

Introducción. En los últimos años el uso de la mosca soldado negra *Hermetia illucens* ha tomado relevancia, debido a las múltiples ventajas generadas a partir de su uso como tratamiento de residuos orgánicos el cual es llevado a cabo por los estadios larvales de la mosca soldado negra (LMSN). Durante el tratamiento de los residuos se obtienen dos productos: una biomasa larval rica en proteínas y lípidos y el residuo generado por el metabolismo de las larvas, llamado comúnmente frass, que muestra un gran potencial para ser empleado como fertilizante para múltiples fines. (1). Existe la necesidad por determinar la composición microbiana del frass, para poder establecer estrategias que permitan obtener un abono inocuo y con alto contenido de microorganismos benéficos que promuevan el crecimiento vegetal. Para ello, esta propuesta de investigación pretende identificar la composición del microbioma presente en el frass por medio de la secuenciación masiva de genes, contrastando la estructura de los consorcios microbianos generados por la influencia de dos dietas que difieren en su contenido nutricional.

Metodología. Se someterán cuatro generaciones de LMSN a las dietas tratamiento para favorecer que el microbioma heredado verticalmente se mantenga constante (2).

Tabla 1. Identificación de los grupos dependiendo del tratamiento.

Dieta	Gainesville	Mango	Tilapia
Molida	G	M1	T1
Entera	-	M2	T2

Se evaluará el performance de crecimiento de las larvas. Se realizarán pruebas bromatológicas al residuo final de la F4. Análisis metagenómico: en la F4 se colectarán larvas en prepupa recortando el último segmento de cada larva para recuperar el frass contenido. El análisis de la composición y estructura microbiana se realizará con estimadores de la biodiversidad. Para la determinación del impacto de la

dieta sobre la composición microbiológica del frass se empleará la matriz de disimilitud de Bray-Curtis para determinar las correlaciones entre las propiedades y la composición fisicoquímica de cada dieta empleada (3).

Resultados. Se muestra la curva de crecimiento de las líneas parentales sometidas al tratamiento de dietas.



Fig. 1. Curva de crecimiento de la línea parental. Día 0 corresponde a larvas 7 DOL (day of living) en el inicio del tratamiento. El día 24 se retiraron las larvas del sustrato de alimentación debido a el inicio del estadio de prepupa.

Conclusiones. Se espera que, conforme se desarrollen las siguientes generaciones el microbioma heredado verticalmente promueva la asimilación de las dietas.

Agradecimiento. Al apoyo de la Beca CONACYT.

Bibliografía.

- Lalander, C., Diener, S., Zurbrügg, C., & Vinnerås, B. (2019). *Journal of Cleaner Production*, Vol. (208): 211-219.
- Hassan, B., Siddiqui, J., Xu, Y. (2020). *Frontiers in Microbiology*. Vol (11).
- Gold, F. Von Allmen, C. Zurbrügg, J. Zhang, A. Mathys. (2020). *Front. Microbiol.*, Vol. (11): 582867.

CÍNÉTICA DE CRECIMIENTO DE LA MICROALGA PORPHYRIDIUM CRUENTUM

Braulio Trujillo Santoyo; Ana Quintero Ramírez, Instituto Politécnico Nacional Campus Guanajuato
Departamento de Ingeniería Biotecnológica, Silao, Gto. 36275, btrujillos1900@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Porphyridium cruentum, microalga, cinética.

Introducción. *Porphyridium cruentum* denomina una especie de alga roja unicelular encapsulada por una pared celular con polisacáridos sulfatados; constituyendo hasta el 50-70% en materia seca del alga. Presenta aplicaciones en la industria biotecnológica, tal como la producción de ácido araquidónico, pigmentos (ficocianina, ficoeritrina) y polisacáridos extracelulares (4). Los polisacáridos de la pared celular de *P. cruentum* están compuestos principalmente por xilosa, glucosa, galactosa y ácido glucurónico; sin embargo, también pueden encontrarse arabinosa, ramnosa y manosa en concentraciones menores (3). Se debe tomar en cuenta que un cultivo de microalgas abarca varios aspectos van desde la obtención de las especies, al cultivo en laboratorio con el objeto de amplificar y purificar la población, su caracterización para averiguar las condiciones de cultivo óptimas (T, pH, nutrientes, luminosidad) hasta el cultivo masivo en fotobiorreactores (2).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el tiempo de duplicación y velocidad específica de crecimiento específica para *P. cruentum* a un bajo volumen de medio (de 4 mL).

Metodología. En tubos de 12 mL con intercambio de oxígeno se realizó por duplicado, un cultivo de *P. cruentum* con 0.25 mL de inóculo, a una concentración de 4×10^{-6} cél/mL, adicionando 4 mL de medio F2. Estos se trabajan a una temperatura de 22-24°C y con una luminosidad de 2000 lux dentro de un periodo de 10 días. Se tomo 15 μ L de muestra cada 24 horas para realizar un conteo en cámara de Neubauer a un objetivo de 10x respecto a los 4 cuadrantes exteriores del dispositivo; viables para células con diámetro mayor a 6 μ m (1).

Resultados. Se genera una curva de crecimiento celular de 10 días partiendo sobre la evaluación del logaritmo natural en la concentración celular que se obtiene en promedio del duplicado por cada muestra analizada de *P. cruentum* (Fig. 1). Siendo visible su fase latente dentro del primer día, una fase exponencial del primer al tercer día y una fase de tendencia parcialmente lineal del tercer al décimo día. Partiendo de esta evaluación fue posible determinar la velocidad específica de crecimiento promedio (μ) y el tiempo de duplicación (t_d) para este sistema.

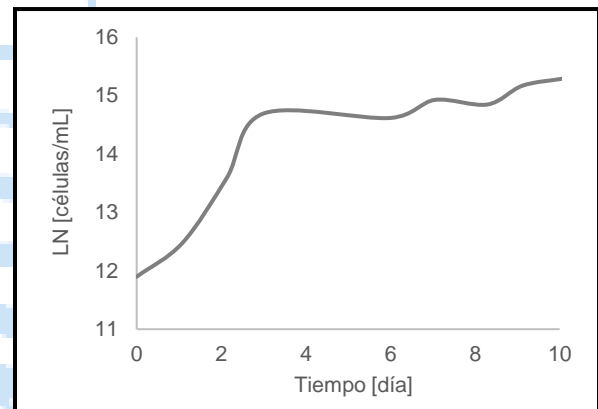


Fig. 1. Curva de la concentración celular de *P. cruentum* respecto al tiempo (medido en días)

La velocidad específica de crecimiento y el tiempo de duplicación obtenido dentro de la fase exponencial es de 0.96 días^{-1} y 0.73 días respectivamente. Según Talamantes (2014) la velocidad específica de crecimiento máxima para *P. cruentum* en medio F2 es de 0.83 días^{-1} (5). Siendo un valor cercano al nuestro, se debe considerar la diferencia del volumen de trabajo al igual que las condiciones de luminosidad y aireación.

Conclusiones. Se cumplió con la obtención de los parámetros cinéticos para *P. cruentum* en un volumen de 4 mL. Por consecuente es requerido evaluar nuevamente el sistema modificando sus parámetros para determinar la influencia de sus condiciones óptimas.

Agradecimiento. Expreso mi consideración a la maestra Ana Lidia Quintero Ramírez por permitirme trabajar en el presente proyecto, así mismo, a UPIIG por los medios para realizarlo.

Bibliografía.

- Arredondo B, Voltolina D. (2007). Capítulo 2. En: *concentración, recuento celular y tasa de crecimiento*. Arredondo B. CIB, México, 17-25.
- Flores C, Peña M, Flores B, Cañizares O. (2003). *Interciencia*, Vol (28,8): 450-456.
- Geresh S, Geresh SM. (2009). *Chemistry and rheology. Bioresource Technol.* Vol (38): 195-201.
- Pulz O, Gross W. (2004). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* Vol (65): 635-648.
- Talamantes R. (2014). *CIESE Repositorio Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada* Vol (1): 75

CULTIVO Y CRECIMIENTO DE LA MICROALGA *ISOCHRYSIS GALBANA*

Alicia Bustos; Ana Quintero; Samuel Celaya, Instituto Politécnico Nacional Campus Guanajuato Departamento de Ingeniería Biotecnológica, Silao, Guanajuato. 36275, abustos1800@alumno.ipn.mx

Palabras clave: *Isochrysis galbana*, cultivo, cinética.

Introducción. Las microalgas han sido señaladas como un importante recurso biológico debido a la amplia aplicación que presentan para la generación de alimentos, biocombustibles, entre otros productos, además de su bajo impacto ambiental y costo de producción (3). *Isochrysis galbana* (*I. galbana*) es una microalga marina, en los últimos años ha aumentado su estudio ya que su biomasa arroja un alto contenido de lípidos como los PUFA, destacando el DHA, uno de los n-3 PUFA, que representa un gran rol en la salud humana (2). El proceso de producción de microalgas se centra en operaciones de upstream (UPS) y downstream (DPS), en el presente dirigimos inicialmente la atención al UPS el cual considera inicialmente la selección de cepas, el cultivo y los requerimientos del sistema biológico (3). El crecimiento de *I. galbana* ocurre en cultivos fotoautótrofos, considerando parámetros tales como intensidad de luz (2000 lux), temperatura de 20-25°C, pH alcalino, fotoperiodo, nutrientes en el medio, CO_2 y oxígeno disuelto (3).

Metodología. El cultivo de *I. galbana* se llevó a cabo en tubos de ensayo de 10 mL con intercambio gaseoso, por duplicado. Se seleccionó el medio F2 añadiendo a cada tubo 0.250 mL de inóculo y 4 mL de medio. Durante 8 días se mantuvieron a una temperatura de 20-22°C, 2000 lux y agitación cada 24 h. Para determinar el aumento en la concentración de biomasa de *I. galbana* se llevó a cabo un recuento diario en cámara de Neubauer, considerando las células en los cuadrantes A, B, C y D, ya que estos son adecuados para células mayores a 6 μm (1), se colocaron 15 μL de muestra en la cámara y se contó a un objetivo de 10x.

Resultados. A partir de los datos obtenidos del cultivo de *I. galbana* se realizó una curva de crecimiento (Fig. 1), en la cual se reconocieron las fases de crecimiento, mismas que permitieron describir el cambio de la concentración celular. Se determinaron los parámetros poblacionales definidos como velocidad específica de crecimiento (μ) y tiempo de duplicación (t_d). La figura 1 presenta la curva de concentración logarítmica (cel/mL) contra el tiempo (h). Durante las primeras 24 h se identificó la fase de adaptación, posteriormente la fase exponencial por 7 días, con una ligera desaceleración entre el día 3 y 4, sin embargo, se mantiene en constante aumento ya que no

se aprecia un cambio significativo que indique un estado estacionario o muerte.

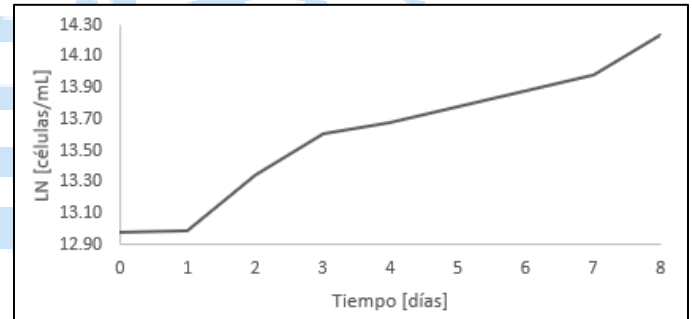


Fig. 1. Curva de la concentración celular de *I. galbana* respecto al tiempo en días.

La velocidad específica obtenida $\mu=0.007295 h^{-1}$ y el tiempo de duplicación promedio $t_d=3.95$ días, de acuerdo con Sánchez (2000), en un estudio realizado el tiempo de duplicación de *I. galbana* utilizando medio F2 es de 91 h, sin embargo, la velocidad específica es de $0.0165 h^{-1}$. El control cinético del cultivo de *I. galbana* reside principalmente en la transferencia de CO_2 en la suspensión o en una iluminación insuficiente en el cultivo al alcanzar cierta densidad celular, siendo la transferencia de CO_2 una variable que requiere ajuste.

Conclusiones. Bajo condiciones óptimas el crecimiento de *I. galbana* es exponencial, con un tiempo de generación similar a lo ya reportado, sin embargo, la velocidad específica de crecimiento es un valor por debajo del esperado, por lo cual es importante considerar en mayor medida el intercambio gaseoso.

Agradecimiento. Como fuente de financiamiento al Departamento de Formación Integral e Institucional del IPN Campus Guanajuato (UPIIG) que brindó herramientas e infraestructura, así mismo a la maestra Ana Lidia Quintero Ramírez por permitirme ser participe en este proyecto.

Bibliografía.

- Arredondo B., Voltolina D. (2007). Capítulo 2. En: *concentración, recuento celular y tasa de crecimiento*. Arredondo B. CIB, México, 17-25.
- Lin Y., Chang F., Tsao C., Leu J. (2007). *BEJ*. Vol (37): 166-176.
- Maroneze M., Montenegro A., Jiménez M. (2021). *SMBB*. Vol 25 (No.5): 11-34.
- Sánchez S., Martínez E., Espinola F. (2000). *BEJ*. Vol (6): 13-18.

Evaluación de las cenizas de bagazo de agave tequilero para la recuperación de biomasa de *Arthrospira platensis*

Q.F.B. Josmar Araud Vázquez Rodríguez^a, I.B.T. José Octavio Gonzáles Arriaga^b Dr. Froylán Mario Espinoza Escalante^b, Dr. Juan carlos Meza Contreras^a, Dr. Efrén Aguilar Garnica^b, Dra. Yolanda Gonzáles García^a

^aDepartamento de madera celulosa y papel, universidad de Guadalajara, cam. Ramon Padilla Sánchez 440, Zapopan, jalisco 45020, México

^bDirección de investigación y desarrollo tecnológico, universidad autónoma de Guadalajara, Av. Patria 1201, lomas del valle, Zapopan 45129. México

Palabras clave: Bagazo, cenizas, cianobacterias.

Introducción. La producción de tequila en el estado de jalisco creció 1,913.026 t de agave en el 2020, de los cuales 360 mil toneladas se convierten en bagazo que termina como sustrato para los campos o en el mejor de los casos se utiliza como combustible de caldera. Sin embargo, las industrias consideran las cenizas solo como un residuo que puede ser utilizadas como mejoradores de suelo, la idea de este trabajo es darle un valor agregado a las cenizas del bagazo de agave tequilero (CBAT), esto para incentivar el uso del bagazo como un combustible para las calderas de la industria tequilera ofreciendo un beneficio.

Metodología. Utilizando diseño de experimentos, se realizarán pruebas con los factores de la concentración del cultivo, la concentración de la cenizas y el tamaño de la ceniza para evaluar cómo afectan a la recuperación de la biomasa y su porcentaje de recuperación el porcentaje de recuperación de evaluara de acuerdo a *sheriff,2020*, Las cenizas fueron tratadas a 560°C durante 6 h y después separadas por tamaño a través una malla de 0.25µm para evaluar el impacto del tamaño de la ceniza en la recuperación de la biomasa.

Resultados. El análisis de resultados del diseño de experimentos nos indica cuales son las mejores condiciones para la recuperación de biomasa, siendo las cenizas sin separar, a una concertación de 1g/mL de cenizas y en un cultivo con densidad celular de 0.42 g/L. dando como resultado una recuperación el 66 % del cultivo. Si se utilizan las mejores condiciones que surgen del diseño se podría alcanzar hasta 72% de recuperación de la biomasa.

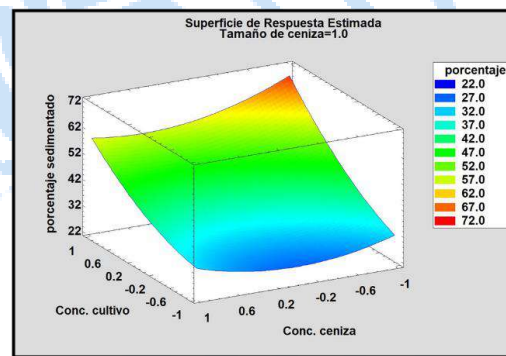


Figura 1. Grafica de superficie de respuesta para la recuperación de *A.platensis*

Conclusiones. La recuperación de la biomasa de *A. platensis* es mejor a mayor concentración de cultivo y con las cenizas sin separar, utilizando el nivel más bajo de concentración de ceniza.

Agradecimiento.

Muchas gracias a CONACYT, UDG y UAG por los fondos y el uso de las instalaciones ya que no habría sido posible sin su ayuda.

Bibliografía.

1. Ajala, Sheriff Olalekan, and Matthew L Alexander, (2020) Biomass and Bioenergy no.132: 105431.
2. Iñiguez, C. G., C. J. J. Bernal, M. W. Ramírez, and N. J. Villalvazo. Advances in Chemical Engineering and Science (2014) 04, no. 02: 135–42.
3. Duran García, María D., Bernd Weber, Juan Jiménez García, and Eduardo González-Mora. Biofuels, Bioproducts and Biorefining (2021) 15, no. 5 1233–44.
4. Álvarez-Chávez, Jimena, Mar Villamiel, Liliana Santos-Zea, and Aurea K Ramírez-Jiménez. Polysaccharides 2 (2021) , no. 3 : 720–43.
5. Sukhinov, Daniil V., Kirill V. Gorin, Alexander O. Romanov, Pavel M. Gotovtsev, and Yana E. Sergeeva. Algal Research 58, no. (2021): 102393. <https://doi.org/c>

INFLUENCIA DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE PROTEÍNA DIETARIA EN LA ACTIVIDAD DIGESTIVA INTESTINAL DE JUVENILES DE ACÚMARA (*Algansea lacustris*)

¹Orlando Sánchez Herrera, ¹Y. Analuisa Segura Sánchez, ¹Bryan A. Zarate Verduzco, ²J. Antonio Tello Ballinas, ³M. Guadalupe Zavala Paramo, ¹Elva Mayra Toledo Cuevas. ¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58880 Tarímbaro Michoacán, ²Centro Regional de Investigación Pesquera Pátzcuaro (CRIAP), 61609 Pátzcuaro, Michoacán. ³Centro Multidisciplinario en Estudios en Biotecnología, UMSNH. 11720381j@umich.mx

Palabras clave: *Algansea lacustris*, actividad intestinal, dietas proteína.

Introducción. La acúmara *Algansea lacustris* es endémica del lago de Pátzcuaro. Es miembro de la familia Cyprinidae, especie sin estómago y con un intestino delgado y largo (Rosas, 1976). Esta especie tiene importancia económica en la región debido a su volumen de captura y demanda en el mercado. Se encuentra amenazada por sobre-explotación y por el deterioro del lago. Sin embargo, se han hecho avances para su cultivo (Rivera y Orbe, 1990), aunque aún es necesario desarrollar dietas “ad hoc”. Las actividades de enzimas digestivas y su respuesta a diferentes composiciones de dietas ayudan a determinar el aprovechamiento del alimento y su influencia sobre el crecimiento (Zambonino Infante y Cahu, 1994; 2001). Debido a que la proteína es el principal nutriente para los peces, el presente estudio pretende colaborar a definir la concentración óptima de proteína dietaria para juveniles de acúmaras, evaluando la actividad digestiva de las principales enzimas intestinales.

Metodología. Juveniles de acúmara fueron alimentados con cinco dietas isocalóricas experimentales, con diferentes porcentajes de proteína: 20, 30, 40, 50 y 60%. Tras 175 días, se muestrearon 3 grupos de 15 organismos, por réplica (n=3), de cada dieta experimental, más un grupo alimentado con pulga de agua (*Daphnia magna*). El análisis de las actividades (Fosfatasa alcalina, Aminopeptidasa N, Maltasa y Leucin alanin peptidasa) fue realizado de acuerdo a Zambonino et al. (2008) y la cuantificación de proteína soluble por el método de Bradford (1976). Los valores de actividad de cada enzima fueron analizados con un ANOVA de una vía seguido de la prueba de Tukey.

Resultados. La mayor actividad específica de Fosfatasa Alcalina y Maltasa se encontró en los peces alimentados con la dieta 4. No se encontraron diferencias significativas en las otras actividades específicas evaluadas.

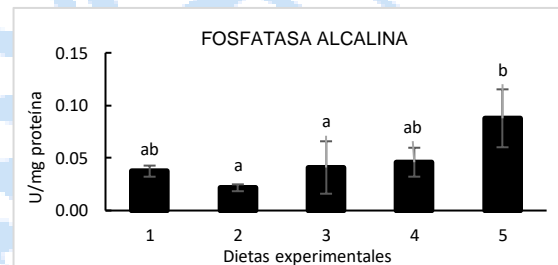


Fig. 1. Actividad específica de Fosfatasa Alcalina en juveniles de acúmara, alimentados con diferentes concentraciones de proteína en su dieta

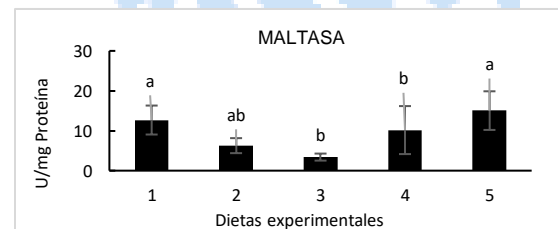


Fig. 2. Actividad específica de Maltasa en juveniles de acúmara, alimentados con diferentes concentraciones de proteína.

Conclusiones. La mayor actividad específica de las enzimas Fosfatasa Alcalina y Maltasa sugiere que las concentraciones del 50 – 60% de proteína en la dieta pudieran ser la óptima de proteína para la especie.

Agradecimiento. Este proyecto fue apoyado por la Coordinación de Investigación Científica, UMSNH. Los autores agradecen al Dr Joel López (CMEB) por el espacio y equipo que permitió la realización del trabajo experimental.

Bibliografía.

- Bradford, M. M. (1976). *Anal Biochem* 72:248–254
- Rosas Moreno, M. (1976). *Instituto Nacional de Pesca, Subsecretaría de Pesca*. Editorial. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, A.C. México, D.F. 1a edición. pp. 77.
- Rivera H. y Orbe A. (1990). *La acuicultura en México: de los conceptos a la producción*. Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 41-54.
- Zambonino Infante J.L. y Cahu C.L. (1994). *Fish Physiol Biochem* 12: 399-408.
- Zambonino, et al. (2008) *In: Feeding and Digestive Functions of Fishes* (Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd).

ESTABLECIMIENTO DE UN CULTIVO DISCONTINUO EN BIORREACTOR CERRADO DE *Arthrospira Máxima*, PARA LA OBTENCIÓN DEL PIGMENTO ORGÁNICO FICOCIANINA

Ana M. Verástica-López¹, Lourdes J. Germán-Báez¹, Karelía A. Meza-Ayala¹, Héctor F. Nario-Álvarez², Angel Valdez-Ortiz^{1*}

¹Programa de Posgrado en Biotecnología, Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética, Universidad Autónoma de Sinaloa; Culiacán, Sinaloa, México; CP 80030. ²Centro Biotecnológico de Microalgas de México SA de CV (MICROCELL®); Culiacán, Sinaloa, México; CP 80050.

*avaldez@uas.edu.mx

Palabras clave: *Arthrospira*; Biorreactor cerrado; Ficocianina

Introducción. *Arthrospira Maxima*, conocida comercialmente como “*Spirulina Maxima*”, es una microalga helicoidal de coloración verde-azul que posee un alto contenido de proteínas, especialmente del grupo de las ficobiliproteínas; dentro de éstas, se encuentra la ficocianina (FC), que representa el principal y más abundante pigmento encontrado en esta especie microalgal. Algunos estudios han demostrado que la ficocianina posee diversas actividades biológicas al ser ingerida en formulaciones y suplementos alimentarios, tales como actividad antioxidante, hepatoprotectora y antiinflamatoria, entre otras; por lo que es considerada como un pigmento orgánico funcional [1].

El objetivo del presente trabajo, fue establecer un sistema controlado de cultivo discontinuo en biorreactor cerrado de *A. Máxima* para la obtención de FC con potencial empleo como colorante alimentario con actividad biológica funcional.

Metodología. A partir de una colonia aislada crecida en placa, se empleó la metodología de transferencias sucesivas para llevar el cultivo hasta un volumen final de 3L [2]; a partir de este volumen, se realizó una cinética de crecimiento monitoreando diariamente la densidad celular por espectroscopia a DO_{670nm}. A la par, se realizó una cinética de acumulación de FC según lo descrito en [3]; para ello, se tomó una muestra diaria de biomasa, y se lavó con agua acidulada a pH 4; posteriormente, se resuspendió en amortiguador de fosfato a pH 6.8, se aplicó sonicación y se dejó en reposo durante 24 h; posteriormente, se tomaron lecturas a 565 nm, 620 nm y 650 nm. Finalmente, a partir de los valores obtenidos, se determinó la concentración de FC como se describe en [1]. A partir de los resultados cinéticos, se seleccionó el día de cosecha y se procedió a establecer un método para la extracción de FC empleando la metodología descrita en [3], con modificaciones. Como medio de extracción se evaluaron dH₂O y medio fresco Schlooser (MS); en

ambos casos, la biomasa se calentó a 50°C evaluando dos tiempos (10 ó 15 min).

Resultados. Al evaluar en conjunto la cinética de crecimiento celular con la de acumulación de FC, se observó en ambas un comportamiento ascendente similar (Fig. 1), por lo que se mantuvo el cultivo hasta el día 20 y se estableció éste como el día de la cosecha, al coincidir este día con lo recomendado en reportes previos. A partir de la cinética, se determinaron los parámetros tasa de crecimiento específico (μ) y tiempo de duplicación (td), los cuales fueron 0.0726 d⁻¹ y 9.53 días, respectivamente. En cuanto a los resultados del método de extracción de FC, el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento basado en dH₂O con un calentamiento de 15 min, alcanzando una concentración de FC de 0.209 mg/mL (Fig. 2)

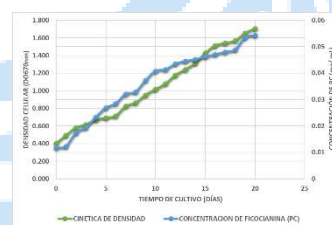


Fig. 1. Concentración de FC con respecto a los días de crecimiento de *A. Máxima*.

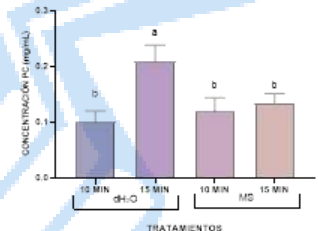


Fig. 2. Comparación de los tratamientos de extracción de FC.

Conclusiones. Se estableció un método de cultivo y extracción de ficocianina a partir del cultivo de *A. máxima* en un biorreactor discontinuo cerrado, bajo condiciones controladas.

Bibliografía

- ¹Bermejo-Román R, Álvarez-Pez JM, Acien-Fernández FG, Molina-Grima E (2002). *Journal of Biotechnology* 93: 73–85.
- ²Guillard RL, Ryther JH (1962) *Canadian Journal of Microbiology* 8: 229-2392.
- ³Bennett A, Bogorad L (1973). *The Journal of Cell Biology* 58(2): 419–435.

EFFECTO DE UN ESTIMULANTE DEL CRECIMIENTO VEGETAL A BASE DE MICROALGAS EN CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)

Padilla Valle Yessika Karina ¹, Ulloa-Mercado Gabriela¹, Gutiérrez-Coronado Marco A¹, Gortáres-Moroyoqui Pablo¹, Rentería-Mexía Ana¹. Instituto Tecnológico de Sonora. Dpto. Biotecnología y Ciencias Alimentarias¹. 5 de Febrero 818 Sur, Ciudad Obregón, Sonora, México. C.P. 85000. ruth.ulloa@itsn.edu.mx

Palabras clave: Chlorella, tomate, invernadero.

Introducción. Los bioestimulantes son productos que contienen mezclas de sustancias y/o microorganismos, que al ser aplicados en plantas o en la rizosfera estimulan los procesos naturales, absorción de nutrientes, la eficiencia del uso de nutrientes, la tolerancia al estrés (1). Poseen compuestos bioactivos como polisacáridos, fitohormonas, vitaminas, aminoácidos y compuestos antimicrobianos (2, 3). El objetivo del presente trabajo es evaluar la respuesta del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) a la aplicación de un bioestimulante a base de microalga.

Metodología. Se formuló el bioestimulante a concentraciones de 0.1, 0.5 y 1% de biomasa *Chlorella sorokiniana*, aislada en el Sur de Sonora. Se evaluó el efecto del bioestimulante en plantas de tomate con aplicaciones en las semanas 3, 6 y 9 después de emergencia, realizando 10 réplicas por tratamiento bajo un esquema de fertilización convencional y se evaluaron 3 formas de aplicación, en riego, foliar y mixto (4), además de un testigo. Se midió clorofila, altura de planta. También se realizó un análisis nutrimental de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn por el método HACH; así como número, tamaño y peso de frutos; y en la fisiología poscosecha se midió resistencia a la penetración y °Brix de los frutos.

Resultados. El análisis nutrimental, se realizó después de la aplicación de la fertilización convencional y de la aplicación de los tratamientos, se observó que todos los nutrimentos estaban en el rango de "suficiente" según la referencia del *Plant analysis handbook-1991*. Por otra parte, en el contenido de clorofila (Fig. 1a) se observó que el tratamiento 4, que corresponde a concentración de 0.1% de extracto y aplicación por riego, seguido del tratamiento 5 (0.5%, riego) con máximos valores en la semana 16, con 50.6±3.2 y 46.5±3.85 Unidades SPAD, respectivamente. En altura de planta (Fig. 1b) se obtuvo que el mejor tratamiento fue el 4 (0.1%, riego) con 111±4.5 cm, seguida por el tratamiento 7 (0.1%, mixto) y 8 (0.5%, mixto), con 110.2±4.5 y 109.9±2.7 cm, respectivamente.

Con relación a la cosecha, el mejor peso se tuvo en los tratamientos 4 y 5 (0.1% y 0.5%, riego) con 67±4.7 g, coincidiendo ser los mejores tratamientos para el

tamaño de fruto con una diámetro de 4.5±0.08 cm y altura 6.2±0.1 cm. En la fisiología poscosecha, realizado en el quinto corte del fruto se tiene una resistencia a la penetración de 11 lbf para todos los tratamientos, siendo estadísticamente diferente al control con 9.75±1.0 lbf. Los °Brix estuvieron en un rango de 6 y 6.9 en los diferentes tratamientos, siendo mayores al testigo con 5.7. La acidez mostró valores de entre 0.5 a 0.77 en los tratamientos, siendo el menor para el tratamiento 2 y el mayor para el tratamiento 1, con un valor de 0.59 para el testigo.

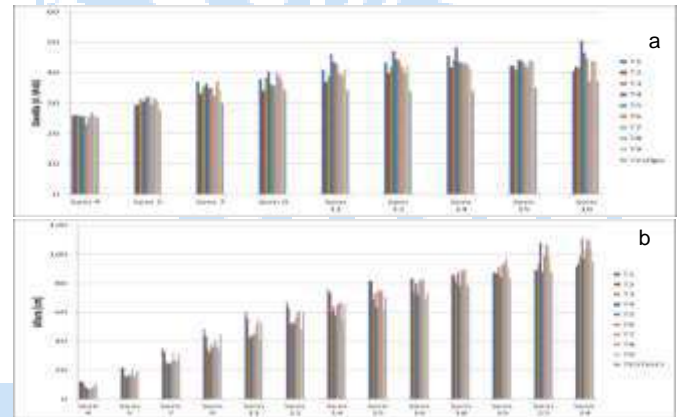


Figura 1. a) Contenido de clorofila; b) Altura de planta en los diferentes tratamientos con bioestimulante a base de microalgas.

Conclusiones. Se observa que en las variables de crecimiento se tiene un efecto positivo marcado por el tratamiento 4 (0.1%, riego), incidiendo también favorablemente en el tamaño y peso de los frutos obtenidos, demostrando que una pequeña concentración de extracto de microalga estimula tanto el crecimiento de la planta como el rendimiento y calidad de los frutos.

Bibliografía.

- (1) Florez-Jalixto, M., Roldán-Acero, D., Omote-Sibina, J. R., & Molleda-Ordoñez, A. (2021). *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 635-651.
- (2) López Marín, L. M. (2017). Manual técnico del cultivo del tomate: *Solanum lycopersicum*.
- (3) Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., & Tava, A. (2019). *Agronomy*, 9(4), 192.
- (4) Supraja, K. V., Behera, B., & Balasubramanian, P. (2020). *Industrial crops and products*, 151, 112453

PROTOCOLO PARA LA INDUCCIÓN DE PLOIDÍA EN *Agastache mexicana*

Angélica Martínez-Aguilar¹, Susana Valencia-Díaz¹, Selene Napsucialy-Mendivil², Evert Villanueva-Sanchez³, Jesús Arellano-García, Irene Perea-Arango¹. ¹Centro de Investigación en Biotecnología. Laboratorio de Botánica Estructural. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, C.P. 62209. ²Departamento de Biología Molecular de Plantas, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 62250 ³Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal, Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México, C.P.56230. angelica.martinez@uaem.edu.mx; iperea@uaem.mx

Palabras clave: Colchicina, Cromosomas, Metabolitos secundarios

Introducción. *Agastache mexicana* (Kunth) Lint et Epling sp. *mexicana*, comúnmente conocida como toronjil morado (1) Es una planta endémica, se emplea como recurso de ornato y terapéutico. En los últimos años la investigación farmacológica señala que la planta posee actividad como: antihipertensivo, vasorrelajante, ansiolítico-sedante, antihiperlipidémico, antidiabético y antiinflamatorio. Estas actividades son atribuidas a los metabolitos secundarios presentes en el toronjil morado, principalmente aceites esenciales, terpenos y flavonoides (2). En este proyecto se propone un protocolo para la inducción de poliploidía, el cual es un proceso en el que se adquiere un set de cromosomas extra llevando al aumento de tamaño de la célula y el número de copias de los alelos. Se ha reportado que la inducción artificial de ploidía otorga características distintivas a las plantas poliploides respecto a las diploides, puesto que puede intensificar el color, el tamaño de las flores, el aroma, prolongar el tiempo de floración y desarrollar perfiles fitoquímicos modificados que favorecen la producción de metabolitos con actividad farmacológica (3).

Metodología. La inducción de ploidía se realizó con colchicina en plántulas cultivadas *in vitro* de *A. mexicana*. Los brotes obtenidos después de la exposición al agente antimitótico se sembraron en medio semisólido Murashie and Skoog y se incubaron en un cuarto de cultivo a 25 °C con un fotoperiodo 16 h luz y 8 h oscuridad. La comprobación del nivel de ploidía se realizó mediante el conteo de cromosomas y la determinación de contenido genómico mediante la técnica de citometría de flujo, usando el equipo Attune™ Acoustic Focusing Cytometer con configuración azul/violeta (Applied Biosystems) El estándar interno fue *Solanum Lycopersicum* (2C=1.96pg) (4).

Resultados.

La inducción de ploidía en el toronjil morado es efectiva con 0.1 % de colchicina mientras que el incremento de la concentración del agente antimitótico disminuye el porcentaje de sobrevivencia de los explantes. El éxito

en la inducción de poliploides fue comprobado con el conteo de 36 cromosomas en las células somáticas de los brotes regenerados a partir de explantes tratados con colchicina, y 18 cromosomas en las plantas control (2n). La citometría de flujo permitió confirmar el mayor contenido de DNA en las plantas tetraploides respecto a las diploides (Fig.1).

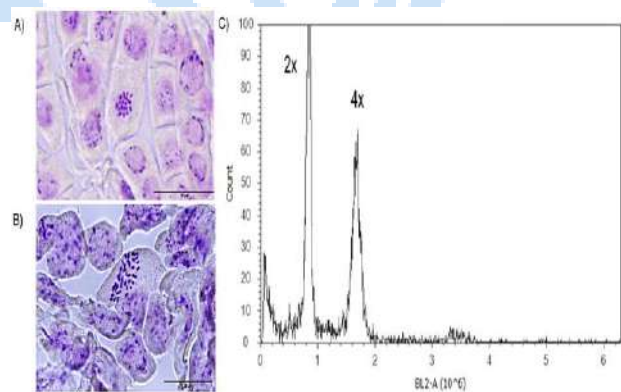


Fig. 1. Comprobación del nivel de ploidía en plantas de toronjil morado. A) células somáticas de ápice de raíz de planta diploide (2n=2x=18 cromosomas), B) planta tetraploides (2n=4x=36) y C) Histograma del análisis de la citometría de flujo, combinación de planta diploide y poliploide.

Conclusiones. Este proyecto es el primer protocolo propuesto para la inducción de ploidías en *A. mexicana*. Es necesario evaluar las características morfológicas, fisiológicas y la producción de metabolitos secundarios de las líneas tetraploides respecto a las plantas control.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca de manutención otorgada al primer autor, No 823315 y al Doctorado en Ciencias Naturales de la UAEM.

Bibliografía.

1. Fuentes-Granados, R., Wildrlechner, M. P., & Wilson L. A. (1998). *J. Herbs Spices Med. Plants.* 6:1, 69-97.
2. Palma-Tenango, M., Sánchez-Fernández, R. E., & Soto-Hernández, M. (2021). *Molecules,* 26(12), 3751.
3. Niazi, M., & Nalou, A. M. (2020). *PCTOC,* 142(3), 447-469.
4. Doležel, J., Sgorbati, S., & Lucretti, S. (1992). *Physiologia plantarum,* 85(4), 625-631.

EFFECTO DE LAS NANOPARTICULAS DE TiO₂ EN BROTES Y PLÁNTULAS *in vitro* DE *Stevia rebaudiana* (pCAMsrDXS)

Itzel Vianney Alvarado Orea¹, Blanca Estela Barrera Figueroa², Ariana Arlene Huerta Heredia^{2,3}.¹Doctorado en Biotecnología. División de Estudios de Posgrado; ²Centro de Investigaciones Científicas, Instituto de Biotecnología; ³CONACyT-UNPA. Universidad del Papaloapan, Av. Circuito Central No. 200 Col. Parque Industrial. San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. México. CP. 68301. aahuertahe@conacyt.mx

Palabras clave: glucósidos de esteviol, nanoelicitación, estrés abiótico

Introducción. En el área de biotecnología vegetal las nanopartículas (NPs) han demostrado tener un impacto fisiológico, bioquímico y molecular en las plantas (1). *Stevia* produce glucósidos de esteviol (GE), que llegan a ser hasta 300 veces más dulce que la sacarosa, por lo que su producción se incrementó en los últimos años (2).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de las NPs TiO₂ en la generación de brotes y desarrollo de las plántulas *in vitro*, así como la producción de GE en cultivos *in vitro* de *S. rebaudiana* (pCAMsrDXS).

Metodología. Para la generación de brotes se partió de segmentos nodales de plántulas transformadas de *Stevia* (pCAMsrDXS). El medio de cultivo para brotes, enraizamiento, la evaluación fisiológica y la cuantificación de GE se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Sanchez-Córdova et al. (3). Se adicionaron NPs de TiO₂ P25, (Rutilo: Anatasa / 30:70, 99.9%, Degussa Co., USA, de tamaño de partícula de 30 nm) en concentraciones finales de 40 (TiO₂⁴⁰) y 60 ppm (TiO₂⁶⁰). Los brotes generados en medios con TiO₂ se sembraron en medios de enraizamiento con TiO₂. La toma de muestra se llevó a cabo a los 30 días de crecimiento para ambos cultivos.

Resultados. La adición de NPs de TiO₂⁶⁰ incrementó 2.3 veces la generación de brotes y 1.2 veces la biomasa en peso fresco (PF) comparado con el control. Por otro lado, en TiO₂⁴⁰ la acumulación de GE en brotes incrementó 4 veces más referente al control.

Fig. 1. Cultivos *in vitro* de *Stevia rebaudiana*. A) Generación de brotes, 20 días de crecimiento. B) Plántulas de 30 días de crecimiento. De izquierda a derecha: control, control Tween, TiO₂⁴⁰ y TiO₂⁶⁰.



Tabla 1. Efecto de las NPs de TiO₂ en la generación de brotes de *S. rebaudiana*

Tratamientos	No. Brotes	PF (g)
Control	4.83±2.01 ^b	0.36±0.18 ^a
Control Tween	4.96±2.08 ^b	0.28±0.12 ^a
TiO ₂ ⁴⁰	8.25±4.85 ^a	0.44±0.17 ^a
TiO ₂ ⁶⁰	11.40±7.78 ^a	0.44±0.34 ^a

Tabla 2. Efecto de las NPs de TiO₂ en plántulas de *S. rebaudiana*.

Tratamientos	PF (g)	% de raíz	No. hojas	Longitud
Control	0.02 ^c	27.3%	8.0±0 ^c	1.8±0.29 ^c
Control Tween	0.07 ^b	42.8%	14.5±4.1 ^b	4.4±1.38 ^{bc}
TiO ₂ ⁴⁰	0.12 ^a	28.5%	29.6±2.4 ^a	7.7±0.76 ^a
TiO ₂ ⁶⁰	0.17 ^{ab}	92.8%	17.0±3.0 ^{ab}	6.5±2.04 ^{ab}

Los valores son medias ± desviación estándar. Se realizó una prueba de Tukey al 95%.

Para las plántulas de *Stevia* se observó que con TiO₂⁴⁰ incrementó 2.7 y 4.2 veces más, el número de hojas y la longitud de plántulas en relación con el control. Mientras que con TiO₂⁶⁰ se obtuvo el mayor porcentaje de enraizamiento (92.8%) además, de incrementar 8 veces el PF con respecto al control.

Conclusiones. Las NPs de TiO₂ tuvieron un efecto positivo sobre la fisiología y producción de GE en plántulas y brotes de *Stevia* (pCAMsrDXS) crecidas *in vitro*.

Agradecimiento. La investigación realizada forma parte del Proyecto de Cátedra CONACyT 3212 (No. 235307). IVAO agradece al CONACyT por la beca 639827 de posgrado otorgada

Bibliografía.

- Javed, R., Yucesan, B., Zia, M., & Gurel, E. (2022). *In Plant and Nanoparticles*, 265-28.
- Arumugam, B., Subramaniam, A., & Alagaraj, P. (2020). *Cardiovasc Hematol Agents Med Chem* 18(2), 94-103.
- Sánchez-Córdova, Á. D. J., Capataz-Tafur, J., ... & Huerta-Heredia, A. A. (2019). *Sugar Tech*, 21(3), 398-406.

REDUCCIÓN EN EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS USANDO MICROORGANISMOS BENÉFICOS

Antonino Baez, Yolanda E. Morales-García, Jesús Muñoz-Rojas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias. Puebla. C.P. 72000. antonino.baez@correo.buap.mx

Palabras clave: Inoculante microbiano, fertilización, rendimiento

Introducción. Desde los años 60's, con el objeto de incrementar los rendimientos, los agricultores han abusado en el uso de fertilizantes, plaguicidas y el monocultivo, provocando la pérdida de nutrientes del suelo, salinización, resistencia de plagas y con ello la rentabilidad de los sistemas productivos. Por años se soslayó la importancia de la interacción microbio-planta, la cual usan las plantas en los ambientes naturales para obtener nutrientes, adaptarse al estrés abiótico y defenderse de patógenos (1).

En este trabajo se presentará el desarrollo de un inoculante de segunda generación, que, a diferencia de la primera generación, está constituido de varias especies compatibles, capaz de solubilizar fósforo, fijar nitrógeno, degradar xenobióticos y estimular el crecimiento de las plantas, y que está por salir a mercado. Se mostrará como el inoculante reduce la necesidad de fertilización química al 50%, manteniendo los mismos rendimientos en parcelas. Finalmente se describirá como el inoculante incrementa la absorción de nutrientes en los distintos tejidos del cultivo de maíz en el campo.

Metodología. La compatibilidad de 37 cepas correspondientes a 7 géneros se evaluó mediante la técnica de agar en doble capa para obtener un consorcio de 6 cepas compatibles, promotoras del crecimiento de plantas (2). La colonización de las bacterias se evaluó cuantificando a cada una de las cepas en medios selectivos y fueron confirmadas por PCR. La promoción de crecimiento vegetal se evaluó para cada cepa individual y en consorcio, midiendo la altura y peso de las plantas, longitud y peso de raíces, rendimiento de fruto. El escalamiento de la producción del inoculante de cajas de Petri a biorreactores de escala piloto se describió en (3). La absorción de nutrientes de las plantas inoculadas y no inoculadas durante ciclo de siembra 2022 se realizó mediante espectrometría de absorción atómica.

Resultados. Inoculante multiespecies.

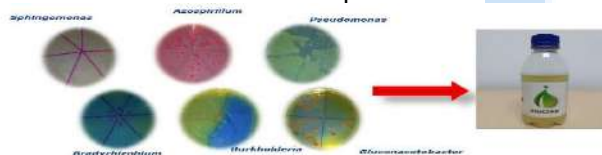


Fig. 1 Inoculante de segunda generación con múltiples funciones. ACC deaminasa, FBN, Solubilización de fósforo, degradación de xenobióticos.



Fig. 2. Sistema radicular 28 días después de la siembra. En una parcela de 5 ha de maíz híbrido el inoculante produjo un sistema radicular mas grande que el producto comercial Teprosyn. Se realizó una parcela con cuatro tratamientos, el "testigo" sin fertilizar y sin inocular, "bacterias" la semilla fue inoculada con el inoculante, pero no se fertilizó. "6 bultos de urea" por hectárea fue la fertilización tradicional y "3 bultos de urea+bacterias" la semilla fue inoculada y la fertilización se redujo en un 50%.

Tabla 1. Rendimiento en maíz amarillo criollo.

Tratamiento	Biomasa(ton/ha)	Grano (ton/ha)
testigo	5.1 ±2.4	3.91 ±0.26
bacterias	4.74 ±1.6	4.54 ±0.24
6 bultos urea	5.15 ±2.1	4.91 ±0.25
3 bultos urea+bacteria	4.59 ±1.9	5.35 ±0.15

El contenido de N y Mg en el grano de las plantas inoculadas en el ciclo de siembra 2022 aumentó 2.4 y 1.06 veces con respecto a las no inoculadas, aun cuando el contenido de N y Mg en el suelo de las plantas inoculadas era 23% y 41% menor y la fertilización con N fue 50% menor. El rendimiento de grano en las plantas inoculadas aumentó 2.7 veces.

Conclusiones. La inoculación de semillas de maíz con el inoculante multiespecies puede reducir la fertilización química hasta en un 50%.

Agradecimiento. VIEP-BUAP proyecto ID 00183.

Bibliografía.

1. Baez-Rogelio A, Morales-García YE, Quintero-Hernández V, Muñoz-Rojas J. (2017) *Microb Biotechnol* 10(1):19-21.
2. Morales-García YE. (2013). Antagonismo entre bacterias de interés agrícola y evaluación de inoculantes. Doctorado en Ciencias, BUAP.
3. Hernández-Vargas M. (2019). Escalamiento y estrategias de cultivo para la producción de un inoculante de segunda generación. Maestría en Ciencias, BUAP.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOPELÍCULAS RADICALES A BASE DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE JITOMATE

Samuel M. Padilla Jiménez¹, Guadalupe Oyoque Salcedo^{1,2}, Sergio Arias Martínez¹, Ernesto Oregel Zamudio¹

¹ Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán. Justo Sierra 28, Col. Centro, Jiquilpan 59510, Mexico, tel: 353 533 0218, samimac93@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km. 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México

Palabras clave: bacillus subtilis, solanum lycopersicum, Biopelículas.

Introducción. El cultivo de jitomate enfrenta problemas de plagas y enfermedades causados por hongos, oomicetos y nematodos, lo que ocasiona grandes pérdidas económicas [1]. El uso de nematicidas sintéticos es común, pero es perjudicial para el entorno y costoso. Se están estudiando estrategias de manejo ambientalmente orgánicas, como el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV). *B. subtilis* es una BPCV que tiene propiedades de antagonismo contra un amplio rango de fitopatógenos [2]. El objetivo fue aplicar biopelículas con *B. subtilis* en plantas de jitomate y evaluar su desarrollo.

Metodología. Se utilizó la cepa de *B. subtilis* GOS 01 B-67748 con registro Northern Regional Research Lab (NRRL) de Peoria, Illinois en Estados Unidos, de la colección de microorganismos del laboratorio de fitopatología del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Michoacán México. Para la elaboración de las películas se aplicó un diseño factorial a dos niveles. Los factores que se consideraron fueron los componentes o ingredientes (goma guar 0.4-0.8%, cera de candelilla 0.2-0.4%, glicerol 0.2-0.3% y 1x10⁶ UFC/mL de *B. subtilis*). Resultaron 16 formulaciones.

Resultados.

Tabla 1. Características de crecimiento de plantas de jitomate con aplicación de 16 formulaciones de biopelículas con *B. subtilis*.

TR	P.T (g)	A.F (cm)	A.R (cm)	L.R(cm)
J	1.06±2.65	20.03±4.44	1.18±0.83	11±2.16
B6	2.64±3.02	24.56±4.43	1.1±0.61	7.8±3.02
B12	3.38±2.67	24.06±4.22	1.06±0.66	8.48±2.96
P1	1.42±1.57	23.14±4.47	3.02±0.66	12.6±3.15
P2	2.68±2.21	22.56±3.75	1.26±0.59	12.24±3.13
P3	1.82±2.39	22.64±3.87	1.28±0.33	11.88±1.34

P4	3.68±2.70	22.60±3.80	1.2±0.31	11.36±1.97
P5	2.38±2.99	22.68±3.82	1.8±0.25	16.14±1.96
P6	3.20±2.59	22.85±3.74	1.16±0.34	12.58±1.41
P7	1.31±1.59	22.89±3.75	1.26±0.47	11.58±2.77
P8	2.14±1.72	23.27±3.82	1.82±0.48	13.08±3.28
P9	1.16±1.73	23.09±3.75	1.72±1.81	13.44±4.73
P10	2.20±1.75	23.63±2.96	1.74±2.50	9.02±4.85
P11	1.22±1.77	23.79±2.92	1.7±2.57	12.34±4.93
P12	2.09±1.65	23.38±3.37	1.26±2.47	13.78±3.97
P13	1.08±1.50	24.21±2.84	1.28±2.32	8.62±2.20
P14	2.01±1.57	24.38±2.89	1.04±2.15	12.52±0.76
P15	1.13±1.63	24.29±2.78	1.32±0.37	10.48±0.86
P16	2.22±1.78	24.07±2.56	1.14±0.44	9.1±3.25

TR tratamientos, P.T peso del tallo, A.F altura follaje, A.R ancho raíz, L.R largo raíz

Conclusiones. Algunos tratamientos tuvieron un efecto positivo en el crecimiento de las plantas de jitomate, como P13, P14, P15 y P16, que tuvieron una mayor altura del follaje y un mayor Ancho de raíz en comparación con el control.

Agradecimiento. Instituto Politécnico Nacional. Secretaria de investigación y Posgrado.

Bibliografía.

1. Kumar, M., et al., *Tomato (Solanum lycopersicum L.) seed: A review on bioactives and biomedical activities.* Biomedicine & Pharmacotherapy, 2021. **142**: p. 112018.
2. Kovács, Á.T., *Bacillus subtilis.* Trends in microbiology, 2019. **27**(8): p. 724-725.

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR Y ANÁLISIS FILOGENÉTICO DE UN NEMATODO AISLADO DE RAÍZ DE JITOMATE GRAPE (*Solanum lycopersicum* L.)

Francisco Javier Mondragón-Rojas^{1,3}, Stefani Aletse Meza-Zamora¹, Beatriz Flores-Samaniego², Laura Jeanette García-Barrera¹, Patricia Ibarra-Torres³, Miguel David Dufoo-Hurtado³. ¹ Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada - Instituto Politécnico Nacional, Tepetitla de lardizábal, Tlaxcala, C.P. 90700. ² Centro de investigación Desarrollo tecnológico e innovación Mezfer, Celaya, Gto., C.P. 38000. ³ Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica de Guanajuato, Cortazar, Gto., C.P. 38496, mdufoo@upgto.edu.mx.

Palabras clave: identificación taxonómica, 18s, *Meloidogyne* sp.

Introducción. El cultivo de jitomate (*S. lycopersicum* L.) es uno de los principales productos con importancia económica y cultural en México (1). A pesar de ello, diversas plagas y enfermedades influyen en su productividad, entre ellas se consideran a los nemátodos, que atacan a las raíces del cultivo, comprometiendo la disponibilidad de absorción de nutrientes e impactando en la calidad del fruto cosechado. Conocer la especie del nemátodo aislado de tomate permitirá desarrollar productos específicos para su control.

El objetivo de este trabajo fue identificar de forma molecular y realizar el análisis filogenético de un nemátodo aislado de raíz de jitomate.

Metodología. La muestra de raíz de jitomate grape orgánico se tomó de un invernadero y se evaluó la presencia de nemátodos. Una vez obtenidos los nemátodos se realizó la extracción del ADN de un nemátodo hembra empleando un kit específico (Qiagen cat #69506). Se llevó a cabo la amplificación del ADNr de la subunidad pequeña (18S) (2) empleando los iniciadores Nem_18S_F CGCGAATRGCTCATTACAACAGC y Nem_18S_R GGGCGGTATCTGATCGCC. Se purificó el amplicón con el kit Zymobionics D4305 y se secuenció en un equipo AB3130 empleando la Técnica de Sanger y tecnología capilar. La secuencia obtenida se comparó con las reportadas en las bases de datos del NCBI (3). El análisis filogenético se realizó haciendo pruebas de alineamiento múltiple en el programa Jalview (4).

Resultados. Se obtuvo una concentración de ADN de 25.31 ng/μL y se ajustó a 50 ng por reacción de PCR. El fragmento de ADNr amplificado por PCR tuvo un tamaño de ~900pb (figura 1). De acuerdo al análisis de alineamiento con las secuencias en el NCBI, la muestra del nemátodo resultó tener una identidad del 100% con *Meloidogyne enterolobii* y un valor E de 0.00. El análisis filogenético (figura 2) demostró que existe una gran similitud de las muestras con las secuencias del gen 18s del ADNr de nemátodos del género *Meloidogyne* reportadas en el NCBI. Se pueden

observar 4 grandes grupos correspondientes a las diversas especies de *Meloidogyne*. La secuencia del ADNr aislado tiene mayor grado de homología al grupo de la especie *enterolobii* y menor grado de homología con la especie *luci*.

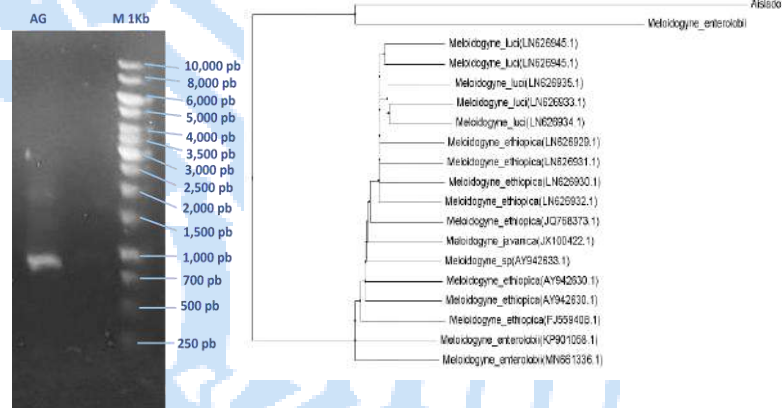


Fig. 1. Amplificación de región 18S de ADNr en muestras de nemátodo aislado de raíz de jitomate. M: marcador de peso molecular 1 kb. AG: amplicón.

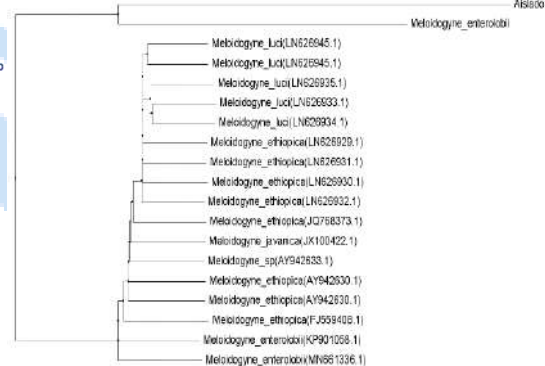


Fig. 2. Análisis filogenético de comparación de secuencias del gen 18s

Conclusiones. El uso de secuencias de 18s para la identificación taxonómica es una herramienta molecular con gran precisión. De esta forma se logró identificar como *Meloidogyne enterolobii* al nemátodo aislado de cultivo de jitomate.

Agradecimiento. F. J. M. R. agradece al IPN el financiamiento obtenido por medio de la beca Institucional de Posgrado.

Bibliografía.

1. SIAP (2021) <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
2. Floyd, R. M., Rogers, A. D., Lamshead, P. J. D., & Smith, C. R. (2005). *Molecular Ecology Notes*, 5(3): 611–612.
3. National Center for Biotechnology Information (NCBI) [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information; [1988] – [cited 2023 Mar 01]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
4. Waterhouse AM, Procter JB, Martin DMA, Clamp M, Barton GJ (2009) Jalview Version 2. *Bioinformatics*. 25: 1189-1191.

DESARROLLO Y EVALUACION DE UN ALIMENTO BALANCEADO PARA GALLINA PONEDORA A PARTIR DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO

Marta-Montserrat Tovar-Ramírez, Mónica-Vanessa Oviedo-Olvera, Hugo González-Lara, María-Isabel Nieto-Ramírez, Juan-Fernando García-Trejo*
 Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, Amazcala CP 76260,
 montseMMTR@gmail.com

Palabras clave: Calidad de huevo, larva de mosca soldado, parámetros producción avícola

Introducción. Los alimentos avícolas se han enfrentado a retos como el incremento en la demanda de insumos y un alza en los costos de los mismos (1). La larva de mosca soldado negro (LMSN) tiene una composición nutrimental adecuada para alimentación animal debido a su capacidad de bioconversión de residuos orgánicos (2). En la avicultura ha demostrado mejorar los parámetros productivos de las aves de engorda principalmente, además de recomendarse como un sustituto factible para harina de pescado o carne contribuyendo de manera efectiva al rendimiento productivo y a los costos de producción (3). Por lo tanto, el objetivo fue desarrollar un alimento balanceado a partir de harina de larva de mosca soldado negro y evaluar su uso en la alimentación de gallinas ponedoras con el fin de mejorar la calidad del huevo.

Metodología. La LMSN se obtuvo de la planta piloto de la Universidad Autónoma de Querétaro, campus Amazcala. El resto de los insumos se obtuvo de manera comercial. Se tomaron muestra de todos los insumos y se les realizó análisis fisicoquímico para determinar humedad (PROY-NOM-211-SSA1-2002), cenizas (NMX-F-066-S-1978), grasas totales (Extracción soxhlet asistida con microondas), calorías (método isoperibólico), proteína total (método nitrógeno total Kjeldahl), carbohidratos totales (método de antrona) y minerales (espectrofotometría de absorción atómica). Se desarrollaron dos alimentos para etapa de postura; alimento A:10% LMSN y B:0% LMSN; posteriormente se realizó el análisis fisicoquímico. Se evaluaron en gallinas de 18 semanas de edad raza Rhode Island Red. A las gallinas se les determinó tasa de crecimiento e inicio de postura. A los huevos se les determinó peso total de huevo, porcentaje de yema, clara y cascara, unidades Haugh, índice de forma, grosor de cascara.

Resultados. Los alimentos desarrollados cumplían los requerimientos de las gallinas ponedoras (Tabla 1). El tamaño del pellet fue de 15.32mm longitud y 8.39mm de diámetro por lo que se trituró hasta obtener fracciones menores a 5mm. Los resultados de

parámetros productivos mostraron una mejor tasa de crecimiento y un adelanto de postura con alimento A. De acuerdo con la norma NMX-FF-127-SCFI-2016 sobre especificaciones de huevo fresco de gallina, la calidad de este se relaciona con el tamaño del huevo y la frescura; con base en ello para el alimento A los huevos obtenidos fueron tamaño canica y el B tamaño chico, en cuanto a las unidades Haugh ambos son categoría I. Por otro lado, los porcentajes de yema, clara y cascara deben representar un 30, 60 y 10% respectivamente, para lo cual ambos alimentos tienen valores aceptables. El índice de forma nos da un indicativo entre un huevo ovalado, redondo o normal; clasificando ambos en forma normal. Por último, el grosor de cascara debería encontrarse en valores de 0.33-0.37 mm, obteniendo los dos valores aceptables.

Tabla 1. Características físicas y químicas de los alimentos desarrollados.

	Alimento A	Alimento B
Humedad (%)	10.8	7.267
Cenizas (%)	4.525	15.019
Grasas (%)	5.2	3.251
Energía bruta (kcal/g)	4.700	3.432
Carbohidratos (%)	65.536	48.498
Proteína cruda (%)	16	16
Ca (mg/g)	0.02	1.104
Mg (mg/g)	2.09	2.854
Na (mg/g)	0.1	0.195

Conclusiones. El uso de la LMNS en la avicultura permite balancear un alimento capaz de obtener al menos los mismos parámetros productivos en aves de postura y sin afectar la calidad física de los huevos obtenidos.

Agradecimiento. A Conacyt, a la Universidad Autónoma de Querétaro y al Laboratorio de Bioingeniería UAQ.

Bibliografía.

1. Secci G, Bovera F, Nizza S et al. (2018). Animal 10, 2191-2197.
2. Harinder P, Gilles T, Heuze V et al. (2014). Animal feed science and technology 197, 1-33.
3. Zhao J, Kawasaki K, Miyawaki H et al. (2022). Poultry Science 101, 101986.

EVALUACIÓN DE METODOS DE EXTRACCIÓN DE *Ceiba pentandra* Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD CITOTOXICA DE LOS EXTRACTOS.

Canché Moo Leydi¹ Pat-Colli, Cristina² y Cano-Sosa Julia³

1.CONACyT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsede Sureste. CP 97302. Mérida, Yucatán, México.

2.Tecnológico Nacional de México campus Conkal. CP 97345. Conkal, Yucatán, México. 3.Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsede Sureste. CP 97302. Mérida, Yucatán, México. lcanche_pos@ciatej.edu.mx ;jcano@ciatej.mx;

Palabras clave: Extractos vegetales, Ceiba pentandra, citotoxicidad

Introducción. *Ceiba pentandra* L. en Yucatán llamada “Yaaxché”, pertenece a la familia bombacaceae, y es originaria de América Central. Existe evidencia sobre el valor medicinal de esta planta, porque se ha reportado que se utiliza para diversos tratamientos como, por ejemplo: diabetes, fiebre, dolor de cabeza, hipertensión, úlcera péptica, reumatismo y lepra. También se utiliza como antimicrobiano y anticancerígeno. Entre sus características relevantes es que las hojas poseen un alto contenido de proteínas y sus semillas contienen ácidos grasos tales como el ácido palmítico, oleico y linolénico. Debido a la importancia cultural y medicinal de la región es relevante estudiar la composición química de la especie. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo es obtener extractos vegetales de *C. pentandra* y evaluar el potencial citotóxico presente en los extractos (1).

Metodología. Se colectó material vegetal de la zona norte de la ciudad de Mérida, Yucatán. Se dejó secar a temperatura ambiente para su posterior molienda. Los extractos se obtendrán por métodos: maceración, sonicación y soxhlet utilizando como disolvente una mezcla de etanol-agua (80:20 v/v). Se determinará el porcentaje de rendimiento para cada uno de los extractos. Se realizará un tamizaje fitoquímico cualitativo (TLC) de cada uno de los extractos, con la finalidad de observar algunos de los biocompuestos como: flavonoides, antioxidantes y alcaloides, que pudieran estar presentes en los extractos. Para la prueba de toxicidad, se llevará a cabo con nauplios de *Artemias salina*. Los nauplios se incubarán por 24 h en agua de mar en condiciones adecuadas. Para el ensayo, se realzarán por triplicado y se utilizarán 10 nauplios para cada una de las concentraciones de los diferentes extractos (3).

Resultados. De la colecta realizada, se obtuvieron de la planta los siguientes tejidos: hojas, peciolo, entrenudos y raíz (Fig.1). Se obtuvo el peso fresco y seco de cada uno de los tejidos (Tabla 1).



Fig. 1. Material vegetal de *Ceiba pentandra* A. Hoja, B. peciolo, C. Entrenudo, D. Corteza, E. Raíz

Tabla 1. Peso fresco y seco de tejidos de *Ceiba pentandra*.

Partes de la planta	Peso		Pérdida de Agua (%)
	fresco(g)	seco(g)	
Hoja	6443	1800	72.07
Peciolo	1154	308	73.31
Entrenudo	546	135	75.28
Raíz	3310	1782	46.17

Con los extractos obtenidos se espera identificar cualitativamente algunos de los biocompuestos de importancia presentes en los diferentes tejidos de la planta. También se podrá determinar la DL₅₀ (dosis letal media) que es un indicador de la toxicidad de un compuesto (3).

Conclusiones. El proceso nos permitirá conocer el método de extracción con más alto rendimiento y evaluar si los extractos obtenidos son bioseguros, lo cual es importante dado su empleo en la medicina tradicional. Posteriormente los extractos se evaluarán por métodos cuantitativos como HPLC para conocer su perfil químico.

Agradecimiento. Proyecto Ciencia básica y/o Ciencia de Frontera No. 320786, “Estudio para obtención de base de datos de plantas del Sureste de México con actividades medicinales y/o potenciales usos vinculados asus metabolitos secundarios y como propagarlas

Bibliografía.

1. Kumar, R., Kumar, N., Ramalingayya, G. V., Setty, M. M., & Pai, K. S. R. (2016). *Cytotechnology*, 68(5), 1909–1923.
2. Robles-Valdivia, M., & Sánchez-Otero, M. (2022). *Revista terra latinoamericana*, 40.
3. Sandoval A., Valverde Flores J., Calla K., Alba R., Lloclla H., Sotero S., Ismino A., Salazar M., 2020. *Chemical Engineering Transactions*, 79, 367-372.

ESTABLECIMIENTO DE UN MÉTODO DE GERMINACIÓN IN VITRO DE *Momordica charantia* L.

Canché Moo Leydi¹, Ramos-Díaz Ana Luisa² y Cano-Sosa Julia²

1. CONACyT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsección Sureste. CP 97302. Mérida, Yucatán, México.

2. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsección Sureste. CP 97302. Mérida, Yucatán, México.

lcanche_pos@ciatej.edu.mx; jcano@ciatej.mx

Palabras clave: Momordica charantia, Cultivo de tejidos, Germinación in vitro .

Introducción. *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), también conocida como “cundeamor”. Es una planta herbácea, anual, enredadera con flores monoicas, solitarias y amarillas, el fruto es tuberculado de color anaranjado-amarillo y las semillas son oblongas de color rojo intenso. Entre sus usos tradicionales pueden mencionarse: alimenticio, anticolesterolémico, antidiabético, antiinflamatorio, antimicrobiano, anti-leucémico, cicatrizante, antihelmíntico antioxidante, antitumoral, anti-ulceroso, antiviral, citotóxico, hormonal, inmunoestimulante, e insecticida. Estudios fitoquímicos previos presentan evidencia de la presencia de fenoles, flavonoides, quinonas, esteroides, esterol, Terpenos, alcaloides y Saponinas (1). Siendo una especie con propiedades relevantes, es de gran interés establecer un cultivo in vitro a partir de las semillas que permita obtener plántulas libres de patógenos que puedan ser un medio para llevar a cabo la micropropagación de la especie u otras aplicaciones.

Metodología. Los frutos de *M. charantia* fueron colectados en la zona norte y oriente de la ciudad de Mérida, Yucatán. Los frutos fueron lavados con etanol al 70 % tres veces por 5 minutos. En una campana de flujo laminar, se cortaron los frutos, se eliminó el pericarpio y la pulpa de las semillas. La siembra de las semillas se realizó colocando dos semillas en cada caja magenta conteniendo 40 mL de medio de cultivo estéril. Se estableció la evaluación de la formulación del medio basal mediante las siguientes condiciones: 1. Medio Murashige y Skoog (MS) con fuerza iónica completa, 2. MS a la mitad de su fuerza iónica 3. MS (fuerza iónica completa) y vitaminas, para todas las condiciones se adiciono 30 g/L de sacarosa y 2.4 g/L de phytigel, ajustando el pH a 5.7. La incubación de semillas fue de 48 h en oscuridad y después en cuarto de cultivo con fotoperíodo de 16/8 horas luz/oscuridad y una temperatura de 25°C (2).

Resultados. Se colocaron 36 semillas en cada una de las condiciones, el medio MS- fuerza iónica completa, tuvo un 11.11% de porcentaje de germinación (PG), el medio MS-a la mitad de su fuerza iónica tuvo un 13.88 % de PG, mientras que las semillas con el medio MS con vitaminas no germinaron. El proceso de germinación dio inicio a los 5 días, en el medio MS-a la mitad de su fuerza iónica, y en el medio MS-fuerza iónica completa, inicio a los 8 días.

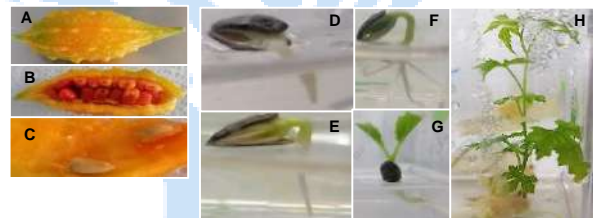


Fig. 1. *Momordica charantia*. A) Fruto, B) semillas con pulpa, C) semillas sin pulpa. D) Germinación de semillas de *Momordica charantia* día 9 de cultivo, E) Semilla día 11 de cultivo, F) Día 12 de cultivo, G) Plántula día 14, H) Plántula de 70 días.

Conclusiones. Se obtuvieron plántulas de *Momordica charantia* en cultivo *in vitro*, sin embargo, el método presenta poca eficiencia por lo que se implementarán otras opciones como la escarificación de las semillas y el uso de fitoreguladores en el medio de cultivo, con el fin de incrementar el PG. Con las plántulas ya establecidas se establecerán estrategias para su micropropagación.

Agradecimiento. Proyecto Ciencia básica y/o Ciencia de Frontera No. 320786, “Estudio para obtención de base de datos de plantas del Sureste de México con actividades medicinales y/o potenciales usos vinculados a sus metabolitos secundarios y como propagarlas.

Bibliografía.

1. Semeniuk L. V., Bela A. J., Vonka C. A., Romero M. C. y Nuñez M. B. 2018. Dominguezia. Vol. 34 (1): 39-44.
2. Murashige T. and F. Skoog (1962). *Physiology Plantarum* 15:473-497.

BIOCONVERSIÓN DE JUGO DE *Agave Lechuguilla* POR *Yarrowia lipolytica* P01A PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTOS CON ACTIVIDAD HERBICIDA.

Christian Hernández-Guzmán^a, Sergio Huerta-Ochoa^b, Leopoldo Javier Ríos-González^c, David Castillo-Quiroz^d, Claudio Humberto Mejía Ruíz^a, Ana Gisela Reyes-Alvarado^a.

^aCentro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Programa de Agricultura en Zonas Áridas, La Paz, BCS., C.P. 23205. ^bUniversidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, CDMX., C.P.09340, ^cUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, COAH., C.P. 25280, ^dInstituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuaria, Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales, Saltillo, COAH., C.P. 25315
agalvarado@cibnor.mx; leopoldo.rios@uadec.edu.mx

Palabras clave: guishe, actividad alelopática, saponinas

Introducción. El *Agave lechuguilla* es una especie dominante de tipo matorral desértico rosetófilo (1). Mediante el tallado de las hojas centrales (*cogollo*) de la *lechuguilla* se realiza la extracción de fibra natural (*Ixtle*); que se utiliza ampliamente en la industria de la fabricación de cepillos, brochas, y artesanías. La obtención de *Ixtle* genera residuos lignocelulósicos (*guishe*) que son desechados al medio ambiente. La valorización de este residuo es una alternativa para reducir la contaminación ambiental. Una manera de valorizar este desecho es con la obtención de fitoquímicos de alto valor agregado, como los flavonoides y las saponinas (2). Este grupo de fitoquímicos han demostrado poseer diferentes actividades biológicas, como antiinflamatoria, anticancerígena y antifúngica así como sus aplicaciones industriales, agroquímicas y farmacológicas (3). En el sector agrícola es común el uso de herbicidas sintéticos controlando las plantas indeseables o malezas en los cultivos. Esto provoca un inconveniente debido a su excesivo uso, ocasionado problemas ambientales, contaminación del suelo y malezas con factores de resistencia. El objetivo de este estudio es obtener extractos con compuestos de origen natural con actividad herbicida mediante un proceso de bioconversión de la biomasa residual del *Agave lechuguilla* por *Yarrowia lipolytica* P01A.

Metodología. El proceso de bioconversión se llevó a cabo en Caldo Dextrosa Sabouraud en matraces Erlenmeyer de 250 mL con 100 mL de medio (pH 5.5), inoculando 1×10^6 células mL⁻¹ de *Yarrowia lipolytica* P01A, posteriormente se agregaron las concentraciones iniciales de biomasa residual (jugo de *guishe*), los cuales fueron 10 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, 30 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹ y 50 mg L⁻¹. La determinación de la actividad herbicida se realizó en una cámara climática en condiciones controladas de humedad (80%), temperatura (25 ± 2.5°C), y un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 de oscuridad. La unidad experimental estuvo conformada por una caja Petri que en su interior contiene discos de papel filtro estéril, humedecidos con agua destilada, en donde se

colocaron semillas modelo de especies de cultivo agrícolas pertenecientes al grupo monocotiledóneas y dicotiledóneas.

Resultados. Los resultados de la tabla 1 presenta el porcentaje de germinación causado por los diferentes extractos de bioconversión, correspondientes a las concentraciones iniciales de jugo de *guishe* de 10 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, 30 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹ y 50 mg L⁻¹. Del análisis de los tratamientos se deduce que existe control en la germinación de las semillas en comparación con el control, el cual fue jugo de *guishe* sin proceso de bioconversión. Todos los tratamientos, provenientes del proceso de bioconversión presentaron inhibición en la germinación de las semillas.

Tabla 1. Actividad herbicida del extracto de jugo de *guishe*, jugo de *guishe* y herbicida en semillas de maíz, frijol, trigo y cebada.

Concentración inicial de jugo de <i>guishe</i> (mgL ⁻¹)	Maíz		Frijol			Trigo			Cebada			
	% Germinación											
	Extracto	Jugo de <i>guishe</i>	Herbicida	Extracto	Jugo de <i>guishe</i>	Herbicida	Extracto	Jugo de <i>guishe</i>	Herbicida	Extracto	Jugo de <i>guishe</i>	Herbicida
10	0	6.66	0	0	6.66	0	0	13.33	0	0	6.66	0
20	0	6.66	0	0	13.33	0	0	6.66	0	0	6.66	0
30	0	13.33	0	0	0	0	0	6.66	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Conclusiones. Fue evaluada la capacidad herbicida de extractos obtenidos de la bioconversión de jugo de *guishe* por *Yarrowia lipolytica* P01A, presentando inhibición en la germinación de las semillas monocotiledóneas y dicotiledóneas en comparación con el control.

Agradecimiento. Al CONACyT por financiamiento y beca de Estancia Posdoctoral. Y a los proyectos 322622 y PN-2017-7332

Bibliografía.

- Martínez Burciaga, O. U., Castillo Quiroz, D., and Mares Arreola, O. (2011) ISBN: 978-607-425-725-0. (1).
- Díaz-Jiménez, L., Carlos-Hernandez, S., de Rodríguez, D. J., Rodríguez-García, R. (2019) *Ind Crops Prod.* 138, 111441.
- Just, M., Giner, R., Bilia, A., Recio, M., Máñez, S., Ríos, J.-L., Cuéllar, M. (2007) *Planta Med.* 64(05), 404-407.

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE *Bacillus sp.* EN RAÍCES DE TOMATE TRATADAS CON BIOPELICULAS RADICALES

Guadalupe Oyoque Salcedo^{1,3*}, María Valentina Angoa Pérez¹, Claudia Maritza García Lino, Ernesto Oregel Zamudio¹, César Leobardo Aguirre-Mancilla³

- 1 Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Mich. Investigación. Justo Sierra # 28, C.P. 59510, Jiquilpan de Juárez Michoacán, México.
- 2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Jiquilpan. Ing. Bioquímica. Av. Carr. Nacional s/n Km. 202, C.P. 59510, Jiquilpan de Juárez, Michoacán México.
- 3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Posgrado. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km. 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México
- * Correspondencia: goyoque@ipn.mx.

Palabras clave: *B. subtilis*, tomate, raíces

Introducción. Las formulaciones de películas comestibles pueden incluir microorganismos con fines de control de fitopatógenos¹. Entre ellos, *B. subtilis* es capaz de controlar hongos en las raíces de tomate² Con el fin de aprovechar los beneficios de *B. subtilis* y garantizar un contacto íntimo con las raíces para que pueda colonizar y realice su función, se ha desarrollado una formulación de película llamada biopelícula radical.

Metodología.

Se elaboraron 16 biopelículas a base de goma guar (0.3 y 0.6%), cera de candelilla (0.15 y 0.3%), glicerol (0.15 y 0.3%) y *B. subtilis* (1x10⁶ y 1x10¹² UFC/ml) utilizando un diseño factorial 2⁴ con Design-Expert®. Los factores fueron los ingredientes y los niveles dos concentraciones de cada uno de ellos. Las biopelículas se aplicaron por inmersión de raíces de plántulas de tomate de 22 días y, después de un mes de crecimiento en fotoperiodo (12 horas de luz y 12 horas de oscuridad), se analizó las UFC/ml en 1 gramo de raíces mediante diluciones seriadas y siembra en superficie en medio PDA. El cultivo se incubó a 25 °C durante 3 días. Se utilizó un grupo control con bacterias y otro sin ningún tratamiento en las raíces. Se llevaron a cabo 3 repeticiones por cada tratamiento. Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) seguido de la prueba de comparación de medias Tukey (p ≤ 0.05) mediante el software R versión 4.1.1.

Resultados. Las raíces de tomate tratadas con la película 1 presentaron significativamente mayor cantidad de bacterias del género *Bacillus sp.* en comparación con las tratadas con otras biopelículas (Fig.1). Además, las raíces tratadas con la película 15 presentaron un contenido significativamente mayor de UFC/ml totales en comparación con las tratadas con los demás tratamientos (Fig.2).

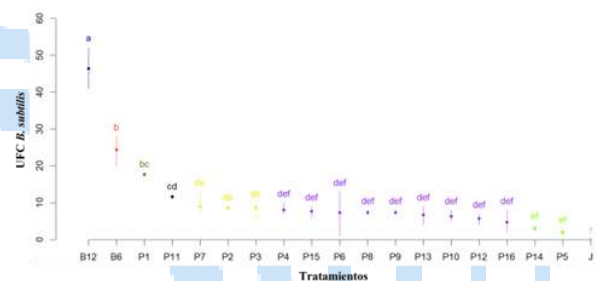


Fig. 1. UFC/ml de *Bacillus sp.* en raíces de tomate con los diferentes tratamientos.

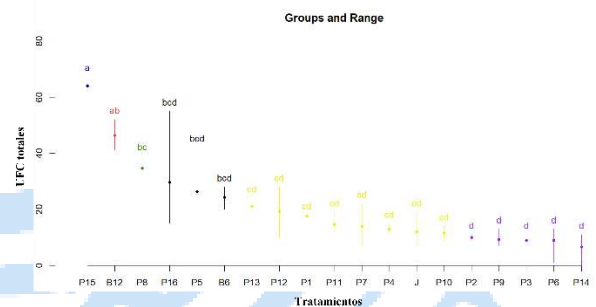


Fig. 2. UFC/ml de bacterias totales en raíces de tomate con los diferentes tratamientos.

Conclusiones. Las raíces de tomate con la biopelícula que contenía un mayor contenido de bacteria, cera de candelilla, glicerol y una menor cantidad de goma guar, albergaron más cantidad de bacterias del género *Bacillus sp.*

Bibliografía.

- 1. Marin A., Plotto A., Atares L., Chiralt A. (2019). Lactic Acid Bacteria Incorporated into Edible Coatings to Control Fungal Growth and Maintain Postharvest Quality of Grapes. *Hortscience*. 54. 337-343.
- 2. Bouchard R.M., Cossus Y.M.L., Nguyen A.T.T., Antoun H., Droit A., Tweddell J.R. (2022). *Bacillus pumilus* PTB180 and *Bacillus subtilis* PTB185: Production of lipopeptides, antifungal activity, and biocontrol ability against *Botrytis cinerea*. *Biological Control*, 170. 1-11.

BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL APLICADAS A *Mentha spicata*

Mónica Alcalán-López, Mónica Gisell Tellez-Muñiz, Jeanette Guadalupe Cárdenas-Valdovinos y Hortencia Gabriela Mena-Violante. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán, Jiquilpan Michoacán, México, C. P. 59510. hmena@ipn.mx

Palabras clave: plantas medicinales, germinación, menta.

Introducción

Las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) promueven el desarrollo de las plantas por medio de mecanismos como: fijación de nitrógeno, solubilización de fosfatos, producción de ácido indol-3-acético (IAA), entre otros. Adicionalmente, mejoran la producción de metabolitos secundarios y aceites esenciales en plantas medicinales y aromáticas. La menta (*Mentha spicata*) es una planta medicinal perenne cultivada en todo el mundo debido a que contiene aceites esenciales utilizados en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, principalmente.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes cepas de BPCV sobre la germinación de semillas de *M. spicata*.

Metodología

En este estudio, semillas de *M. spicata* (MS) se inocularon con *Pseudomonas* sp. (PSP), *Bacillus subtilis* 90 (BS), *Bacillus subtilis* HFC103 (HFC103), *Bacillus subtilis* suelo (BSS), KBANRM6-1 (KB) y ANRM6-3 (AN), a una concentración de 1×10^8 UFC/mL. Posteriormente, se sembraron en semilleros que contenían peat moss y se agregó 1 mL de inóculo por pocillo. Además, se tuvo un control (CT) al cual solo se le aplicó agua. El riego fue cada tercer día. Pasado un periodo de 43 días, se determinó el porcentaje de germinación y se midieron variables biométricas (VB).

Resultados

Las plántulas inoculadas con BPCV presentaron mayor crecimiento en comparación con CT. En MS se obtuvo la mayor germinación con la cepa AN siendo 3.8 veces mayor que en el CT (Tabla 1). Con respecto a las VB se presentaron diferencias significativas en altura, excepto largo de raíz y número de hojas. La altura de MS inoculada con BS incrementó 23.18 veces más comparada con el CT.

Tabla 1. Porcentaje de germinación de *M. spicata*.

Tratamientos	% de germinación
Control	18 ^k
PSP	46.8 ^f
BS	64.8 ^b
BSS	32.4 ^l
HFC103	32.4 ^l
KB	26.4 ^l
AN	68.4 ^a
Significancia	***

Nota *** indica una significancia de $P \leq 0.001$. Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos.

Tabla 2. Variables biométricas de *M. spicata*.

Tratamientos	Altura de plántulas (cm)	Largo de raíz (cm)	Número de hojas
Control	0.43 ^e	5.60 ^a	5.67 ^c
PSP	2.33 ^{abcd}	11.10 ^a	13.67 ^{abc}
BS	9.97 ^{cd}	8.50 ^a	13.00 ^{abc}
BSS	0.97 ^{de}	8.17 ^a	7.67 ^{bc}
HFC103	1.13 ^{de}	8.67 ^a	9.33 ^{bc}
KB	1.37 ^{de}	9.50 ^a	13.67 ^{abc}
AN	0.83 ^{de}	5.83 ^a	6.00 ^c
Significancia	***	**	***

Nota: *** indica una significancia de $P \leq 0.001$, ** indica una significancia de $P \leq 0.01$. Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos.

Conclusiones

Todas las cepas de BPCV promovieron la germinación de menta. La mejor cepa para promover la germinación de menta fue ANRM6-3, en cuanto al crecimiento y desarrollo fue *Bacillus subtilis* 90.

Agradecimiento

A la Dra. Hortencia Gabriela Mena Violante por el apoyo en esta investigación.

Bibliografía

- Mahendran, G., Kumar, V. S. & Rahman, L. U. (2021). *Journal of Ethnopharmacology*, 278: 1-111.
- Ostadi, A., Javanmard, A., Machiani, M. A., Morshedloo, M. R., Nouraein, M., Rasouli, F. & Maggi, F. (2020). *Industrial Crops & Products*, 148: 11-22.
- Chrysargyris, A., Xylia, P., Botsaris, G. & Tzortzakis, N. (2017). *Industrial Crops & Products*, 103: 202-212.

RELACIÓN BENÉFICA ENTRE LA COLONIZACIÓN ENDÓFITA DE *Streptomyces* spp. Y LA PROMOCIÓN EN EL CRECIMIENTO VEGETAL DE *T. aestivum* y *V. radiata*.

Cortés-Martínez, R.¹, Domínguez-González, K. G.¹, Hernández-Cristóbal O.², Cerna-Cortés, J.F.³, López-Villegas E. O.³. ¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Químico Farmacobiología, Laboratorio de Biotecnología ambiental. Morelia, Michoacán, C.P. 58240. ²Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES)-UNAM. Morelia C.P. 58190. ³Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. CDMX, C.P. 11350. raul.cortes@umich.mx

Palabras clave: Endófito, *Streptomyces*, Promotor del crecimiento vegetal.

Introducción. No todas las bacterias de rizósfera colonizan de forma benéfica a las plantas, algunas especies del género *Streptomyces* consiguen colonizar de manera endófito a las plantas haciendo una relación mutualista (1,2). El objetivo de este trabajo fue inocular la rizósfera de *T. aestivum* y *V. radiata* con especies de *Streptomyces*, para evaluar su capacidad de colonización endófito de raíz y la mejora en el crecimiento vegetal.

Metodología. Tres especies del género *Streptomyces*: *S. aureus*, *S. griseorubens* y *S. flaveolus*, aisladas de rizósfera de *P. americana*, se inocularon en la rizósfera de *T. aestivum* y *V. radiata*. Se probaron 7 tratamientos (x5) y se evaluó la colonización endófito en ambos modelos de plantas por SEM (x5). Se evaluó la mejora en el crecimiento vegetal a las 12 semanas midiendo altura, biomasa total y en raíz (2). Los análisis estadísticos se evaluaron por ANOVA de una vía y comparación de medias de Tukey-Kramer y Dunnet.

Resultados. Al evaluar los 7 tratamientos (T), la colonización endófito, fue exitosa en un 100% en *T. aestivum* y de un 14% para *V. radiata* (Fig. 1) (3). El crecimiento vegetal en *T. aestivum*, resultó >200% de incremento en biomasa total y peso en raíz y >400% en incremento en biomasa total y >1,000% de peso en raíz para *V. radiata* con respecto al control (Tabla 1).

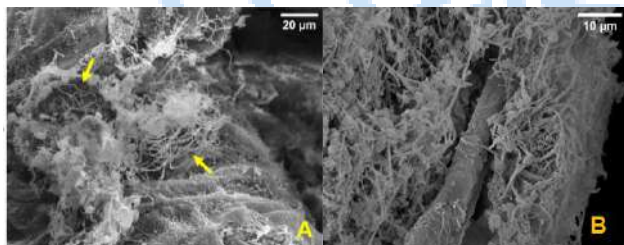


Fig. 1. Crecimiento de bacterias endófitas en raíz. **A.** *T.aestivum* T6 (600x) **B.** *V. radiata* T2 (1,800x)

Tabla 1. Porcentaje de incremento vegetal en raíz de *T. aestivum* y *V. radiata*.

Tratamiento	<i>T. aestivum</i> %Peso Raíz	<i>V. radiata</i> %Peso Raíz
T1	282.36	757.19
T2	334.71	1,062.94
T3	246.14	240.10
T4	228.25	174.62
T5	236.97	202.76
T6	262.35	199.04
T7	232.22	201.80
C	100	100
% de incremento con respecto al control sin inóculo microbiano.		

Conclusiones. Las especies probadas mostraron tener una interacción endófito exitosa con el trigo y en menor grado con la soja, esto puede deberse a las características y exudados de cada planta, sin embargo, en todos los casos se logró mejorar el incremento en biomasa vegetal en su interacción en la rizósfera, por lo que se propone el uso de estas especies para mejorar la producción de los cultivos de interés agrícola, principalmente en el cultivo de trigo (4,5).

Agradecimiento. Coordinación de la Investigación Científica-UMSNH, beca CIC-UMSNH-2022.

Bibliografía.

- Solanki, M.K.; Malviya, M.K.; Wang, Z. Eds.; Springer: Singapore, 2016; pp. 63–81 ISBN 978-981-10-0707-1.
- Coombs, J.T.; Franco, C.M.M. *Appl Environ Microbiol* **2003**, *69*, 5603–5608, doi:10.1128/AEM.69.9.5603-5608.2003.
- Wahyudi, A.T.; Priyanto, J. A.; Afrista, R.; Kumiati, D.; Astuti, R.I.; Akhdiya, A. *Online J Biol Sci* 2019, *19*, 1-8.
- Swarnalakshmi, K.; Senthilkumar, M.; Ramakrishnan, B. Eds.; Springer: Singapore, 2016; pp. 123–145 ISBN 978-981-10-0707-1.
- Jog, R.; Pandya, M.; Nareshkumar, G.; Rajkumar, S. *Microbiology*, **2014**, *160*, 778–788, doi:10.1099/mic.0.074146-0.

ANTAGONISMO *IN VITRO* POR MÉTODO DE MEDIO ENVENENADO A PARTIR DE ANTIFÚNGICOS OBTENIDOS DE *PARABURKHOLDERIA* SPP GB99. CONTRA *FUSARIUM SOLANI*

Ruiz Andrade Grisel, Marín Cevada Vianey, Jiménez Gómez Irma Indira, Miguel Castañeda Lucio.
Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias, Benemérita
Universidad Autónoma de Puebla, C.P. 72570, vianey.marincevada@viep.com.mx.

Palabras clave: Burkholderia, antagonismo, F. solani.

Introducción. El hongo fitopatógeno *F. solani* puede infestar desde el suelo y de manera foliar en climas variados de diferentes regiones de México, así como, causar una variedad de enfermedades en la planta desde podredumbre de raíz, pudrición de tallo y marchitez vascular (1) en cultivos de tomate, chile, aguacate, frijol, maíz y café, entre otros, ocasionando pérdidas de hasta 40% en ciclo productivo de este último cultivo, afectando al agricultor y su economía (2). En nuestro grupo de trabajo se evaluaron 46 cepas del grupo *Burkholderia* sensu lato, destacando la cepa GB99 por inhibir el crecimiento del hongo *F. solani* en un 62% por medio de ensayos de antagonismo *in vitro*, como el ensayo dual (3). En el presente trabajo se exploró el medio envenenado como ensayo de antagonismo para evaluar la capacidad de los compuestos antifúngicos producidos por *Paraburkholderia* GB99 contra *F. solani*.

Metodología. Se inoculó 2ml de la cepa GB99 en medio mínimo MM9 con dos fuentes de carbono (Xilosa 3% y Fructosa 2% por separado) y se incubó durante 72h/30°C. Posteriormente, los cultivos se inactivaron por calor a 96°C durante 10 minutos y se centrifugaron para extraer los antifúngicos. Luego se realizó el método de medio envenenado (4) utilizando los filtrados en diferentes porcentajes inhibitorios (10, 30, 50%), se incubó a 24± 2°C/oscuridad y se realizó por triplicado (incluyendo al control). El porcentaje de inhibición del crecimiento del diámetro se calculó durante 9 a 11 días de desarrollo micelial mediante un ANOVA de una vía y una prueba de Tukey para comparaciones múltiples (GraphPad ver.9.00).

Resultados. En la figura 1, A y B se observa la inhibición del crecimiento del diámetro de *F. solani* en presencia de los antifúngicos producidos por GB99 a partir de las dos fuentes de carbono y su afectación en el micelio vegetativo mediante el método de medio envenenado. Los diferentes porcentajes de inhibición se observan en la figura 2.

Fig. 1. Evaluación de la capacidad de la cepa bacteriana GB99 para producir antifúngicos e inhibir el crecimiento del hongo fitopatógeno *F. solani* en medio envenenado. GB99 fue inoculada en medio

mínimo-MM9 con dos fuentes de carbono por separado A) xilosa 3% y B) fructosa 2%.

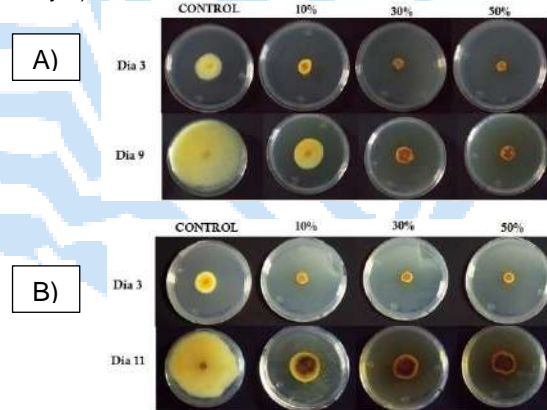
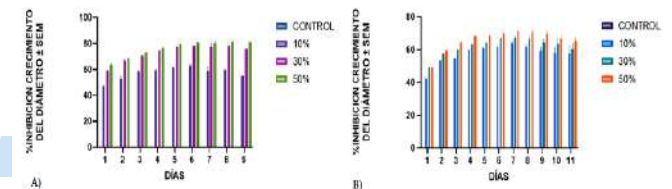


Fig. 2 A) Porcentaje de inhibición a partir de fuente de xilosa 3%. B) Porcentaje de inhibición a partir de fuente de Fructosa 2%.



Conclusión. La cepa *Paraburkholderia* sp. GB99 produce metabolitos secundarios con actividad antifúngica a partir de ambas fuentes de carbono, que son capaces de inhibir el crecimiento del diámetro de *F. solani* en porcentajes de 30% y 50% con mayor efectividad y afectar su micelio vegetativo.

Agradecimiento. Agradezco a mi grupo de trabajo por su orientación y dedicación en este proyecto, así como la BUAP e ICUAP por su apoyo en mi formación.

Bibliografía.

1. Alburqueque Andrade D. Eficacia de fungicidas químicos para el control *in vitro* de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas. *Arnaldoa*. 2018 31;25(2).
2. Jiménez-Gómez, Búsqueda y evaluación de antifúngicos producidos por bacterias dirigidas contra hongos patógenos en cultivo de café. BUAP. 2019.
3. Alejandra I, Jauregui R, Daniel Hernández Castillo F, Lissethe S, Ligas P, Roció S, et al. Polifenoles de diferentes fuentes vegetales y su efecto *in vitro* contra patógenos del garbanzo.

DISTRIBUCIÓN E IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE PARÁSITAS DEL GÉNERO *Cuscuta* DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

José Manuel Sandoval-Moreno¹, Jonas Morales Linares², Alejandro Flores Palacios¹, Heike Vibrans Lindemann³, Ramón Suárez Rodríguez¹, Susana Valencia Díaz¹. ¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigación en Biotecnología. ²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ³Colegio de Postgraduados. Cuernavaca, Morelos. 62209. manuel06sm@gmail.com

Palabras clave: Cuscuta, parásita, modelado.

Introducción. Las plantas parásitas del género *Cuscuta* comprenden de 170-200 especies (1), carecen de hojas y presentan haustorios, siendo el único género de la familia Convolvulaceae con hábitos parasitarios. Tiene una distribución casi cosmopolita (2) y se consideran generalista ya que no solo afecta cultivos agrícolas, sino también especies de importancia ornamental y especies silvestres. Son especies morfológicamente similares, lo que dificulta su identificación taxonómica por métodos tradicionales, por lo que el uso de marcadores moleculares puede apoyar este proceso (3). Son diversas las herramientas digitales que arrojan información sobre la ocurrencia de especies de *Cuscuta* en México, pero no existe un estudio que integre dicha información, por lo cual es de gran importancia el modelado y predecir la distribución de ésta parásita de acuerdo con las condiciones ambientales.

Metodología. Se elaboró una base de datos de herbarios digitales, que presentarán un mínimo de 30 reportes georreferenciados. Para los modelados se utilizaron 19 variables bioclimáticas, utilizando los programas R (4.1.2) y el programa Maxent (3.4.4) de los que se obtuvieron mapas de calor con la distribución potencial de las especies estudiadas. Se realizó una identificación por marcadores moleculares (ITS y trnL-F) para especies de *Cuscuta*, las muestras fueron colectadas en San Andrés de la Cal, Morelos (18°58'15" N 99°08'00" W) y Huitzilac, Morelos (19°00'57" N 99°15'51" W). Para la extracción y purificación se utilizó un fragmento de tallo de *Cuscuta* sp. Los fragmentos de ADN se amplificaron por PCR en un termociclador. Las amplificaciones se comprobaron mediante electroforesis en gel de agarosa al 1 %. Al final, se confirmó la concentración de la muestra en un espectrómetro en los rangos 260/280 nm. Las muestras fueron enviadas a la Unidad de Síntesis y Secuenciación de ADN del Instituto de Biotecnología de la UNAM.

Resultados. Se obtuvieron mapas con la distribución potencial de especies de *Cuscuta* en México (Fig. 1).

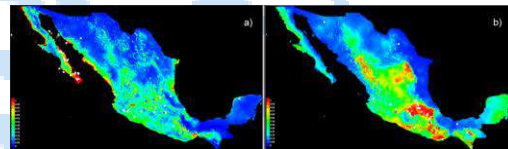


Fig. 1. Distribución potencial de *C. corymbosa* (a) y *C. tinctoria* (b) en México.

La especie de mayor distribución fue *C. tinctoria* (Tabla 1), y la de menor distribución *C. tuberculata*.

Tabla 1. Área de distribución potencial y porcentaje de distribución de las especies del género *Cuscuta*.

Especie	Área de distribución potencial (Km ²)	Porcentaje de área ocupada en México (%)
<i>Cuscuta americana</i>	377,440	15.1
<i>Cuscuta corymbosa</i>	512,214	20.5
<i>Cuscuta desmouliniana</i>	267,199	10.7
<i>Cuscuta tinctoria</i>	672,192	26.9
<i>Cuscuta tuberculata</i>	212,971	8.5
<i>Cuscuta umbellata</i>	495,502	19.8

En la identificación de las especies, en la zona de San Andrés se confirmó la presencia de *C. corymbosa* Var. *Stylosa*, y en la zona de Huitzilac, la especie *C. tolteca*.

Tabla 2. Lista de la secuencia de la región ITS y trnL-F que presentan mayor porcentaje de identidad.

Especie	Variiedad	No. de accesión	Porcentaje de identidad (%)	-e value
<i>Cuscuta corymbosa</i>	<i>Stylosa</i>	EF194587.1	100.0	0.0
<i>Cuscuta tolteca</i>	-	KC485368.1	98.0	0.0

Conclusiones. El género *Cuscuta* se encuentra distribuido en todo México. Se confirma por primera vez la especie *C. tolteca* en el estado de Morelos.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca otorga de doctorado No. 828599 y al DCN de la UAEM.

Bibliografía.

- Costea M. y Tardif F. (2006). *Can. J. Plant Sci.* 86(1), 293-316.
- Costea M., García M., y Stefanovic S. (2015). *Syst. Bot.* 40(1): 269-285.
- Costea M., García-Ruiz I., Dockstader K. y Stefanovic S. (2013), *Syst. Bot.* 38(4), 1160-1187.
- Maciel-Mata C., Manríquez-Morán N., Octavio-Aguilar P., y Sánchez-Rojas G. (2015). *Acta univ.* 25(2), 03-19.

IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN PROTEGIDA DE ARÁNDANOS A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA

Anaid López-Sánchez^{a,b}, Gary Ossmar Lara-Topete ^{a,b}, Carlos Eduardo Robles-Rodríguez^b and Misael Sebastián Gradilla-Hernández^a,

^a Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias. Av. General Ramón Corona 2514, Nuevo México, Zapopan, Jalisco, México. ^b TBI, Université de Toulouse, CNRS, INRA, INSA, Toulouse, France. msgradilla@tec.mx

Palabras clave: Análisis de ciclo de vida, arándano, sustentabilidad

Introducción. En México, la producción de arándanos ha aumentado en un 1,600% desde 2010, y Jalisco es el principal productor nacional con el 23.8% de la producción total ^{1,2}. Sin embargo, los impactos ambientales de esta industria no se han investigado a fondo, especialmente en países en desarrollo. Se utiliza la herramienta de análisis de ciclo de vida (ACV) para estimar los impactos, pero esta herramienta no mide completamente las emisiones de fertilizantes y pesticidas^{3,4}. En 2022, se desarrolló el software PestLCI consensus para obtener estimaciones más precisas. El objetivo del estudio es analizar los impactos ambientales de la producción de arándanos en Jalisco utilizando ACV junto con PestLCI y las guías del IPCC para estimar las emisiones.

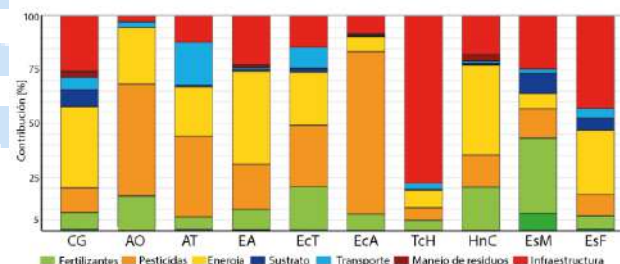
Metodología. Se utilizó como guía la ISO 14040:2019 para el desarrollo del ACV. Se definió 1 kg de arándano cosechado como unidad funcional con un enfoque de la “cuna a la puerta”. Se obtuvieron los datos principales directamente de un productor local de Jalisco, y se utilizaron datos secundarios de la base de datos Ecoinvent v.3.08. Se incluyeron nueve categorías de impactos ambientales utilizando el método ReCiPe 2016v1.1 (Tabla 1).

Resultados. Este estudio evaluó los impactos ambientales de la producción de arándanos en Jalisco, México. Se encontró que el uso de energía, pesticidas y la infraestructura necesaria para los macro túneles son los principales factores que contribuyen a los impactos ambientales. Además, se observó que el uso de pesticidas resulta en mayores emisiones al aire, suelo y tierra, pero la integración del modelo PestLCI consensus disminuye estos impactos en un 60% en EcA, 20% en EcT y 3% en TcH.

Tabla 1. Impactos ambientales derivados de la producción de arándano en macro túnel por tonelada.

Categoría de impacto	siglas	Unidad UF ⁻¹	Total
Calentamiento global	CG	kg CO _{2eq}	1,365.30
Agotamiento de ozono	AO	Kg CFCC11 _{eq}	0.00227
Acidificación terrestre	AT	Kg SO _{2eq}	7.88264
Eutrofización del agua	EA	Kg P _{eq}	0.34621
Ecotoxicidad del agua	EcA	Kg 1,4-DCB	3150.66
Ecotoxicidad terrestre	EcT	Kg 1,4-DCB	139.285

Toxicidad carcinogénica humana	TcH	Kg 1,4-DCB	212.011
Escasez de minerales	EsM	Kg Cu _{eq}	6.6915
Escasez de recursos fósiles	EsF	Kg oil _{eq}	528.971



Conclusiones. Este estudio encontró que la producción de arándanos bajo agricultura protegida en Jalisco tiene un alto potencial de impacto en el cambio climático debido al uso de electricidad y la manufactura de la estructura del macro túnel. Además, se sugiere que la integración del modelo PestLCI consensus ayuda a una mejor estimación de las emisiones generadas, aunque hay vacíos en la literatura sobre la caracterización de las emisiones de pesticidas, especialmente de los emergentes.

Agradecimiento. Se agradece a CONACyT de México por el financiamiento de becas y al Tecnológico de Monterrey por el apoyo académico.

Bibliografía.

- SIACON. (2020). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Pérez, R., Laca, A., Laca, A., & Díaz, M. (2022). Environmental behaviour of blueberry production at small-scale in Northern Spain and improvement opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 339, 130594. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.130594>
- El Chami, D., Daccache, A., & El Moujabbber, M. (2020). How Can Sustainable Agriculture Increase Climate Resilience? A Systematic Review. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 3119, 12(8), 3119. <https://doi.org/10.3390/SU12083119>
- van der Werf, H. M. G., Knudsen, M. T., & Cederberg, C. (2020). Towards better representation of organic agriculture in life cycle assessment. *Nature Sustainability* 2020 3:6, 3(6), 419–425. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0489-6>

IMPLEMENTACION Y VERIFICACION DEL ALIMENTO EN POLVO ABKELP® PARA LA PRODUCCION DE ABULON EN EL LABORATORIO DE S.C.P.P. “ BUZOS Y PESCADORES” B.C.S.C.L.

¹Ariadna Yulisa Diaz Gerardo; L.B.A. ²Ramon Francisco Martínez Sandoval ,
¹Universidad Tecnológico de Tijuana, Ensenada 22930, ² Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Buzos y Pescadores” de la Baja California, S.C.L., Isla Natividad, C.P. 23951
adnager03@gmail.com.

Palabras clave: *Haliotis fulgens*, ABKELP®, *Navicula inserta*

Introducción. El abulón es un importante recurso económico en la costa oeste de Baja California. Las especies más importantes en la pesquería son el abulón azul (*Haliotis fulgens*) y el abulón amarilla (*H. corrugata*). La declinación de la pesquería de abulón en México se ha atribuido, entre otros factores, a la sobrepesca (1). El correcto manejo del alimento para estos es de suma importancia. Al implementar nuevas dietas debemos de tener en cuenta el impacto que tendrá en ellos, tanto el crecimiento de los organismos, como su aportación nutricional. El alimento ABKELP® ha sido diseñado para proporcionar las mismas propiedades de textura, sabor y atracción que las viejas frondas naturales, con un excelente valor nutricional (2). El objetivo de este proyecto es evaluar el efecto del alimento formulado ABKELP® sobre el crecimiento y supervivencia de los abulones.

Metodología. Se utilizaron 3 tanques con tapadera de forma rectangular con 1 Litro de agua marina, en cada uno se colocaron 100 abulones. En el tanque 1 se colocaron 80 ml del alimento control, una microalga (*Navicula inserta*) crecida en el laboratorio. En el tanque 2, 0.292 g/día del alimento problema (ABKELP®) (2). En el tanque 3, usando ambos alimentos, 40 ml de la microalga y 0.146 g/día del polvo ABKELP®. Los abulones fueron alimentados por un periodo total de 2 meses. Se obtuvieron los pesos totales, la longitud inicial y final de los organismos, así como la supervivencia.

Resultados. Con el alimento ABKELP® se registró una tendencia en el aumento de peso y la longitud de los abulones respecto a los datos iniciales (Tabla 1 y 2). La mortalidad de estos organismos fue muy baja, observándose una pérdida del 2 al 3 % en todos los tratamientos.

Tabla 1. Peso ganado (g) durante las mediciones de cada tratamiento.

Tratamiento	Peso (g) *			
	15 de junio	30 de junio	15 de julio	31 de julio
<i>Navicula inserta</i>	7.23	6.93	7.53	7.55
ABKELP®	7.17	8.11	11.93	13.15
Combinado	7.43	7.75	10.97	12.42

*Peso total de los abulones por tratamiento.

Tabla 2. Longitud de los abulones al inicio y final del experimento.

Tratamiento	Longitud (mm)	
	Inicio	Final
<i>Navicula inserta</i>	7.60 ± 0.85	7.71 ± 0.77
ABKELP®	7.75 ± 0.82	9.03 ± 0.93
Combinado	8.2 ± 0.80	8.59 ± 0.91

Conclusiones. Con los resultados obtenidos podemos concluir que el alimento ABKELP® es viable para alimentar los abulones *Haliotis fulgens*. Sin embargo, es necesario continuar y replicar el estudio para poder obtener resultados más robustos y dar seguimiento durante la etapa adulta del abulón.

Agradecimientos. Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Buzos y Pescadores” de la Baja California S.C.L.

Bibliografía.

- Carreón-Palau, L., Guzmán-del Prío, SA, Belmar-Pérez, J., Carrillo-Laguna, J., & Herrera-Fragoso, R. (2003). *Microhábitat y biota asociada de juveniles de abulón Haliotis fulgens y H. corrugata en Bahía Tortugas*, Baja California Sur, México. *Ciencias marinas*, 29 (3).
- Alimento para Abulón, Camarón y Pescado. *Kelproducts* (2022), <https://www.kelproducts-eng.com/aquacultural>.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área IV. Biotecnología alimentaria

IVC01	VERIFICACIÓN DE COLIFORMES TOTALES EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS Y SU COMPARACIÓN ENTRE DOS QUESERÍAS DEL MUNICIPIO DE PAJACUARÁN, MICHOACÁN DE OCAMPO, MÉXICO. Autores: Rosa Bertha Perea Rodríguez, Ivonne Barrera Jiménez, Rodolfo Alberto Perea Cantero.	370
IVC02	CARACTERIZACIÓN DE CEPAS DE LEVADURAS NO CERVECERAS EN UN AMBIENTE CERVECERO. Autores: José Luis Correa-Cortés, José Armando Arias García.	371
IVC03	SÍNTESIS BIOGÉNICA DE SELENOCISTEÍNA POR ENTEROCOCCUS FAECIUM ABMC-05 NO DEPENDIENTE DE SELA Y SELD. Autores: Meyli C. Escobar-Ramírez, Gabriela M. Rodríguez-Serrano, Eduardo Zúñiga-León, Mario García Montes, Emmanuel Pérez-Escalante y Luis G. González-Olivares.	372
IVC04	CAMBIOS EN LA MICROESTRUCTURA DEL PAN DE QUINUA Y CEBADA ADICIONADOS CON SUSTITUTOS DE GLUTEN. Autores: Karla Estefanía Olvera-Ledesma, Georgina Calderón-Domínguez, Monserrat Escamilla García, Carlos Regalado-González.	373
IVC05	EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LAS FRACCIONES PROTEICAS DE LA ESPIRULINA. Autores: Bruno Meneses-Fuentes, Kathia Peña-Solis, Gerardo Díaz-Godínez.	374
IVC06	EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS FRACCIONES PROTEICAS DE LA ESPIRULINA DESPUÉS DE SU DIGESTIBILIDAD IN VITRO. Autores: Bruno Meneses-Fuentes, Kathia Peña-Solis, Gerardo Díaz-Godínez.	375
IVC07	FERMENTACIÓN TRADICIONAL DE SEIS CLONES DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) Y SU IMPACTO SOBRE COMPUESTOS BIOACTIVOS. Autores: Franco L. Ruiz Santiago, Pedro García Alamilla, Areli Carrera Lanestosa, Facundo Márquez Rocha, Erik Ocaranza Sánchez.	376
IVC08	FORMULACIÓN DE UN MEDIO DE CULTIVO SEMISINTÉTICO PARA LA EVALUACIÓN DE SUSTRATOS AGROINDUSTRIALES USADOS EN LA PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES. Autores: Pamela Romo Rodríguez, Yuliana López Viramontes, Nivia Iracemi Escalante García, José Ernesto Olvera González, José Alonso Dena Aguilar.	377
IVC09	EXTRACCIÓN DE PUNTOS DE NUBE COMBINADA CON LA ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO PARA EL ANÁLISIS DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZINC EN MUESTRAS LECHE INFANTIL. Autores: Gloria Salinas Lucero, Rafael Vázquez-Duhalt.	378
IVC10	USO POTENCIAL DE RESIDUOS DE CACAO PARA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS DE VALOR AGREGADO. Autores: Fanny Adabel González-Alejo, Ismael Santiago-Gómez, Pedro García-Alamilla.	379

IVC11	AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LEVADURAS AUTÓCTONAS DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ PARA LA FORMULACIÓN DE CULTIVOS INICIADORES EN LA FERMENTACIÓN DE MASA MADRE. Autores: Sara Paola Romero-Isaza, Oscar González-Rios, Mirna Leonor Suárez-Quiroz, Zorba Josué Hernández-Estrada, Claudia Yuritzí Figueroa-Hernández.	380
IVC12	USO POTENCIAL DE HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO COMO SUSTITUTO DE HARINA DE SOYA EN ALIMENTO BALANCEADO PARA CONEJO. Autores: S. X. Jiménez-Villegas, J. F. García-Trejo, H. Aguirre-Becerra, M. I. Nieto-Ramírez, y B. Parra Pacheco.	381
IVC13	EFFECTO DE LA ADICIÓN DE HARINA DE BAGAZO DE MALTA CERVECERA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS TECNO FUNCIONALES DEL PAN DE CAJA. Autores: Diana Estefania Tovar Mejía, José Ángel Granados Arvizu, Monserrat Escamilla García, Carlos Regalado González.	382
IVC14	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA, ANTIFÚNGICA Y PREBIÓTICA DE LA PULPA DE CAFÉ Y CÁSCARA DE CACAO. Autores: Claudia Karina Pacheco-Martínez, Gerardo, Saucedo-Castañeda, L. Víctor Rodríguez Durán, G.M. Trejo-Aguilar, Lourdes Pérez-Chabela.	383
IVC15	CARACTERIZACIÓN DE LA PULPA DE CAFÉ Y CÁSCARA DE CACAO COMO INGREDIENTE FUNCIONAL. Autores: Claudia Karina Pacheco-Martínez, Gerardo, Saucedo-Castañeda, L. Víctor Rodríguez Durán, G.M. Trejo-Aguilar, Lourdes Pérez-Chabela.	384
IVC16	POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE MEZCLAS DE EXTRACTOS PROTEICOS DE VÍSCERAS DE POLLO Y GLUCOSA GLICADAS VÍA REACCIÓN DE MAILLARD. Autores: Juan Flores, Alma Villa, Roberto Rodríguez, Rigoberto Plascencia, Luz Ávila.	385
IVC17	FORMULACIÓN DE UN ALIMENTO PARA OVINOS GESTANTES UTILIZANDO HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO. Autores: Padilla-Hernández María Fernanda, García-Trejo J. F., Nieto-Ramírez M. I., Oviedo-Olvera Mónica V. y Aguirre-Becerra H.	386
IVC18	AYOCOTE Y QUINTONIL: INGREDIENTES FUNCIONALES PARA UNA TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA. Autores: E. Rojo-Gutiérrez, L.X. López-Martínez, J.M. Tirado-Gallegos, J.J. Buenrostro-Figueroa, R. Baeza-Jiménez.	387
IVC20	ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA Y DINÁMICA DE LAS POBLACIONES DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DEL PULQUE. Autores: Fernando Astudillo-Melgar, Georgina Hernández-Chávez, María Elena Rodríguez-Alegría, Francisco Bolívar, Adelfo Escalante.	388
IVC21	DESARROLLO DE NANORECUBRIMIENTOS PARA INCREMENTAR LA VIDA DE ANAQUEL DE MELÓN MÍNIMAMENTE PROCESADO. Autores: Anthony Jeancarlo Mederos M., Miguel David Dufoo H., Encarna Aguayo G., Víctor Hugo Escalona C., Edmundo Mateo Mercado S., Dalia Vázquez Celestino.	389
IVC23	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE UN RESIDUO AGROALIMENTARIO: CASCARILLA DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>). Autores: Areli Carrera-Lanestosa, Gabriela Qué-Vázquez, Pedro García-Alamilla, Juan Guzmán-Ceferino, Lara-Pérez, Fernando.	390
IVC24	SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA, METABÓLICA Y FUNCIONAL DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL) AISLADAS DE LA FERMENTACIÓN DE CAFÉ. Autores: Montserrat Vázquez-Vázquez, Oscar González-Rios, Zorba Josué Hernández-Estrada, Claudia Yuritzí Figueroa-Hernández, Mirna Leonor Suárez-Quiroz.	391
IVC25	SELECCIÓN DE LEVADURAS AUTÓCTONAS DE LA FERMENTACIÓN DE CACAO PARA LA FORMULACIÓN DE CULTIVOS INICIADORES. Autores: Natali Hernández-Parada, Mirna Leonor Suárez-Quiroz, Oscar González-Rios, Zorba Josué Hernández-Estrada, Claudia Yuritzí Figueroa-Hernández.	392

IVC26	EFFECTO DE LA ADICCIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS (EPS) DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL) AISLADAS DEL CAFÉ Y CACAO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE PANIFICACIÓN DE HARINA DE TRIGO. Autores: Hugo Gabriel Gutiérrez-Ríos, Oscar González-Ríos, Mirna Leonor Suárez-Quiroz, Patricia Rayas-Duarte, Claudia Yuritzí Figueroa-Hernández, Zorba Josué Hernández-Estrada.	393
IVC27	EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE MAÍZ CONTAMINADO CON AFLATOXINAS PROCESADOS EN MOLIENDA HÚMEDA Y SECA. Autores: Lucero Abigail Hernández Carrizales, Esther Pérez Carrillo, Silverio García Lara, Sergio Román Othón Serna Saldívar.	394
IVC28	EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN LA CALIDAD POSCOSECHA Y EL PERFIL FITOQUÍMICO DE ARÁNDANO AZUL. Autores: José Eduardo Rodríguez-Nieto, Miguel David Dufoo-Hurtado, Dalia Vázquez-Celestino, Edmundo Mateo Mercado-Silva, Dulce María Rivera-Pastrana, Ma. Estela Vázquez-Barrios.	395
IVC29	DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DE NANOPARTÍCULAS SÓLIDAS LIPÍDICAS PARA SU APLICACIÓN EN PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS. Autores: Alondra Nito Santana, Miguel David Dufoo H., Encarna Aguayo G., Víctor Hugo Escalona C., Edmundo Mateo Mercado S., Dalia Vázquez Celestino.	396
IVC30	EVALUACIÓN DEL EFECTO INHIBITORIO IN VITRO DE EXTRACTOS VEGETALES ACUOSOS SOBRE MICROORGANISMOS DE INTERÉS ALIMENTARIO. Autores: Francisco Javier Mondragón-Rojas, Isidro Alberto Mendoza-Rubio, María de los Ángeles Bivian Hernández, Miguel David Dufoo-Hurtado, Dalia Vázquez-Celestino, Patricia Ibarra-Torres.	397
IVC31	CUANTIFICACIÓN DE AZÚCARES DEL MUCÍLAGO DE NOPAL DE DESECHO OPUNTIA FICUS-INDICA DURANTE SU VIDA DE ANAQUEL. Autores: Tomás Javier Ángeles Pérez, Kenia Itzel Guerrero Téllez, Mario Ricardo Rodríguez Varela, María Soledad Córdova Aguilar.	398
IVC32	POTENCIAL FENÓLICO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPA OCA (<i>Oxalis tuberosa</i>) Y PAPA ALPHA BLANCA (<i>Solanum Tuberosum</i>). Autores: José Alfredo Cervantes Sánchez, Martha Marcela Hernández Ortega; Marcos Meneses Mayo.	399
IVC33	DESARROLLO DE UNA BEBIDA FERMENTADA CON POTENCIAL PROBIÓTICO USANDO UNA CEPA DE LACTOBACILLUS PLANTARUM RVG4 Y UN CONCENTRADO DE AGUAMIEL OBTENIDO POR TECNOLOGÍAS DE MEMBRANAS. Autores: Alejandro Osorio-Sierra, Paula C. Guadarrama-Mendoza, Rogelio Valadez-Blanco.	400
IVC34	ELABORACIÓN DE UNA HOJUELA TIPO CEREAL A BASE DE HARINA DE BAGAZO DE AGAVE. Autores: Reyes-Reyes Mónica, Valencia-Rios, Betsabe Yulieth, Atriano-Romero Rosario, García-Rojas Daniel Alberto, González-Jiménez Francisco Erik.	401
IVC35	EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y FUNCIONAL DE ALMIDÓN DE UN TUBÉRCULO NO CONVENCIONAL. Autores: Reyes-Reyes Mónica, Valencia-Rios, Betsabe Yulieth, González-Jiménez Francisco Erik, García-Rojas Daniel Alberto.	402
IVC36	EFFECTO DE LA INTERACCIÓN DE MONOESTERES DE LACTULOSA EN LA MORFOLOGÍA DE BACTERIAS DE LA CAVIDAD ORAL Y PRESENTES EN ALIMENTOS. Autores: Luis Felipe Chávez-Flores, Gloria Díaz-Ruiz, Carmen Wachter-Rodarte, Dolores Reyes Duarte.	403
IVC38	MICROENCAPSULACIÓN DE LACTOBACILLUS PLANTARUM RVG4 EMPLEANDO POLISACÁRIDOS EXTRAÍDOS DE LA PIÑA DE AGAVE MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN. Autores: Merary Santa Cruz Villamil, Rogelio Valadez Blanco, Paula Cecilia Guadarrama Mendoza.	404

IVC39	CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPLEJOS ALMIDÓN-ÁCIDO FERÚLICO PARA ENTENDER SU IMPORTANCIA EN MATRICES ALIMENTARIAS. Autores: Omar Patiño-Rodríguez, Luis Arturo Bello-Pérez.	405
IVC42	DETERMINACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN ESPECIES DE AMARANTO. Autores: Daniela Arrieta Flores, Vladimir Flores Benavides, Valeria Lemus Castillo, Israel Benoni Vallejo Beristain, Flor de Fátima Rosas Cárdenas.	406
IVC43	OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS DE FRIJOL, GARBANZO, HABA Y LENTEJA. Autores: Ana Lucía Ramírez-Funes, María Soledad Córdova Aguilar, Isadora Martínez-Arellano.	407
IVC45	EVALUACIÓN IN VITRO E IN VIVO DE LEVADURAS CON POSIBLE ACCIÓN PROBIÓTICA. Autores: Oscar Osiris García-Solache, Miguel Ángel Ares-Jiménez, Jossue Mizael Ortiz-Álvarez, Vanessa Blas-Valdivia y Edgar Cano-Europa.	408
IVC46	INMOVILIZACIÓN DE ANTICUERPOS ANTI-BRUCCELLA ABORTUS SOBRE SOPORTES DE SILICIO CRISTALINO Y SU CARACTERIZACIÓN POR FT-IR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BIOSENSOR. Autores: Daniela Bonilla, Edith Chávez Bravo, Leslie S. Arcila Lozano, Alexis Juárez Zamora, Luis Ramiro Caso Vargas.	409
IVC47	EVALUACIÓN DE EXTRACTO ACUOSO DE CANELA (C. ZEYLANICUM) COMO MÉTODO DE CONTROL DE FULVIA FULVA. Autores: Francisco Javier Mondragón-Rojas, Madelin Ivonne Valencia-Corrales, María de los Ángeles Bivian-Hernández, Patricia Ibarra Torres.	410
IVC49	INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DE ASPERGILLUS CARBONARIUS Y LA PRODUCCIÓN DE OCRATOXINA A USANDO BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS CULTIVADAS EN UN MEDIO OPTIMIZADO. Autores: Domínguez-Gutiérrez, G.A., Perraud-Gaime, I., Escalona-Buendía H., Durand, N., Champion Martínez E.I., Fernández-Soto, R.R, Saucedo-Castañeda, G., Rodríguez-Serrano, G.	411
IVC52	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO Y SU COMPONENTE MAYORITARIO EL CARVACROL PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN EN PRODUCTOS CÁRNICOS. Autores: Ana Sofía Galindo Salinas, Rocío Álvarez Román, Nancy Nallely Espinosa Carranza, Sergio Arturo Galindo Rodríguez.	412
IVC55	CONTROL DE LA VIABILIDAD DE LEVADURAS EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA MEDIANTE CITOMETRÍA DE FLUJO. Autores: Erick Daniel Acosta García, Tania Gabriela Olvera Martínez, Cesia Kerit Acosta Cuevas, Jesús Bernardo Páez Lerma, Juan Antonio Rojas Contreras, Nicolás Oscar Soto Cruz.	413
IVC58	OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS DE FRIJOL NEGRO Y QUINOA CON ALCALASA. Autores: Diana Jacobo, Cintya Soria-Hernández, Cristina Chuck-Hernández.	414
IVC59	COMPARATIVE STUDY OF HEMICELLULOSE EXTRACTION WITH TWO ALKALINE TECHNIQUES FROM MAIN BREWING RESIDUE BREWER'S SPENT GRAIN. Autores: Analaura Gómez-Cisneros, Mariel Calderón-Oliver, Liliana Santos-Zea.	415
IVC60	EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE TORTILLAS SUPLEMENTADAS CON AGAVINAS. Autores: María Isabel García Vieyra, Gerónimo Arámbula Villa, Jorge Gustavo Dzul Cauich, Alma Delia Trujillo Santoyo, Guadalupe Ingrid Cervantes Vega, Gabriela Arroyo Figueroa y Carlos Hernán Herrera Méndez.	416
IVC61	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO TRICLOROACÉTICO EN LA EXTRACCIÓN DE KEFIRANO UN EXOPOLISACÁRIDO PRODUCIDO POR LA FERMENTACIÓN DE LECHE CON GRÁNULOS DE KÉFIR. Autores: Carlos Jiménez Pérez, Lorena Gómez-Ruiz, Francisco Guzmán-Rodríguez, Gabriela Rodríguez-Serrano, Mariano García-Garibay, Alma Cruz-Guerrero, Sergio Alatorre-Santamaría.	417

IVC62	EFFECTO DE MEZCLAS PROTEÍNA DE SUERO DE LECHE-PECTINA EN LA VIABILIDAD DE L. MESENTEROIDES SD23 ENCAPSULADO POR GELACIÓN IÓNICA. Autores: Angela J. Vélez-Gordillo, Aurora Herendira Castillejo-Cortes, P. López-Ordaz, Yáñez-Fernández, Diana Catalina Castro-Rodríguez.	418
IVC63	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA NANOEMULSIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CLAVO. Autores: Nathalie Schlienger, Marisela González, Hugo Espinosa-Andrews, José Nabor Haro.	419
IVC64	EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES ADICIONADAS CON EXTRACTO DE COL MORADA COMO INDICADORES DE PH. Autores: Daniela Alejandra Robles-Vences, Jorge A. García-Fajardo, Ma. del Carmen Hernández-Jaimes.	420
IVC65	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE GOMITAS A BASE DE CHAYOTE PARA USO COMO NUTRACÉUTICO CONTRA ENFERMEDADES QUE AFECTAN A LA POBLACIÓN MEXICANA. Autores: Jacqueline Esperón-Carreón, Oscar Enrique Méndez-Guerrero, Arantza Jolie Arechar-Cruz, Daykary Amayrany Mendoza-Rivera, Roberto Delgado-Duran, Aurora Antonio-Pérez, Eduardo Ramón Rivero Aranda, Ana Laura Torres-Huerta.	421
IVC66	ACTIVIDAD ANTIHIPERTENSIVA DE LECHE FERMENTADAS COMERCIALES: ESTUDIO EN UNA CINÉTICA DE REFRIGERACIÓN. Autores: José Emiliano Rodríguez Gasca, Elizabeth Contreras López, Castañeda Ovando Araceli, Judith Jaimez Ordaz, Emmanuel Pérez Escalante, Luis Guillermo González Olivares.	422
IVC68	USO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA LA OBTENCIÓN DE UN PAN ARTESANAL CON VIDA DE ANAQUEL EXTENDIDA. Autores: Bautista-Espinoza, P. I., Di Pierro, P., García-Almendarez B. E., Amaya-Llano S.L., Mares Mares E., Regalado-González, C.	423
IVC69	EFFECTO PREBIÓTICO DE FRUCTANOS COMERCIALES SOBRE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS. Autores: Juan Luis Morales-Landa, Lorena Moreno-Vilet, Rosa María Camacho-Ruiz, Luis Mario Cordero Quiñones, José A. González-Montemayor, Jorge Alberto García-Fajardo, Noé Luiz Santos.	424
IVC70	DISEÑO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN MODIFICADO Y QUITOSANO REFORZADO CON PARTÍCULAS DE SÍLICE MESOPOROSA. Autores: Padilla-Mora, K. N., Bautista-Espinoza, P. I., Regalado-González, C.	425
IVC75	CARACTERIZACIÓN NUTRIMENTAL Y ANTIOXIDANTE EN ARILOS DE GUAMÚCHIL DEL ESTADO DE JALISCO. Autores: Alba Rossana Hernández García, Dalia Samanta Aguilar Ávila, Juan Manuel Viveros Paredes, Alma Hortensia Martínez Preciado, Rocío Ivette López Roa.	426
IVC76	CARACTERIZACIÓN DE LA NARANJA ENANA DEL NOROESTE MEXICANO SEGÚN SU ESTADIO DE MADUREZ Y VARIACIÓN ESPACIAL/TEMPORAL. Autores: Lourdes Mariana Díaz-Tenorio, Ángela Patricia García-Montoya, Erika Denisse Mercado-Salgado, Luis Alonso Leyva-Soto, Ana María Rentería-Mexía, Estefanía Ramírez-Berrelleza.	427
IVC77	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL EXTRACTO SÓLIDO DE ORIGANUM SP. Y SU POSIBLE USO COMO CONSERVADOR EN UN PRODUCTO CÁRNICO. Autores: Jiménez Camacho Luis Enrique, Ángel Alfredo Núñez Vázquez, Raquel Ortega Muñoz, Jesús Fernando Montiel Aguirre.	428
IVC79	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y ESTRUCTURALES DE LEGUMINOSAS MEXICANAS: HARINAS DE FIBRA DE GUAMÚCHIL Y DE MEZQUITE. Autores: Dalia Samanta Aguilar Ávila, Alba Rossana Rodríguez Gutiérrez, Rocío Ivette López Roa, Alma Hortensia Martínez Preciado, Juan Manuel Viveros Paredes.	429
IVC82	PASTEURIZACIÓN Y ULTRASONICADO COMO PRETRATAMIENTOS EN HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE PIEL DE TRUCHA ARCOÍRIS (ONCORHYNCHUS	430

	MYKISS) EN LA OBTENCIÓN DE PÉPTIDOS ANTIOXIDANTES. Autores: María Fernanda Escamilla Rosales, Luis Guillermo González Olivares, Carlos Esteban Jara Gutiérrez, Araceli Castañeda Ovando, Mirandeli Bautista Ávila, Mariel Guadalupe Valencia Córdoba.	
	CARACTERIZACIÓN POR ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO (FT IR) DE PECTINA DE POLVO DE MAZORCA DE CACAO. Autores: Ismael Santiago-Gómez, Fanny Adabel González-Alejo, Zenaida Guerra-Que, Pedro García Alamilla.	431
IVC84	EVALUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE HUESO DEL MANGO (MANGIFERA INDICA) VAR. TOMMY ATKINS, ORIENTADO COMO SUSTITUTO DE MANTECA DE CACAO. Autores: Román Ariel Gutiérrez Santoyo, Lázaro Gabriel Trujillo Juárez, Brenda Sánchez Salazar.	432
IVC85	EFECTO DE LA ADICIÓN DE BACTERIAS PROBIÓTICAS LIBRES Y ENCAPSULADAS EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE UN SUSTITUTO LÁCTEO DE SOYA. Autores: Oscar O. Romero-Chapol, Javier Cruz-Medina, Jaspreet Singh, Claudia Y. Figueroa-Hernández, Cynthia Cano-Sarmiento.	433
IVC89		

VERIFICACIÓN DE COLIFORMES TOTALES EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS Y SU COMPARACIÓN ENTRE DOS QUESERÍAS DEL MUNICIPIO DE PAJACUARÁN, MICHOACÁN DE OCAMPO, MÉXICO

Rosa Bertha Perea Rodríguez¹, Ivonne Barrera Jiménez², Rodolfo Alberto² Perea Cantero².
UNAM, Cd. Universitaria CDMX¹, UAM-Xochimilco², Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud.
Email: rperea@correo.xoc.uam.mx

Palabras clave: bacterias coliformes, productos lácteos, fuente de contaminación

Introducción. Existen fuentes de contaminación en los productos lácteos que se alcanzan por dos vías: la vía mamaria y medio externo. La vía mamaria se da cuando los microorganismos se adhieren a la piel de la ubre de la vaca y posteriormente al ordeño, entrando a través del esfínter del pezón y también puede causar enfermedad sistémica que infecta la ubre, y por el medio externo puede ocurrir después de haber sido extraída de la glándula mamaria. Los utensilios, tanques de almacenamiento transportes e incluso el personal que manipula la leche. **Objetivo** de este estudio determinar la presencia de coliformes totales en productos lácteos de dos queserías.

Metodología. El estudio fue transversal, comparativo, observacional y descriptivo. Se evaluó el procesamiento así como los productos lácteos en dos queserías por tres días consecutivos de muestreo en el municipio de Pajacuarán, Michoacán. Los aislamientos obtenidos se realizaron con el método tradicional para identificación de coliformes totales.

Resultados. De las dos queserías muestreadas se encontraron altos índices de coliformes totales en la leche, como en el producto final que sale al mercado. Entre los microorganismos que se encontraron fueron los géneros de *Klebsiella sp*, *Cromobacterium* y *Escherichia coli*, encontrados en la leche y los productos de la quesería. No existiendo diferencias estadísticas significativas en cuanto a grado de contaminación entre las dos queserías, pero se hubo diferencias significativas entre los 3 días de muestreo (Figura 1).

Discusiones: No existe en el Municipio de Pajacuarán, Michoacán, un verdadero control de calidad de estos productos, por lo que la mayoría de las veces se hacen sin ningún control sanitario, en el cual los productores en muchas ocasiones, no cuentan con elementos básicos para la elaboración como el uso de agua potable de calidad, así como,

los lugares de trabajo deficientes y higiene cuestionable del personal, los cuales son factores que inciden en la salud de los consumidores, en caso de que estos productos estén contaminados con microorganismos patógenos.

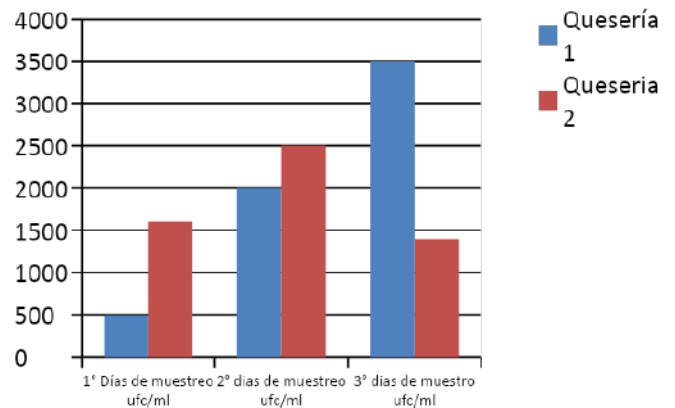


Figura 1. Comparación del grado de contaminación de los productos entre las dos queserías muestreadas en el municipio de Municipio de Pajacuarán, Michoacán

Conclusiones. Los recuentos por coliformes totales exceden los valores permisibles, comparando ambas queserías, todos los productos analizados presentan un alto grado de contaminación, lo que implica un riesgo para la salud de los consumidores. Es necesario que las queserías tengan mayores cuidados en el procesamiento del producto.

Referencias.

- 1.-Madigan M. Martinko JM. Biología de los microorganismos. Madrid Prentice Hall. 2018 p. 980.
- 2.- Alais Ch. Ciencia de la leche. México: Compañía Editorial Continental. 2011. p. 230-231
- 3.-Frazier WC, Westhoff DC. Microbiología de los alimentos. 4ª ed Zaragoza Acribia. 1993 p. 229.

CARACTERIZACIÓN DE CEPAS DE LEVADURAS NO CERVECERAS EN UN AMBIENTE CERVECERO.

José Luis Correa-Cortés, José Armando Arias García, Universidad de Guadalajara (Departamento de Botánica y Zoología, Laboratorio de Biotecnología), Zapopan, Jal., 45101, armando.arias@academicos.udg.mx

Palabras clave: levaduras, Saccharomyces, no-Saccharomyces, cerveza

Introducción. *Saccharomyces cerevisiae* es una de las especies de levadura que se utiliza para la producción de cerveza artesanal en México y el mundo. La creciente demanda de productos con nuevas propiedades organolépticas han abierto la puerta para una búsqueda de nuevas levaduras. Para ello, se han caracterizado nuevas cepas de *S. cerevisiae* [1]. Las especies no-*Saccharomyces* aportan características organolépticas positivas por el tipo de metabolitos que liberan durante la fermentación [2]. El uso de cepas de ambientes no cerveceros, como pueden ser las bebidas tradicionales fermentadas, ayudará a obtener cervezas con nuevos sabores y aromas. El objetivo de este trabajo fue caracterizar cepas de levaduras aisladas de ambientes no cerveceros que lleven a cabo una fermentación del mosto de cerveza.

Metodología. Se utilizaron 10 cepas de levaduras de la colección del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad de Guadalajara. Para la caracterización de las cepas se utilizó maltosa (3%) como única fuente de carbono y la tolerancia al lúpulo [3] a diferentes concentraciones (0, 10, 30 y 50 IBU's) (1 IBU = 1 mg de ácido iso-alfa/L de cerveza) [3]. El inóculo se preparó en GPY, se ajustó a una DO de $A_{600} = 0.3$ y la incubación fue a 30°C por 7 días. Se evaluó el crecimiento de las cepas por DO a A_{600} y la capacidad de fermentación de la maltosa y lúpulo por la presencia o ausencia de gas en el interior de la campana Durham.

Resultados. Los resultados obtenidos de las cepas que lograron un crecimiento y fermentación en el mosto con cebada y lúpulo se muestran en la Tabla 1. En general las cepas de *S. cerevisiae* aisladas de cereales lograron un crecimiento y fermentación del mosto de cerveza. Cabe mencionar que las cepas de *S. cerevisiae* que no fermentaron el mosto de cerveza fueron una de vino, la ZA18 y la 19TJ aislada de tejuino (Tabla 2). Las dos cepas no-*Saccharomyces* evaluadas, 17H (*Hanseniaspora opuntiae*) y 3C (*Clavispora lusitanae*) lograron un crecimiento en el mosto de cerveza pero no se detectó alguna actividad fermentativa.

Tabla 1. Caracterización de cepas de *S. cerevisiae* en mosto de cerveza.

Cepa	Origen	Crecimiento (A_{600}) y fermentación en mosto de malta y lúpulo (IBU).			
		[0]	[10]	[30]	[50]
2TJ	Tejuino (Maíz)	2.72 ++*	2.80 +++	4.48 ++++	6.56 ++++
7TJ	Tejuino (Maíz)	2.00 +	2.40 ++	3.28 +++	1.92 +
26TJ	Tejuino (Maíz)	4.88 +++	4.56 ++	6.8 ++++	2.72 +
30TJ	Tejuino (Maíz)	2.88 +	2.48 +	4.64 ++	2.00 +
20	Chicha (Maíz)	1.84 +	2.64 ++	0.96 ++	3.04 +
CHA	Mezcal (Agave)	1.68 +	2.72 +	1.44 +	1.04 +

*Fermentación de la malta de cebada y lúpulo: - negativa, + poca, ++ regular, +++ buena, ++++ alta.

Tabla 2. Crecimiento de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* y cepas non-*Saccharomyces* en mosto de cerveza.

Cepa	Especie	Origen	Crecimiento (A_{600}) en mosto de malta y lúpulo (IBU).			
			[0]	[10]	[30]	[50]
19TJ	<i>S. cerevisiae</i>	Tejuino (Maíz)	2.64	4.48	0.88	2.08
ZA18	<i>S. cerevisiae</i>	Vino (Uva)	1.20	1.04	3.60	2.24
17H	<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	Tepache (Piña)	0.03	0.08	1.44	1.76
3C	<i>Clavispora lusitanae</i>	Tequila (Agave)	1.68	0.40	1.20	1.84

Conclusiones. Las cepas aisladas de bebidas fermentadas con cereales como fuente de carbono presentaron una mayor fermentación en comparación con las cepas aisladas de frutas o de agave.

Agradecimiento. Se agradece el apoyo otorgado por la Universidad de Guadalajara para la realización de este trabajo.

Bibliografía.

1. Mandujano, G., H. Alves, C. Prado, J. Martins, H. Noaves, J. de Oliveira da Silva, G. Teixeira, A. Ohara, M. Alves, I. Pedrino, I. Malavazi, C. de Sousa, A. da Cunha. (2022) *Food Microbiol.* 103, Article 103958.
2. Michel, M., Kopecká, J., Meier-Dörmberg, T., Zamkow, M., Jacob, F., Hutzler, M. (2016) *Yeast* 33:129-144.
3. Daniels, R. "Designing great beers. The ultimate guide to brewing classic beer styles" Brewers Publication (1998).

SÍNTESIS BIOGÉNICA DE SELENOCISTEÍNA POR *Enterococcus faecium* ABMC-05 NO DEPENDIENTE DE *selA* Y *selD*

Meyli C. Escobar-Ramírez¹, Gabriela M. Rodríguez-Serrano², Eduardo Zúñiga-León³, Mario García Montes⁴, Emmanuel Pérez-Escalante⁴ y Luis G. González-Olivares⁴

¹CENID FyMA, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Querétaro 76280.

²Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Ciudad de México 09340.

³Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca 50295.

⁴Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, 42184. lgonzalez@uaeh.edu.mx

Palabras clave: selenio, selenocisteína, bacterias ácido lácticas.

Introducción. El selenio (Se) es un micronutriente esencial para la mayoría de los organismos vivos y ha sido identificado como selenocisteína (Sec) en el sitio activo de varias selenoproteínas. Las bacterias ácido lácticas (BAL) han demostrado incorporar Se inorgánico en su metabolismo transformándolo en Sec. La ruta a través de la cual las BAL logran esta transformación ha sido poco estudiada. Se sabe que dos genes presentes en el genoma de algunas BAL, *selD* y *selA*, están involucrados en el metabolismo del selenio y su incorporación a las proteínas [1, 2]. El objetivo de este trabajo fue demostrar la presencia de *cysK* en la ruta de síntesis de Sec y la ausencia de los genes *selA* y *selD* en *Enterococcus faecium* ABMC-05.

Metodología. *Enterococcus faecium* ABMC-05 con el número de entrada OL413240 en el NCBI se cultivó en un medio enriquecido con la concentración mínima inhibitoria de selenito de sodio (80 y 184 mg/L) y se determinó el grado de bioconversión a selenocisteína por RP-HPLC. La presencia de los genes *selD*, *selA* y *cysK* se determinaron mediante una amplificación por PCR utilizando ADN genómico. Los iniciadores *SelA* y *CysK* se diseñaron a partir de secuencias consenso de *Enterococcus faecium* (Figura 2A) utilizando un algoritmo en lenguaje Python. Los iniciadores de *SelD* se realizaron con secuencias de *Enterococcus* sp.

Resultados. El cromatograma del estándar de Sec y las muestras a diferentes concentraciones (Fig 1) indicó que *E. faecium* ABMC-05 es capaz de biotransformar Se inorgánico en Sec independientemente de la concentración inicial de Se en el medio. Sin embargo, los genes *selD* y *selA* no amplificaron por PCR. Lo cual indicó que Se se incorporó a la Sec a través de una vía alterna a la síntesis de selenoproteínas. Debido a la ausencia de *SelD* y *SelA*, se realizó un estudio *in silico* para

determinar una ruta alterna de incorporación del Se en *Enterococcus faecium*, ya que en *E. coli*, la O-acetilserina sulfhidrilasa (*CysK*) puede generar Cys y Sec como aminoácido libre a partir de sulfuro (HS) y seleniuro (HSe), respectivamente. Como resultado, se encontró que los dos iniciadores probados para *cysK* amplificaron por PCR (Fig 2).

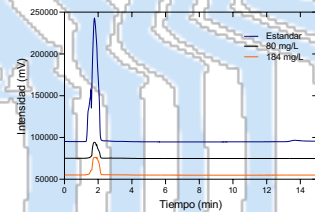


Fig. 1. Cromatograma de carboximetil-selenocisteína como estándar de Sec y células de *enterococcus faecium* ABMC-05 expuestas a 80 y 184 mg/L Na₂SeO₃ después de 120 h de incubación.



Fig. 2. A) Análisis filogenético de probabilidad máxima (ML) de los genes *cysK* y *selA* para cepas de *Enterococcus faecium* basado en secuencias de nucleótidos disponibles en GenBank. B) fragmentos del gen *cysK* de 509 (carril 2) y 499 (carril 3) pb, respectivamente, obtenidos con los primers: *cysK_c2F* (5'-TAATCATCGTGATGCCTGAGAC-3'), *cysK_c2R1* (5'-TTCTTTTCGCCCACTTCTCT-3') y *cysK_c2R2* (5'-CCAACCTCTCTAGCTGTTTCCA-3')

Conclusiones. La presencia del gen *cysK* en *Enterococcus faecium* ABMC-05 indicó otra posible ruta para producir Sec como aminoácido libre, aún no estudiada en especies de *Enterococcus*.

Bibliografía.

- Zhang, Y., Turanov, A.A., Hatfield, D.L. et al. (2008). BMC Genomics 9, 251
- Estrada, A. M., Olivares, L. G. G., López, E. C., & Serrano, G. R. (2020). International Dairy Journal, 103, 104629.

**CAMBIOS EN LA MICROESTRUCTURA DEL PAN DE QUINUA Y CEBADA
ADICIONADOS CON SUSTITUTOS DE GLUTEN**

Karla Estefanía Olvera-Ledesma¹, Georgina Calderón-Domínguez², Monserrat Escamilla García¹, Carlos Regalado-González¹. ¹Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, Querétaro, CP. 76010. ²Ingeniería Bioquímica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Instituto Politécnico Nacional, Gustavo A. Madero, Ciudad de México, CDMX, CP. 07738. keol269@gmail.com

Palabras clave: Análisis de imagen, gluten, quinua

Introducción. La enfermedad celíaca es una afección autoinmune donde los anticuerpos reaccionan al gluten ⁽¹⁾. El gluten son proteínas insolubles en agua presentes en granos como el trigo, que contribuyen a formar las redes que generan la estructura y características deseables del pan ⁽²⁾. Dado que su presencia implica un problema para los celíacos se han buscado alternativas como el uso de harinas libres de gluten para la elaboración de panes. Es por esto que, el objetivo del presente trabajo es elaborar un pan a base de harina de quinua y harina de residuo de la elaboración de cerveza adicionando sustitutos de gluten para obtener un producto de propiedades similares a las de un pan a base de harina de trigo.

Metodología. Se realizó un diseño de mezclas para establecer las proporciones de harina de quinua y residuo cervecero, la mezcla con mejores proporciones se utilizó como base para la adición de los sustitutos de gluten. Mediante otro diseño de mezclas se estableció la proporción de sustitutos de gluten. La microestructura y calidad de la miga de pan se evaluó mediante análisis de imagen utilizando el programa ImageJ.

Resultados.

Cuadro 1. Proporción de harinas de quinua y cebada y características principales del pan

Proporción	75% quinua, 25% cebada	90% quinua 10% cebada	95% quinua 5% cebada
Imagen			
Notas	Quebradizo, corteza muy oscura e irregular	Menos quebradizo, color y corteza uniforme	Quebradizo, menor extensibilidad
Volumen	64.38±3.2	66.67±0.77	60±3.42

En el Cuadro 1, se puede observar la proporción adecuada de harinas libres de gluten es de 90% harina de quinua y 10% residuo cervecero



Figura 1. Pan de quinua y cebada sin adición de sustitutos de gluten.



Figura 2. Pan de quinua y cebada adicionado con clara de huevo y almidón ceroso.

En la Figura 2 se puede observar un incremento en el volumen del pan de quinua y cebada tras la adición de sustitutos de gluten (clara de huevo y almidón ceroso) comparados con el pan sin adición de los mismos (figura 1). Asimismo, se obtuvieron panes con mayor extensibilidad luego de la incorporación de almidón ceroso en el pan. El análisis de la microestructura

Conclusiones. Se obtuvo un pan a base de harina de quinua y cebada cervecera con mejoras significativas al adicionar clara de huevo y almidón ceroso. De este modo, se logró obtener una alternativa para las personas que padecen alguna intolerancia al gluten y una posible solución a la gran producción de residuos cerveceros.

Bibliografía.

1. Calle I, Ros G, Peñalver R & Nieto G. (2020). Enfermedad celíaca: causas, patología y valoración nutricional de la Dieta sin gluten. Revisión. *Nutrición hospitalaria*, 37(5): 1043-1051.
2. Sciarini L, Steffolani E & Leon A. (2016) El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *Agriscientia*, 33(2): 61-74.
3. Cardoso F, Ascheri D, & Carvalho C. (2014) Propiedades reológicas y de adsorción de agua de harina extrudida de arroz y bagazo de cebada. *Revista Ceres*, 61: 313-322.
4. Casas L, Barrera I. (2021) Revalorización de residuo de malta de cerveza para producir celulasas con hongos aislados en playas del estado de Jalisco. *RINDERESU*, 5(2).

EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LAS FRACCIONES PROTEICAS DE LA ESPIRULINA

Bruno Meneses-Fuentes^b, Kathia Peña-Solis^a, Gerardo Díaz-Godínez^{a*}

^a Centro de Investigación en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, C.P. 90000, México. diazqdo@hotmail.com; gerardo.diaz@uatx.mx

^b Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, Cuajimalpa de Morelos, C.P. 05348, CDMX, México.

Palabras clave: Espirulina, digestibilidad, proteínas

Introducción *Arthrospira platensis*, *Arthrospira fusiformis* y *Arthrospira maxima* son especies de algas cianobacterias conocidas como espirulina. En México, *Arthrospira maxima* era la espirulina que consumían los aztecas y la llamaban "Tecuitlatl". Actualmente, es muy estudiada y consumida, por su alto contenido de proteína y actividad biológica que presenta como antioxidante, antiviral, antimicrobiana, anticancer, antiglicémica, antihiperlipídica, antihipertensiva, etc. (1, 2). Dependiendo de las condiciones de cultivo y la especie de espirulina, su contenido de proteína varía del 50 al 70 %, por lo que está considerada como una potencial fuente de proteína que podría suplir necesidades en poblaciones con desnutrición, así como ser un suplemento alimenticio para la población en general. El contenido de proteínas de la espirulina es de 50-70%, sin embargo, la digestibilidad de las proteínas es un factor de calidad muy importante, por lo que en este estudio se evaluó la digestibilidad *in vitro* de las proteínas de la espirulina (1).

Metodología. Se usó *Arthrospira maxima* (donada por la asociación "NanoMex espirulina" en Tlaxcala, Tlax.). Se hizo un fraccionamiento secuencial de las proteínas por solubilidad, iniciando con suspensión de espirulina en agua 0.9% p/v para albúminas, se usó el sedimento para obtener las globulinas (Na₂SO₄ 0.4 M), luego glutelinas (agua pH 11) y finalmente prolaminas (etanol 70%) (1). La digestibilidad se evaluó en cada solución proteica por el método con pepsina (3), (con modificación en la técnica de cuantificación de proteína, antes y después de incubar cada muestra a pH 2 con pepsina 24 h/45°C, se determinó la proteína por el método de Bradford (4) y por peso de proteína precipitada con TCA 5%).

Resultados. Las albúminas mostraron el mayor rendimiento, siendo muy bajo el obtenido para globulinas y glutelinas, las prolaminas no se lograron obtener, por lo que se pudo determinar la digestibilidad de la espirulina, albúminas, globulinas y glutelinas. La espirulina usada presenta 61.6% de proteína cruda (1). En la Figura 1 se muestra la

digestibilidad de las proteínas de la espirulina y de las fracciones proteicas obtenidas, se observó que con la digestibilidad *in vitro* con pepsina se tuvo en general valores de aprox. 80.0%, independientemente del método de cuantificación de proteínas antes y después de la digestión.

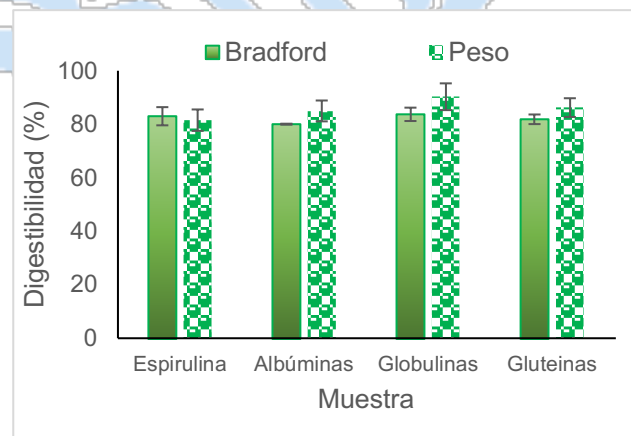


Fig. 1. Digestibilidad de las proteínas de espirulina.

Conclusiones. La espirulina tiene un elevado contenido de proteína, las cuales están representadas principalmente por las albúminas; todas las proteínas presentaron un elevado valor de digestibilidad, lo cual muestra su buena calidad nutricional.

Agradecimiento. A CONACYT por el otorgamiento a Bruno Meneses-Fuentes la beca de ayudante de SNI 3.

Bibliografía.

- Peña-Solis K., Soriano-Santos J., Sánchez C., and Díaz-Godínez, G. (2023). *Rev. Mex. Ing. Quim.* 22(1): Bio2967. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Bio2967>.
- Bortolini D.G., Maciel G.M., Fernandes I.A.A., Pedro A.C., Rubio F.T.V., Branco I.G. and Haminiuk C.W.I. (2022). *Food Chem. (Oxf)*. 19(5): 100134.
- AOAC. (2019). Official methods of analysis, 21st Edition. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 222.
- Bradford M.M. (1976). *Anal. Biochem.* 72(1-2): 248-254.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS FRACCIONES PROTEICAS DE LA ESPIRULINA DESPUÉS DE SU DIGESTIBILIDAD *IN VITRO*

Bruno Meneses-Fuentes^b, Kathia Peña-Solis^a, Gerardo Díaz-Godínez^{a*}

^a Centro de Investigación en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, C.P. 90000, México. diazgdo@hotmail.com; gerardo.diaz@uatx.mx

^b Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, Cuajimalpa de Morelos, C.P. 05348, CDMX, México.

Palabras clave: Actividad antioxidante, espirulina, digestibilidad, proteínas

Introducción. La espirulina (*Arthrospira máxima*) crece en cuerpos de agua tropicales y subtropicales con elevados niveles de carbonato y bicarbonato y pH alto. Su composición química depende de las condiciones de cultivo. Por su elevado contenido de proteínas (50-70%) se ha considerado como una excelente alternativa para poblaciones con desnutrición, pero además, actualmente se le han atribuido diversas actividades biológicas como antioxidante, antiviral, antimicrobiana, anticancer, antiglicémica, antihiperlipídica, antihipertensiva, etc. (1, 2). Por otro lado, se ha observado que la actividad antioxidante de las proteínas es mayor en péptidos de peso molecular. Por lo que en este estudio se fraccionaron las proteínas de la espirulina con base en su solubilidad y se determinó su actividad antioxidante después de la hidrólisis con pepsina.

Metodología. Se usó *Arthrospira maxima* (donada por la asociación "NanoMex espirulina" en Tlaxcala, Tlax.). Se hizo un fraccionamiento secuencial de las proteínas por solubilidad, iniciando con suspensión de espirulina en agua 0.9% p/v para albúminas, se usó el sedimento para obtener las globulinas (Na₂SO₄ 0.4 M), luego glutelinas (agua pH 11) y finalmente prolaminas (etanol 70%). La digestibilidad se llevó a cabo en cada solución proteica por el método con pepsina (proteína antes y después de incubar cada solución a pH 2 con pepsina 24 h/45°C, determinada por Bradford (3) y por peso de proteína precipitada con TCA 5%). La actividad antioxidante se determinó por los métodos de ABTS y DPPH en la espirulina y en cada fracción obtenida, se calculó el IC₅₀ (mg/mL), siendo la cantidad de muestra necesaria para inhibir el 50% del radical libre (2).

Resultados. La espirulina usada tiene un 61.6% de proteína cruda (1). El mayor rendimiento fue obtenido en las albúminas, y valores muy bajos de globulinas y glutelinas, no se obtuvieron prolaminas. En general, la digestibilidad de las proteínas en la espirulina y en cada fracción fue de aproximadamente del 80%. En la Tabla 1 se muestran los valores de IC₅₀ de cada

muestra obtenida por los métodos de ABTS y DPPH. Se observaron valores mas bajos de IC₅₀ por el método de DPPH que con el método de ABTS. La espirulina mostró los valores mas bajos de IC₅₀ por ambos métodos, lo cual sugiere que las proteínas de la espirulina presentan actividad antioxidante aún después de su digestibilidad.

Tabla 1. Actividad antioxidante de las proteínas de la espirulina después de su digestibilidad *in vitro*.

Fracción digerida	ABTS	DPPH
	IC ₅₀ (mg/mL)	
Espirulina	2.40±0.15	0.57±0.04
Albúminas	5.16±0.19	1.58±0.02
Globulinas	9.12±0.25	3.60±0.05
Glutelinas	3.04±0.09	3.97±0.07

Conclusiones. Las proteínas de la espirulina además de tener una digestibilidad elevada, presentan actividad antioxidante aún después de la digestibilidad, por lo que además de ser una excelente fuente de proteína, presentan actividad antioxidante en beneficio de las personas que la consumen.

Agradecimiento. A CONACYT por el otorgamiento a Bruno Meneses-Fuentes la beca de ayudante de SNI 3.

Bibliografía.

- Peña-Solis K., Soriano-Santos J., Sánchez C., and Díaz-Godínez, G. (2023). *Rev. Mex. Ing. Quim.* 22(1): Bio2967. <https://doi.org/10.24275/rmq/Bio2967>.
- Bortolini D.G., Maciel G.M., Fernandes I.A.A., Pedro A.C., Rubio F.T.V., Branco I.G. and Haminiuk C.W.I. (2022). *Food Chem. (Oxf)*. 19(5): 100134.
- Bradford M.M. (1976). *Anal. Biochem.* 72(1-2): 248-254.

FERMENTACION TRADICIONAL DE SEIS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y SU IMPACTO SOBRE COMPUESTOS BIOACTIVOS

Franco L. Ruiz Santiago^a, Pedro García Alamilla^b, Areli Carrera Lanestosa^b, Facundo Márquez Rocha^c, Erik Ocaranza Sánchez^a

^aCIBA Tlaxcala, Instituto Politécnico Nacional, ^bDivisión Académica de Ciencias Agropecuarias, UJAT, ^cCMP+L Unidad Tabasco, Instituto Politécnico Nacional, Tepetitla, Tlaxcala C.P.90700, fruizs2000@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Fermentación, cacao, DPPH y ABTS

Introducción. Los compuestos bioactivos son sustancias que están en pequeñas cantidades en alimentos y en el cuerpo humano trae beneficios a la salud. Diversos compuestos fenólicos y metilxantinas son ejemplos que se encuentran en el cacao. La fermentación y el secado del grano influyen en gran manera en su reducción (1,2).

El objetivo del trabajo fue evaluar el contenido total de fenoles, flavonoides, metilxantinas y actividad antioxidante en seis clones de cacao durante la fermentación, así como caracterizar cambios fisicoquímicos y vibracionales (grasa).

Metodología. Se utilizaron 4 clones de cacao desarrollados por el INIFAP Huimanguillo, Tabasco: C1, C4, C8, C9, y dos cultivares nativos: Criollo y Guayaquil. Se utilizó micro-fermentación por inserción de lotes. El inicio de fermentación se consideró el punto inicial (T0), primer volteo a 48 horas (T48), segundo volteo a 96 horas (T96) y el último a 120 horas (T120). La Tabla 1 muestra las determinaciones y referencia.

Tabla 1: Determinaciones realizadas

Determinación	Referencia
pH, Acidez total	(3)
Índice de fermentación	(4)
Contenido de fenoles totales (CFT), Flavonoides (FT), DPPH y ABTS.	(5)
Theobromina y Cafeína	(6)
Cambios vibracionales	Espectrofotometría FT-IR

Resultados. Los valores obtenidos de CFT y FT (Figura 1) mostraron un incremento en todos los materiales evaluados durante la fermentación. La CC por la prueba de ABTS y DPPH (Figura 2) no mostró diferencias al final de la fermentación. La prueba FRAP sí mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre clones. Respecto a TH los clones disminuyeron después de la fermentación entre 5 y 27%. Para CA, la reducción fue entre 3 y 26% (Figura 3). El pH disminuyó y se correlacionó con la acidez total durante la fermentación. El IF mostró diferencias significativas entre los clones y nativos. El clon C9 alcanzó un valor de uno (IF) a partir de las 96 horas, por lo que teóricamente se puede detener en este tiempo la fermentación. La caracterización por análisis de FT-IR ATR con análisis multivariado

mostró con el análisis de cargas y puntuaciones cinco señales (2919, 2852, 1743, 1418, 1159 cm^{-1}) que contribuyen para la diferenciación de grasa en los clones de cacao utilizados (Figura 4).

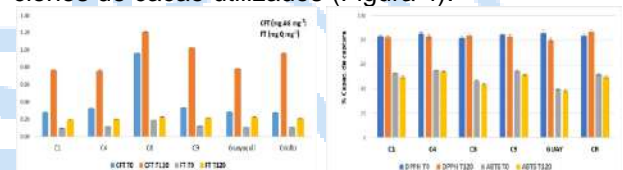


Figura 1: Contenido Total de Fenoles (CFT) y Flavonoides (FT) antes y después de la fermentación.

Figura 2: Capacidad de captura (CC) antes y después de la fermentación.

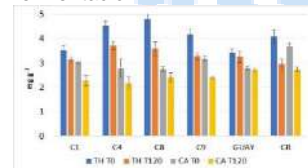


Figura 3: Contenido de Teobromina (TH) y Cafeína (CA) antes y después de la fermentación.

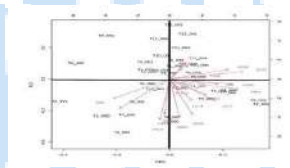


Figura 4: Gráfico de carga del modelo PCA de muestras antes y después de la fermentación.

Conclusiones. Los cambios de CFT y FT no se correlacionaron con la actividad antioxidante (CC por ABTS y DPPH). La CC por los métodos evaluados mostraron diferencias significativas, por lo que la composición química del cacao influye de forma determinante y se requiere estudios puntuales para atribuir la actividad antioxidante. El estudio de FT-IR encontró señales para diferenciar grasa entre los clones y se busca correlacionar señales con propiedades fisicoquímicas.

Agradecimiento. Financiado: Fondos mixtos TAB-2018-01-01 y Proyecto interno-IPN, SIP-20210919.

Bibliografía.

- Fang, Y. (2020). *Food Sci. and Nut.* 8:4121-4133.
- Badrie, N., Bekele, F., Sikora, E., Sikora, M. (2014). *Food Sci and Nutr.* 55: 620-659.
- Pontillon, J y Cros E. (1998). *Cacao et chocolat. production, utilisation, caractéristiques (Technique & Documentation Lavoisier)*, Paris Cedex 08, France.
- Romero-Cortez., Salgado-Cervantes, M.A., García-Alamilla., P., ... (2013). *J. Sci. Food Agric.* 93(10):2596-2604.
- Othman A., Amin., I, Nawalyah, A., y Adenan, I.. (2007). *Food Chem.*, 100:1523-1530.
- Peralta-Jiménez., L., Cañizares-Macias., M.P. (2013). *Food and Bio Proc. Tech.* 6(12): 3522-3529.

FORMULACIÓN DE UN MEDIO DE CULTIVO SEMISINTÉTICO PARA LA EVALUACIÓN DE SUSTRATOS AGROINDUSTRIALES USADOS EN LA PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES

Pamela Romo Rodríguez, Yuliana López Viramontes, Nivia Iracemi Escalante García, José Ernesto Olvera González, José Alonso Dena Aguilar. Tecnológico Nacional de México Campus Pabellón de Arteaga, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, C.P. 20670, pamela.rr@pabellon.tecnm.mx.

Palabras clave: Pleurotus ostreatus, sustrato, velocidad de crecimiento

Introducción. El cultivo del hongo *Pleurotus sp.* ha sido analizado en un sin número de sustratos, algunos de los cuales contienen residuos de cosecha o postcosecha (1, 2). De todos estos sustratos, a excepción de la biomasa que se utiliza como subproducto en la agricultura o la silvicultura, la mayor parte se considera residuo que carece de valor económico en el entorno en que se producen y su acumulación suele provocar problemas ambientales (3).

Actualmente la evaluación de sustratos agroindustriales empleados en la producción de hongos comestibles no es estadísticamente confiable, por lo que es indispensable el desarrollo de metodologías útiles y eficientes para realizar dicha evaluación.

Metodología. Empleando agar como matriz para el medio semisintético, se probó sustrato agroindustrial pulverizado único o en combinación para determinar cualitativamente (radio de crecimiento) el nivel de invasión micelar del sustrato y tener así un parámetro de eficiencia en la producción de *P. ostreatus*. Los sustratos y las proporciones empleadas fueron: SM1 (Paja 100%), SM2 (Aserrín 100%), SM3 (Sargazo 100%), SM4 (Paja 50%/Aserrín 50%), SM5 (Paja 50%/Sargazo 50%), SM6 (Aserrín 50%/Sargazo 50%), SM7 (Paja 25%/ Aserrín 75%), SM8 (Paja 75%/Aserrín 25%) Y SM9 (Bagazo De Café 100%). El medio fue preparado en placas Petri. Cada placa se inoculó con un grano de trigo invadido con micelio de *P. ostreatus*.

Resultados. Se realizaron ensayos para la formulación de un medio de cultivo semisintético que servirá como herramienta en la evaluación de sustratos para la producción de *P. ostreatus*. Se probaron distintas concentraciones de agar (de 0.25 - 2%) y de sustrato (de 1 - 15%); debido a problemáticas como poca fluidez a la hora de manipular el medio y a la sedimentación del sustrato en las placas, se determinó que la mejor formulación fue la de 0.5% de agar y 10% de sustrato.

Con el registro de crecimiento radial en todos los medios empleados durante la etapa vegetativa del

hongo se obtuvo una curva de crecimiento; la pendiente de cada curva se definió como el valor de la velocidad de crecimiento ($\mu\text{m}/\text{hrs}$). Este valor proporciona la información para poder inferir la eficiencia de cada sustrato para producir *P. ostreatus*; bajo las condiciones experimentales empleadas el medio SM10 es el menos eficiente para producir micelio mientras que el medio SM6 fue el más eficiente (Fig. 1).

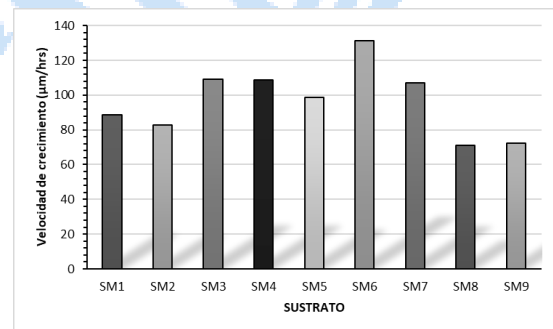


Figura 1. Eficiencia de crecimiento de *P. ostreatus* en diferentes sustratos. La eficiencia se determinó a través de la velocidad de crecimiento ($\mu\text{m}/\text{hrs}$) de *P. ostreatus* en cada sustrato empleado.

Conclusiones. Mediante la metodología desarrollada es posible evaluar de manera confiable la eficiencia con que los sustratos son invadidos por el micelio, lo anterior infiere una mayor producción de hongos comestibles en la etapa de reproductiva o de fructificación.

Agradecimiento. El presente proyecto fue llevado a cabo gracias al apoyo del Gobierno de Estado de Aguascalientes a través del Fondo Estatal de Innovación Tecnológica.

Bibliografía.

- (1) Muswati, C., Simango, K., Tapfumaneyi, L., Mutetwa, M., y Ngezimana, W. (2021). *International Journal of Agronomy*, 1-10.
- (2) Doroški, A., Klaus, A., Režek Jambak, A., y Djekic, I. (2022). *Sustainability*, 14(19), 12509.
- (3) Raman, J., Jang, K. Y., Oh, Y. L., Oh, M., Im, J. H., Lakshmanan, H., y Sabaratnam, V. (2021). *Mycobiology*, 49(1), 1-14.

EXTRACCIÓN DE PUNTOS DE NUBE COMBINADA CON LA ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO PARA EL ANÁLISIS DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZINC EN MUESTRAS DE FÓRMULA INFANTIL

Gloria Salinas Lucero, Rafael Vazquez-Duhalt, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM, Ensenada, Baja California, México, 22800, gsalinaslucero@ens.cnyn.unam.mx

Palabras clave: NPs-ZnO, CPE, Alimentos comerciales

Introducción. Los nanomateriales (NMs) de óxidos metálicos, como las nanopartículas (NPs) de óxido de Zinc (ZnO) son frecuentemente utilizados como un ingrediente eficaz para prolongar la conservación y la vida útil de los alimentos. Por otro lado, la información disponible para el consumidor en los envasados de alimentos describe al ZnO como “tamaño de partícula fina” o “ZnO precipitado finamente dividido”, omitiendo la cantidad y forma del ZnO que es ingerido por el comprador. Se ha reportado en diversos estudios^{3,4,5} que los alimentos ingeridos con NPs inorgánicas añadidas pueden tener un impacto toxicológico importante en el sistema digestivo. Es por ello que es necesaria una completa caracterización fisicoquímica de las NPs de alimentos comerciales de uso común, entre ellos el sustituto de leche materna o fórmula infantil. Caracterizar las NPs de ZnO ingeridas por los infantes nos permitirá tener, a primera aproximación, una idea del impacto que este material puede llegar a tener en el sistema digestivo. Por lo cual el objetivo de este trabajo es desarrollar una metodología para el aislamiento de las NPs ZnO provenientes de la fórmula infantil (leche en polvo) y caracterizar sus propiedades fisicoquímicas.

Metodología. La metodología empleada consiste en dos fases, aislamiento del ZnO y caracterización. Para la fase de aislamiento se utilizó la extracción de puntos de nube (CPE), como procedimiento para separar NPs ZnO de la fórmula infantil. Esta técnica permite la formación de micelas mediante el uso de un tensioactivo (TX-100), para promover la separación de un metal en particular^{2,3,4} (e.g ZnO) del resto de los elementos constituyentes de la fórmula infantil. En la fase de caracterización se empleó microscopía electrónica de transmisión (TEM), espectroscopía ultravioleta-visible, dispersión dinámica de luz (DLS) y espectroscopía de emisión óptica de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES).

Resultados.

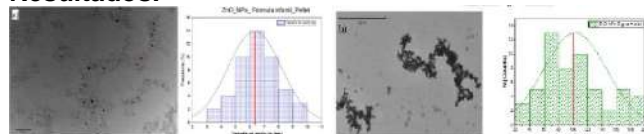


Fig. 1. Caracterización por microscopía electrónica de transmisión (TEM). **a)** NPs generadas por el método CPE provenientes de la fórmula infantil con un tamaño promedio de 6.3 nm. **b)** NPs ZnO púristimas de Sigma Aldrich con una distribución de tamaño promedio de 100 nm.

Tabla 1. Caracterización por espectroscopía de emisión atómica con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES). Concentraciones de la caracterización del aislamiento de Zn proveniente de la fórmula infantil mediante el método CPE.

Tipo de Muestra	Concentración [mg ^{Zn++} /g Fórmula]	Porcentaje %
Pellet + Sobrenadante	39.38	100
Sobrenadante	38.38	97.5
Pellet	0.986	2.5

Tabla 2. Caracterización por espectroscopía de emisión atómica con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES). Comparación de cantidad reportada de Zn en la lata de la fórmula infantil comercial y la cantidad de Zn aislada por el método CPE.

Masa	Cantidad reportada de Zn en la lata de la fórmula Infantil [mg ^{Zn++} /g Fórmula]	Cantidad de Zn aislada y caracterizada por ICP-OES mg ^{Zn++} /g Fórmula]
100 g	46	39.38

Conclusiones. Se optimizó y estableció el CPE con el tensioactivo TX-100 para la separación de ZnO del sustituto de leche materna (fórmula infantil). La solubilidad del ZnO no se vio afectada por los dispersantes utilizados para el CPE. Estos resultados serán útiles para comprender la toxicidad de las NPs ZnO en el sistema gastrointestinal infantil.

Agradecimiento. Financiamiento UNAM (PAPIIT IN209722).

Bibliografía.

- Myers, D. (1999). *Surface Activity and Surfactant Structures*. Myers D. John Wiley & Sons, Inc, New York, 21-38.
- Mortada, W. I. (2020). *Microchemical Journal*, 157, 105055.
- Quina, F. H., & Hinze, W. L. (1999). *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 38(11), 4150-4168.
- Jeon, Y. R., Yu, J., & Choi, S. J. (2020). *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2), 433.
- Liu, J. F., Liu, R., Yin, Y. G., & Jiang, G. B. (2009). *Chemical Communications*, (12), 1514-1516.

USO POTENCIAL DE RESIDUOS DE CACAO PARA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS DE VALOR AGREGADO

Fanny Adabel González-Alejo, Ismael Santiago-Gómez, Pedro García-Alamilla, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, 86298, adabel.0392@gmail.com.

Palabras clave: Compuestos bioactivos, biomasa, pectina, extraíbles.

Introducción. Tabasco es el principal productor de cacao en México; en la poscosecha se generan dos residuos, la mazorca del fruto y la cascarilla después del tostado. Estos residuos son ricos en compuestos lignocelulósicos (CL), terpenoides, fenoles (CFT), flavonoides (FT), ácidos, aminoácidos, fibra, pectina, metilxantinas y compuestos bioactivos (CB) (1), que merecen ser recuperados para su aprovechamiento en las industrias de alimentos, cosmética, farmacéutica y para la generación de biocombustibles.

El objetivo de la investigación es valorar compuestos de valor agregado a partir de biomasa de cacao.

Metodología. Se analizó biomasa de mazorca y cascarilla de cacao. Las muestras fueron pretratadas mediante lavado, secado y se tamizaron (# 40) para obtener polvos. Se caracterizó con análisis proximal (AP), determinación de extraíbles (2) y pectina, determinación de bioactivos: fenoles totales (3), flavonoides totales (4), teobromina y cafeína (5), y caracterización por FT-IR.

Resultados. En la Tabla 1 se presenta el AP. La diferencia de humedad es atribuida al tostado del grano, puesto que la cascarilla se obtiene después de éste y la mazorca es una estructura compleja con diferentes propiedades físicas. La diferencia en el CC varía por la fisiología de esta región del fruto, la variedad y zona de producción.

Tabla 1. Análisis proximal de la biomasa de cacao

Variable	Mazorca (%)	Cascarilla (%)
Humedad (H)	10.173 ± 0.25	6.673 ± 0.25
Ceniza (CC)	6.784 ± 0.45	8.323 ± 0.49
Proteína (P)	6.426 ± 0.07	ND
Grasa (GC)	3.733 ± 0.01	20.347 ± 0.10
Fibra (FB)	71.553 ± 3.34	ND

ND: No determinado

La GC es mayor en la cascarilla, porque durante el tostado la GC del grano migra a la cascarilla. Por la estructura de la biomasa, se observan cantidades particulares de extraíbles (Tabla 2). Se aprecia el contenido de pectina en la mazorca, el cual puede convertirse en furfural, cuya utilidad es para producción de resinas, plásticos, pesticidas, medicamentos y disolventes. El análisis de CB muestra que la mazorca presenta cantidades importantes de CFT, FT y metilxantinas por lo que es posible explorar métodos eficientes de separación.

Tabla 2. Determinación de bioactivos en biomasa de cacao

Variable	Mazorca (mg/g)	Cascarilla (mg/g)
Extraíbles totales	11.45 ± 0.870	31.97 ± 6.370
Fenoles totales	36.16 ± 0.001	1.12 ± 0.001
Flavonoides totales	2.16 ± 0.010	0.90 ± 0.007
Teobromina	20.93 ± 0.002	15.85 ± 0.002
Cafeína	32.52 ± 0.003	0.80 ± 0.009
Pectina	23.43 ± 0.127	ND

ND: No determinado

En la Fig.1 se observan diferencia en las señales de 2849-2903 cm⁻¹, atribuidas a la cantidad de GC, lo que se corroboró con el análisis proximal. La señal intensa en 1733 cm⁻¹ puede estar asociada a ácidos orgánicos en la cascarilla, debido al proceso de fermentación. Las señales entre 1529-1095 cm⁻¹ muestran la presencia de compuestos aromáticos y en presencia de 1028 cm⁻¹ se asocia a la existencia de lignina y alcoholes.

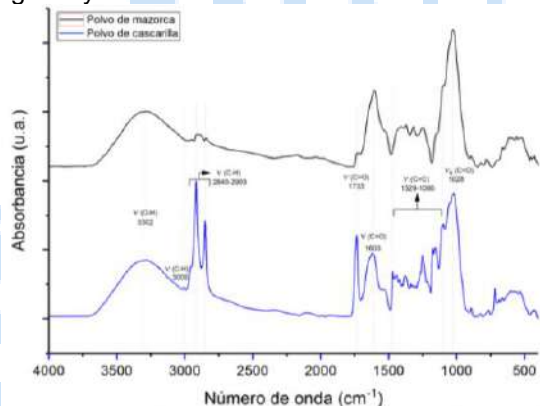


Fig. 1. Espectro vibracional del polvo de cascarilla y mazorca de cacao.

Conclusiones. La biomasa de cacao es una fuente de compuestos de valor agregado (bioactivos, P, GC y FB), importantes en la economía y la sostenibilidad ambiental, lo que permite el uso de biomasa renovable para generar productos de mayor valor y demanda.

Bibliografía.

- I. D. Soares, D. C. G. Okiyama, y C. E. da C. Rodrigues, (2020), *FRI*. Vol. (137): p. 109622.
- S. Li, S. Xu, S. Liu, C. Yang, y Q. Lu (2004), *FPT*. Vol. (85): pp. 1201-1211.
- A. Othman, A. Ismail, N. Abdul Ghani, y I. Adenan, (2007) *FC*. Vol. (100): pp. 1523-1530.
- J. Zhishen, T. Mengcheng, y W. Jianming (1999), *FC*. Vol. (64): pp. 555-559.
- L. Peralta-Jiménez y M. P. Cañizares-Macías (2013), *FBT*. Vol. (6): pp. 3522-3529.

AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LEVADURAS AUTÓCTONAS DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ PARA LA FORMULACIÓN DE CULTIVOS INICIADORES EN LA FERMENTACIÓN DE MASA MADRE

Sara Paola Romero-Isaza¹, Oscar González-Ríos¹, Mirna Leonor Suárez-Quiroz¹, Zorba Josué Hernández-Estrada¹, Claudia Yuritzí Figueroa-Hernández². ¹Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Veracruz- UNIDA, Veracruz, 91897. ²CONACYT- Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Veracruz- UNIDA, Veracruz, 91897, M21020025@veracruz.tecnm.mx claudia.fh@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: Levaduras, masa madre, actividades enzimáticas

Introducción. *Saccharomyces cerevisiae* se ha considerado históricamente como la levadura esencial para la panadería debido a su alta capacidad de fermentar los carbohidratos presentes en la masa. Sin embargo, en los últimos años se ha logrado aislar e identificar otros géneros de levaduras que pueden presentar actividades enzimáticas que contribuyen no sólo a la obtención de productos innovadores con un perfil sensorial diferenciado, sino que también promueven el carácter funcional de los alimentos al ejercer efectos benéficos sobre salud humana. La fermentación húmeda espontánea del café es una matriz ideal para el aislamiento de este tipo de levaduras no convencionales debido a la diversidad de la microbiota presente. Debido a esto, el objetivo del presente estudio se centró en aislar, caracterizar, seleccionar e identificar levaduras presentes en la fermentación del café, que presenten actividades enzimáticas útiles para la fermentación de la masa madre por medio de la detección de actividades enzimáticas de interés

Metodología. Se emplearon técnicas microbiológicas clásicas para aislar las levaduras presentes en la fermentación húmeda del café en beneficios ubicados en el municipio de Xico y Huatusco, en el estado de Veracruz. Posteriormente, estas levaduras se caracterizaron metabólicamente determinando actividades enzimáticas como: la actividad pectinolítica (1), proteolítica (2), fitásica (3), celulolítica (4) y amilolítica (5) las cuales tienen propiedades funcionales en la fermentación de la masa madre. Se identificaron bioquímicamente y genéticamente a las levaduras que presentaron todas las actividades de interés de manera simultánea. Finalmente, se seleccionaron para cultivos iniciadores de masa madre aquellas cepas que sean seguras para su uso en procesos alimentarios y se evaluó su capacidad leudante en la harina de trigo.

Resultados. Inicialmente se logró aislar un total de 80 cepas de levaduras provenientes del municipio de Xico

y 47 cepas provenientes de Huatusco. Se determinó la presencia de actividad pectinolítica, proteolítica, fitásica, celulolítica y amilolítica en medio de cultivo sólido. De las levaduras aisladas se encontraron cuatro levaduras que expresaron todas las actividades enzimáticas de interés identificadas como: *Candida Tropicalis*, *Geotrichum klebahnii*, *Wickerhamomyces anomalus* y *Kluyveromyces lactis*. De las cuales, *W. anomalus* y *K. lactis* cuentan con el estatus de presunción cualificada de seguridad (QPS) otorgada por la EFSA. Estas levaduras han sido aisladas de productos lácteos y otros procesos fermentativos como el de la masa madre.

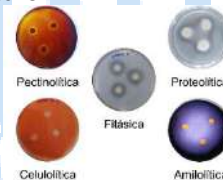


Fig 1. Actividades enzimáticas de interés

Conclusiones. Durante la fermentación húmeda del café se pueden aislar levaduras que presentan potencial biotecnológico en la industria alimentaria debido a que son seguras para su uso y son capaces de expresar actividades enzimáticas de interés en otros procesos fermentativos.

Se seleccionaron las levaduras *W. anomalus* y *K. lactis* como cultivos iniciadores viables para la fermentación de masa madre.

Agradecimiento. Se agradece al Consejo de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) por el apoyo económico brindado durante la realización de este proyecto.

Bibliografía.

- Mesfin H, Won Hee K. (2019). *Microorganisms*. 7 (401): 1-16
- Gong X, Mi R, Cheng X, Zhu Q, Xiong S, Qi B, Wang S. *Food Sci. Hum. Wellness*. 12 (2023): 324-336
- Palla M, Cristani C, Giovannetti M, Agnolucci M. (2017). *Int. J. Food Microbiol.* 250 (2017): 19-26
- Thongekkaew J, Khumsap A, Chatsa-nga P. (2012). *SJST*. 34 (2): 157-163
- Kwon Y, Choi H, Lim J, Jang H, Chung D. (2020). *Mycobiology*.48 (3): 195-203

USO POTENCIAL DE HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO COMO SUSTITUTO DE HARINA DE SOYA EN ALIMENTO BALANCEADO PARA CONEJO

S. X. Jiménez-Villegas, J. F. García-Trejo, H. Aguirre-Becerra, M. I. Nieto-Ramírez, y B. Parra-Pacheco. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Carretera a Chichimequillas Km 1, s/n, Amazcala, El Marqués, Querétaro. C.P. 76010. sheilajiemenezv@gmail.com

Palabras clave: Alimentación animal, Harinas alternativas, Hermetia Illucens.

Introducción. El continuo aumento de la población mundial trae consigo una mayor demanda de alimentos y piensos para la cría de animales como fuente de proteína para humanos (1). La soya es un cultivo intensivo de gran valor nutricional, siendo esta la principal fuente de proteína para la alimentación animal en todo el mundo. Sin embargo, es un cultivo con alta demanda de recursos particularmente de energía, agua, agroquímicos y suelo (2).

La producción de insectos como fuente de proteína es considerada una alternativa alimenticia natural no convencional usada para la alimentación humana y animal. La larva de mosca soldado negro procesa desechos orgánicos, obteniendo así dos principales subproductos: fertilizante agrícola y harina para alimentación animal. Esta harina se caracteriza por su contenido en proteína, lípidos y exhibe buen perfil de aminoácidos y ácidos grasos (3).

El conejo es es fuente de proteínas de excelente calidad, bajo en grasas, requiere de espacios pequeños y tiempos cortos para su crianza (4).

El objetivo de esta revisión es proporcionar información sobre el potencial de la harina de larva de mosca soldado negro como sustituto de la harina de soya para un alimento balanceado para conejos.

Metodología. Se realizó una revisión bibliográfica en distintas fuentes de información científica. Los artículos seleccionados presentan información sobre el uso potencial de la harina de *Hermetia Illucens* como insumo principal en la alimentación con conejos.

Resultados. En la recopilación de información sobre las dietas para conejos con inclusión de harina de LMSN y sustitución parcial o completa de la harina de soya, el 90% de los autores utiliza soya para la elaboración de los piensos (Fig. 1).

Por otro lado, se ha demostrado que la harina de larva de mosca soldado es un insumo alternativo al uso de soya por su alto contenido en lisina y metionina (Tabla 1). Además, su contenido bromatológico permite formular alimentos balanceados para conejo.

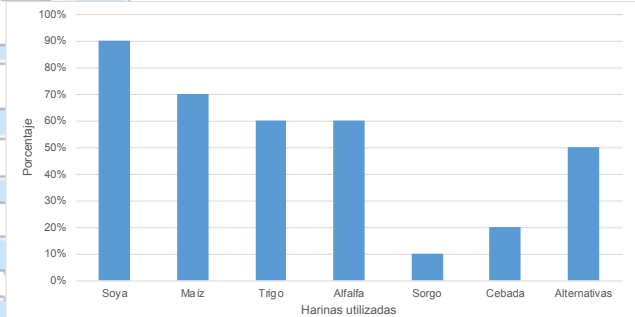


Fig. 1. Harinas más utilizadas en la elaboración de alimentos balanceados para conejo.

Tabla 1. Tabla comparativa de Harina de LMSN y Harina de Soya de acuerdo a los Requerimientos Nutricionales del conejo.

Nutrientes	Requerimientos nutricionales	Harina de LMSN	Harina de Soya
Proteína cruda (%)	15-18	60.63	44
Fibra cruda (%)	12-17	6.32	5.9
Lípidos (%)	2	15.01	1.9
Humedad (%)	12	7.64	12
Cenizas (%)	8	5.73	6.2
Lisina (%)	0.7	6.6	3.4
Metionina (%)	0.6	2.1	0.77

Conclusiones. De acuerdo con los resultados obtenidos en diferentes experimentos, existe un gran potencial en el uso de harina de LMSN como sustituto de la harina de soya como fuente principal de proteína debido a su composición química. Sin embargo, se recomiendan más estudios para evaluar la forma de inclusión de la harina de larva de mosca soldado.

Agradecimiento. Al Laboratorio de Bioingeniería de la UAQ por el financiamiento en esta investigación.

Bibliografía.

- Rodríguez, A. (2020) *Propuesta De Alternativas de Producción de proteína para alimentación animal a partir de insectos en Colombia.*
- WWF. (2014) *El Crecimiento de la Soja: Impactos y Soluciones.* Gland, Suiza. : WWF International.
- Makkar, H., Tran, G., Heuzé, V., Ankers, P. (2014) *State of the art on use of insects as animal feed.* s.l. : Animal Feed Science and Technology 197: 1-33.
- Martínez, M. (2004) *Cunicultura.* México : Segunda Edición.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE HARINA DE BAGAZO DE MALTA CERVECERA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS TECNO FUNCIONALES DEL PAN DE CAJA

Diana Estefanía Tovar Mejía, José Ángel Granados Arvizu, Monserrat Escamilla García, Carlos Regalado González, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Qro, 76010, dtovar29@alumnos.uaq.mx.

Palabras clave: Subproducto, reología, inóculo

Introducción. El trigo es el cereal cosechado más antiguo por el hombre, de mayor producción a nivel mundial, debido a su adaptación en diversos ambientes, siendo el aporten del gluten una de sus principales características, además de ser el único cereal que le otorga una miga abierta al pan (1). Mientras que, la cebada se clasifica como el quinto cereal más cosechado mundialmente, y el cuarto más cultivado en México, con un gran impacto económico, social y un alto valor nutricional (2). Usada en la industria cervecera, los residuos de este cereal ascienden al 85% del proceso. El bagazo de malta cervecera (BMC) contiene altos niveles de fibra y proteína, además de su alta disponibilidad y bajo costo, se puede considerar un subproducto muy atractivo de ser aprovechado (3).

Por lo cual, este trabajo tiene el objetivo de evaluar el efecto de la adición de la harina de BMC y dos tipos de inóculo sobre las características tecno funcionales del pan de caja.

Metodología. EL BMC fue recolectado de la cervecería "Hércules" en Querétaro, Qro, México. Se secó por 48 h a 70°C y se molió y pasó por tamiz 80#. A la harina obtenida se le evaluó % de proteína, grasa total, humedad y cenizas. Se planteó un diseño factorial 2^k (Tabla 1) evaluando el % de harina de BMC, el tiempo de fermentación de masa y el tipo de inóculo (Sc, levadura fresca; Mm C, masa madre de BMC, Mm T, masa madre de harina de trigo) sobre un pan de caja. A los panes, se les midió el volumen, color y actividad de agua, así como apariencia de la miga. Las masas con mejores características serán evaluadas mediante alveogramas y farinogramas para medir la tenacidad, extensibilidad, fuerza, índice de elasticidad, estabilidad y la capacidad de retención de agua.

Tabla 1. Tratamientos experimentales

Tratamiento	Harina de BMC (%)	Fermentación (min)	Inóculo
C	0	45	Sc
1	5	60	Mm C
2	15	30	Mm T
3	15	30	Sc
4	10	30	Mm C
5	15	60	Mm T
6	5	30	Sc
7	10	45	Sc
8	15	45	Mm C

9	10	60	Mm T
10	15	60	Sc
11	5	45	Mm T
12	5	30	Mm T

Resultados. La caracterización bromatológica muestra una harina BMC con un contenido proteico de casi 20%, 70% más grasa y 80% más cenizas comparada con harina de trigo (4). Esto demuestra el atractivo nutrimental del residuo.

Tabla 2. Pruebas bromatológicas de la harina de BMC

Pruebas bromatológicas	Contenido (%)
Humedad (Base húmeda)	76.93 ± 1.48
Humedad (Base seca)	3.487 ± 0.196
Proteína	17.882 ± 1.829
Cenizas	2.835 ± 0.054
Grasas	4.603 ± 0.288

La evaluación física muestra que la Aw no se ve afectada, mientras que el color y el volumen presenta variaciones comparada contra el control.

Tabla 3. Evaluación física del pan después de los tratamientos experimentales

Pruebas físicas		Tratamientos experimentales			
		TC	T3	T6	T7
Color	L*	60 ± 6.14	50.9 ± 4.32	63.6 ± 5.48	57.2 ± 6.54
	a*	9.2 ± 2.68	10.1 ± 1.63	7.3 ± 2.43	8.2 ± 2.72
	b*	27.6 ± 3.18	23.1 ± 1.28	24.7 ± 2.78	24.1 ± 2.72
Actividad de agua	Aw	0.963 ± 0.012	0.959 ± 0.016	0.950 ± 0.016	0.954 ± 0.017
Volumen (m³)		0.0006748 ± 0.0001	0.0004666 ± 0.00003	0.0006514 ± 0.00002	0.0005657 ± 0.00002

Conclusiones. El RMC es un subproducto potencialmente aprovechable como ingrediente dentro de la industria de la panificación.

Bibliografía.

- Calixto J, Guzmán C, Pinzón D, Gutiérrez A, Rajaram S, Solís A, Mariezcurrena M. (2022) *Rev. Fac. Agron.* 121 (2): 1-10
- López P, Prieto F, Gaytán M, Román A. (2007) *Rev. Chil. Nutr.* 34 (1): 71-77
- Buffington J. (2014) *ACES.* 4 (3): 308-314
- USDA, 2020.

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA, ANTIFÚNGICA Y PREBIÓTICA DE LA PULPA DE CAFÉ Y CÁSCARA DE CACAO

Claudia Karina Pacheco-Martínez, Gerardo, Saucedo-Castañeda, L. Víctor Rodríguez Durán, G.M. Trejo-Aguilar, Lourdes Pérez-Chabela. Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Biotecnología. A. San Rafael Atlixco 186, CP 09310, Ciudad de México.

Palabras clave: coproductos agroindustriales, actividad antimicrobiana, actividad antifúngica

Introducción. La pulpa de café (PC) y cáscara de cacao (CC) son coproductos agroindustriales ricos en sustancias como polifenoles, azúcares, proteínas y fibras ⁽¹⁾. Estos residuos se utilizan para alimentación animal, para la producción de biogás y enzimas, extracción de compuestos polifenólicos ⁽²⁾. Presentan características antimicrobianas y antifúngicas.

Este trabajo tiene como objetivo principal la caracterización de PC y CC por su actividad antimicrobiana, antifúngica y prebiótica.

Metodología. Para la actividad antimicrobiana se utilizaron 9 cepas (*E. coli*, *Salmonella sp*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas (P) fragilis*, *P. fluorescens*, *P. putida*, *Listeria monocitogenes* *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*), se inocularon en agar Muller-Hilton con discos de papel impregnado de extractos etanólicos de PC y CC, como control positivo se utilizó cloranfenicol, tetraciclina y eritromicina. Para la actividad antifúngica se utilizó la técnica de difusión de agar con 4 cepas (*Aspergillus niger*, *A. tamarii*, *A.versicolor* y *Penicillium commune*) inoculadas en Agar papa dextrosa (PDA) con extractos etanólicos de PC y CC, como control positivo se usó Fluconazol, Metronidazol, Ketoconazol y control negativo PDA. Para la actividad prebiótica se realizaron fermentaciones con las cepas probióticas *Lactobacillus (L) rhamnosus GG*, *L rhamnosus Rosell*, *L. casei Shirota* y *L. acidophilus*, usando la cepa *E. coli* como cepa patógena ⁽³⁾.

Resultados. Para la actividad antimicrobiana se muestran solo los resultados con mayor diámetro de halo de inhibición. Se determinó el diámetro de halo de inhibición para PC y CC. El mayor halo se encontró para PC *E. coli* y para CC fue con *Listeria monocitogenes* como se muestra en la Tabla 1, estos valores son similares a los reportados por otros autores con valores de 7 a 10.3 mm para *E. coli* ⁽⁴⁾.

Tabla 1. Diámetros de halos de inhibición para PC y CC.

Cepa	Pulpa de café (cm)	Cáscara de cacao (cm)
<i>E. coli</i>	0.67 ^b ±0.05	0.45 ^c ±0.07
<i>Listeria monocitogenes</i>	0.39 ^c ±0.05	0.52 ^c ±0.04

A.E. b = diámetro mayor, existe diferencia significativa entre b y c
Para la actividad antifúngica se buscó el menor diámetro el cual se obtuvo con PC y *Penicillium*

comunae, el cual no presentó crecimiento como se muestra en la Tabla 2, otros autores tampoco reportan crecimiento de crecimiento para el mismo hongo hasta por 22 días ⁽⁵⁾.

Tabla 2. Diámetros de crecimiento para actividad antifúngica.

Cepa	Pulpa de café	Cáscara de cacao
<i>Penicillium comunae</i>	ND ^a	0.13 ±0.2 ^b
<i>Aspergillus niger</i> ANH15	1.07 ±0.3 ^a	1.2 ±0.2 ^a
<i>Aspergillus versicolor</i>	0.75 ±0.4 ^a	1.1 ±0.3 ^b
<i>Aspergillus tamarii</i> V12367	0.45 ±0.3 ^a	0.75 ±0.2 ^a

A.E. a = diámetro menor, existe diferencia significativa entre a y b para *P. comunae*

Los índices de actividad prebiótica mayores se obtuvieron para la CC como se muestra en la Tabla 3, estos valores pueden compararse con lo reportado por autores que utilizan residuos agroindustriales como sustrato con valores de 0.33-1.63 ⁽⁶⁾ estos valores dependen de la selectividad por el sustrato.

Tabla 3. Índices de actividad prebiótica.

	Actividad Prebiótica	
	Cáscara cacao	Pulpa café
<i>L. rhamnosus GG</i>	0.247	0.123
<i>L. rhamnosus Rosell</i>	0.252	0.077
<i>L. casei Shirota</i>	0.298	0.137
<i>L. acidophilus</i>	0.262	0.128

Conclusiones. Los resultados obtenidos nos indican que tanto la pulpa de café como la cáscara de cacao tienen un potencial para ser utilizados como prebióticos, antimicrobianos y antifúngicos.

Agradecimiento. Al Conacyt por el programa de beca con número 001466.

Bibliografía. 1. Murthy P, S, & Madhava N, M. (2012) Res. Conser and Recy. 66: 45- 58.
2. Belwal T, Cravotto C, Ramola S, Thakur M, Chemat F. & Cravotto G. (2022). Foods. 11:1- 13.
3. Huebner J, Wehling R, L, Parkhurst A, & Hutkins W, R. (2008). Int Dairy J. 18: 287-293..
4. Tamrin, Faradilla R, H, F, Ibrahim M, N, Rejeki S, Ufrianto N, Cahyani D, R. (2020) Int Food Res J 24(4): 660-665.
5. Dopazo V, Luz C, Calpe J, Villa-Donat P, Rodríguez L, Meca G. (2022) Dairy Tech. 75(3): 1-11.
6. Hernández -Alcántara M. A., Totosaus A. & Pérez-Chabela M.L. (2016) Ac univ food techno. 20(2): 1-15.

CARACTERIZACIÓN DE LA PULPA DE CAFÉ Y CÁSCARA DE CACAO COMO INGREDIENTE FUNCIONAL

Claudia Karina Pacheco-Martínez, Gerardo, Saucedo-Castañeda, L. Víctor Rodríguez Durán, G.M. Trejo-Aguilar, Lourdes Pérez-Chabela. Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Biotecnología. Av. San Rafael Atlixco 186, CP 09310, Ciudad de México.

Palabras clave: coproductos agroindustriales, fibra, polifenoles

Introducción. La pulpa de café (PC) y cáscara de cacao (CC), son el principal desecho de la industria cafetalera y cacaofera y representan un problema de contaminación ya que son utilizados como composta, para la extracción de minerales, polifenoles, cafeína y como adsorbente en la remoción de cromo ⁽¹⁾. Recientemente se ha planteado su utilización como ingrediente funcional, debido a su capacidad antioxidante y su contenido de fibra y polifenoles ⁽²⁾. Este trabajo tiene como objetivo principal la caracterización de PC y CC como fuente de ingredientes funcionales.

Metodología. A partir del análisis bromatológico se determinó humedad, cenizas, grasa, fibra y proteína, para fibra se utilizó un proceso enzimático-gravimétrico y el kit sigma Aldrich USA ⁽³⁾. Para el análisis fisicoquímico se cuantificó pH ⁽³⁾ y glucosa para lo cual se realizó una hidrólisis con ácido sulfúrico y posteriormente una cuantificación por HPLC usando una curva de calibración de glucosa de 0-5 g/L ⁽⁴⁾. Se cuantificaron polifenoles totales con un extracto etanólico y el reactivo de Folin-Ciocalteu y actividad antioxidante por ABTS, usando un extracto etanólicos de PC y CC y el radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo.

Resultados. Las variables determinadas por el análisis bromatológico presentan valores mayores para la CC que en la PC como se muestra en la Tabla 1, lo cual es mayor a lo reportado por otros autores con valores de 49 a 60 % ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ esto puede deberse al tipo y condiciones de cultivo.

Tabla 1. Análisis bromatológico de PC y CC.

Variable medida	Pulpa de café (%)	Cáscara de cacao (%)
Cenizas	8.4 ± 0.1	8.6 ± 0.4
Humedad	11.5 ± 0.2	14.2 ± 0.2
Grasa	10.2 ± 0.3	11.5 ± 0.5
Fibra	63.9 ± 0.7	70.6 ± 0.5
Proteína	1.2 ± 0.08	1.9 ± 0.1

A partir del análisis fisicoquímico se encontró que la PC es más ácida que la CC y que esta segunda posee un contenido de glucosa mayor que la PC. Para la

actividad antioxidante se encontró que la PC tiene un porcentaje de inhibición de actividad antioxidante mayor que la CC, así como la cantidad de polifenoles totales como se muestra en la Tabla 2, los polifenoles se encuentran en el rango reportado por otros autores con valores de de 2.13-9.77 mg eq de ácido gálico/g Ms ⁽⁵⁾⁽⁶⁾, por lo que podrían considerarse fuente de ingredientes funcionales.

Tabla 2. Análisis fisicoquímico, actividad antioxidante y polifenoles totales de PC y CC.

Variable medida	Pulpa de café	Cáscara de cacao
pH	6.04 ± 0.03	6.25 ± 0.02
Glucosa (mg glucosa/g MS)	269 ± 8	576 ± 6.5
Inhibición (%)	81.7 ± 0.03	72.3 ± 0.02
Polifenoles (gEq A. gálico/100 g MS)	0.312 ± 0.01	0.254 ± 0.004

Conclusiones. Tanto la cáscara de cacao como la pulpa de café contienen una gran cantidad de fibra, así como polifenoles por lo que podrían considerarse fuente de ingredientes funcionales.

Agradecimiento. A Conacyt por el programa de beca con número 001466.

Bibliografía.

- Duangjai A, Suphrom N, Wungrath J, Ontawong A, Nuengchamnon N, & Yosboonruang A. (2016) Int Med Res. 5: 324-331
- Rosales D, S, Alzate A, A, F, & Rojano B. (2019) Act Scie Pol Tech Ali 18(3): 235-248.
- AOAC. Official Methods of Analysis (1996) Association of Official Analytical Chemists 16 th Ed Washington, DC.
- Rodríguez-Duran L, V, Ramírez-Coronel A, Ma, Aranda-Delgado E, Madhavan N, K, Favela-Torres E, Aguilar N, C, & Saucedo-Castañeda G. (2014) J Agri Food Ch. 62 (31): 7869-7876.
- Munguía A, G, Ortega C, E, M, Zetina C, P, Diaz C, A, Soto H, M, & Herrera H, J, (2018) Cie Agro. 42 (3): 307-313.
- Villamizar J, A, R, & López G, J, L, (2016) Res. 22(1): 75-83.

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE MEZCLAS DE EXTRACTOS PROTEICOS DE VÍSCERAS DE POLLO Y GLUCOSA GLICADAS VÍA REACCIÓN DE MAILLARD

Juan Flores^a, Alma Villa^a, Roberto Rodríguez^a, Rigoberto Plascencia^a, Luz Ávila^b.

^aInstituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Ciudad Obregón, Sonora, C.P. 85000. ^bUniversidad de Sonora, Departamento de Ciencias de la Salud, Ciudad Obregón, Sonora, C.P. 85199. alma.villa@itson.edu.mx

Palabras clave: Reacción de Maillard, potencial antioxidante, procesamiento de alimentos.

Introducción. Es conocido el rol de los antioxidantes para mitigar los efectos nocivos de los de radicales libres en el organismo. Las vísceras son ≈30 % de los residuos generados en la industria del pollo (1). Éstas son una fuente de proteínas, que en presencia de azúcares reductores y vía reacción de Maillard, nos permitirían obtener compuestos antioxidantes. El objetivo del presente estudio fue evaluar el potencial antioxidante del extracto proteico de vísceras de pollo glicado vía reacción de Maillard mediante sistemas proteína-glucosa.

Metodología. Se extrajeron proteínas de vísceras de pollo (1), modificado (40% p/v; pH3; 3h; 150 rpm; 60°C). Se determinó el contenido de proteína mediante el ensayo de Bradford (2). Se mezclaron una parte de extracto proteico con una, dos y tres partes de glucosa (p/p) (tabla 1). Las mezclas fueron calentadas mediante un horno de convección durante 12 horas y 90 °C (3). Se determinó la huella química de los tratamientos mediante FTIR. Se determinó el potencial antioxidante mediante los ensayos FRAP, ABTS y DPPH. Análisis de los datos: ANOVA y test LSD Fisher, α = 0.05 (StatGraphics Plus).

Tabla 1. Tratamientos

Codificación	Definición
EPVP-0	Extracto proteico crudo
EPVP-12	Extracto proteico calentado
EPVP-G (1:1)	Extracto proteico y glucosa proporción 1:1
EPVP-G (1:2)	Extracto proteico y glucosa proporción 1:2
EPVP-G (1:3)	Extracto proteico y glucosa proporción 1:3

Resultados. La concentración de proteína del extracto analizado por Bradford fue de 2.33 mg/mL. En la figura 1 se muestran los picos de transmitancia característicos del EPVP y EPVP-G obtenidos. La banda de la Amida I, 1637 cm⁻¹, presentó cambios en su intensidad que podrían estar relacionados con el desarrollo de productos de la reacción de Maillard. En la tabla 2 se detalla la mayor actividad antioxidante lograda en los tratamientos proporción 1:3 para todos los ensayos FRAP, ABTS y DPPH (0.51, 17.91 y 1.33 mmol/mL respectivamente) excepto EPVP-12 que

mostró 2.49 mmol/mL en DPPH. Precisamente en este último se encontró diferencia significativa entre los cinco tratamientos.

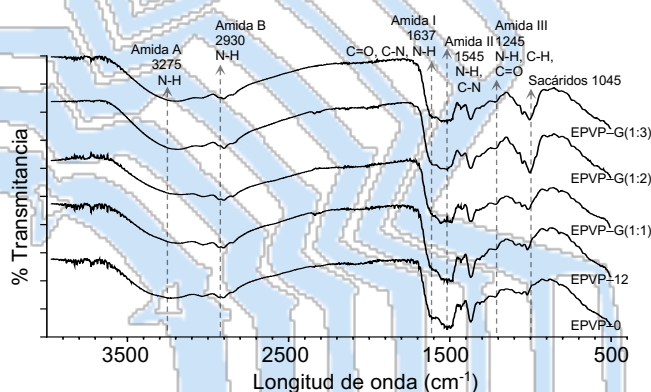


Fig. 1. Espectro FTIR

Tabla 2. Actividad antioxidante en equivalente de TROLOX

Tratamiento	FRAP	ABTS	DPPH
EPVP-0	0.25±0.04 ^{ab}	16.91±0.65 ^{ab}	0.46±0.07 ^a
EPVP-12	0.19±0.00 ^{ab}	17.16±1.02 ^{ab}	2.49±0.00 ^b
EPVP-G (1:1)	0.32±0.01 ^a	16.2±0.78 ^a	0.84±0.07 ^c
EPVP-G (1:2)	0.42±0.02 ^a	16.31±0.7 ^a	1.17±0.06 ^d
EPVP-G (1:3)	0.51±0.03 ^b	17.91±3.68 ^b	1.33±0.06 ^e

Columna con diferente letra presenta diferencia significativa. Resultados en equivalente de TROLOX (mmol/mL).

Conclusiones. La glicación del EPVP-G obtenida mediante pardeamiento no enzimático proveyó compuestos con potencial antioxidante equivalente de TROLOX, lo que permite sugerir su uso como ingrediente para el desarrollo de alimentos con funcionalidad bioactiva.

Agradecimiento. Al Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI).

Bibliografía.

- Jamdar, S. N., & Harikumar, P. (2008). *Bioresource technology*, 99(15), 6934-6940.
- Bradford, M. M. (1976). *Analytical biochemistry*, 72(1-2), 248-254.
- Rodríguez-Ramírez, R., Mondaca-Navarro, B.A., Torres-Arreola, W., Ávila-Villa, L.A., Chalas-Vega, Z., Avilés-Velázquez, N.S., Mondaca-Fernández, I. XX Congreso Internacional Inocuidad de Alimentos. Nuevo Vallarta, Nayarit, 1, 2 y 3 de noviembre de 2018.

FORMULACIÓN DE UN ALIMENTO PARA OVINOS GESTANTES UTILIZANDO HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO

Padilla-Hernández María Fernanda, García-Trejo J. F., Nieto-Ramírez M. I., Oviedo-Olvera Mónica V. y Aguirre-Becerra H. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería. Dirección de

Ingeniería, Campus Amazcala. Carretera a Chichimequillas s/n Km 1, Amazcala, el Marqués, Querétaro, 76265. map.mph16@gmail.com

Palabras clave: rumiantes, *Hermetia illucens*, proteína

Introducción. Al aumentar la población crece con ella la demanda del consumo de alimentos de origen animal, desencadenando el costo de materias primas para la alimentación del ganado, llevando a la búsqueda de nuevos insumos (1). Los estudios en insectos son aún escasos, si embargo han presentado mejoras en la calidad de los productos que se emplean, a su vez, muestran un alto contenido de proteína por lo cual satisfacen con mayor grado las demandas de producción (2). La LMSN (*Hermetia illucens*) es un insecto que posee una alta calidad nutricional y una producción sustentable, generando un ingrediente alto en proteína para el desarrollo de dietas de rumiantes (3).

El objetivo de este trabajo es la formulación de un alimento para ovejas gestantes con Harina de larva de mosca soldado-negro, cumpliendo con los requerimientos nutricionales para la etapa correspondiente.

Metodología. La HLMSN se incluirá en las proporciones 30 y 60% con triticale, sorgo, pulido de arroz, melaza de caña y el mix de vitaminas y minerales necesarias para la etapa de gestación. Para una correcta formulación se realizó una búsqueda de los requerimientos nutricionales de la etapa correspondiente de la NRC (1985). Los insumos seleccionados fueron acomodados en hojas de Excel trabajando con una formulación lineal y compilando valores de la plataforma de la Fundación FEDNA.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de ovinos para la etapa de gestación (NRC, 1985).

Peso	Energía	Ejemplo de proporciones de dieta		Proteína cruda (%)	Calcio (%)	Fosforo (%)	Vitamina A (IU/kg)	Vitamina E (IU/kg)			
		TDN (%)	DE (Mcal/kg)						ME (Mcal/Concen Forraje)		
Mantenimiento											
70 (kg)	154 (lb)	55	2.4	2	0	100	9.4	0.2	0.2	2.742	15
Flushing											
0	154	59	2.6	2.1	15	85	9.1	0.32	0.18	1.825	15
No lactantes											
70	154	53	2.4	2	0	100	9.3	0.25	0.2	2.35	15
Últimas 4 semanas de gestación											
70	154	59	2.6	2.1	15	85	10.7	0.35	0.23	3.305	15
Lactantes											
70	154	65	2.9	2.4	35	65	13.4	0.32	0.26	2.38	15

Resultados. De acuerdo con los requerimientos presentados en la tabla 1. se presenta una propuesta a la formulación del alimento para ovinos en la tabla 2.

Tabla 2. Propuesta de formulación con tres diferentes dietas (30%, 60% y C) para alimento de ovejas gestantes.

	D30	D60	DC
Proteína	18.72	13.72	23.05
Grasas	3.98	2.58	5.05
Carbohidratos	4.10	3.64	4.37
Humedad	11.52	12.26	10.81
Cenizas	7.00	4.20	8.81
Fibra	6.21	3.88	8.40

Conclusiones. El alimento formulado con la harina de larva de mosca soldado negro cumple con los requerimientos nutricionales para la etapa de gestación en ovinos.

Agradecimiento. Al equipo del Laboratorio de Bioingeniería de la UAQ campus Amazcala encargados de guiarme en la investigación.

Bibliografía.

1. Astuti D.A. y Wiryawan K. G. 2022. Anim Biosci. 35(2):356-363.
2. Castillo C., Hernández J. 2023. *Research in Veterinary Science*, Vol. 155. Páginas 124-125.
3. Jayanegara A., Novandri B., Yantina N. y Ridla M. 2017. Vet world. (10(12)). Páginas 1439-1446.
4. Subcommittee on Sheep Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council. (1985). *Nutrient Requirements of Sheep*. National Academy Press. Washington, DC, 45-46.

AYOCOTE Y QUINTONIL: INGREDIENTES FUNCIONALES PARA UNA TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA

E. Rojo-Gutiérrez¹, L.X. López-Martínez², J.M. Tirado-Gallegos³, J.J. Buenrostro-Figueroa¹, R. Baeza-Jiménez¹. ¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Delicias. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Hermosillo. ³Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología. Delicias, Chih. 33089, edwin.rojo@ciad.mx.

Palabras clave: alimento funcional, compuestos bioactivos, bioaccesibilidad.

Introducción. Ante el creciente interés por alimentos que beneficien la salud humana, se ha impulsado la búsqueda de ingredientes novedosos como fuente de elementos nutritivos y bioactivos valiosos. Muchas especies vegetales subutilizadas presentan dichas características, como el frijol Ayocote (*Phaseolus coccineus*) y los quelites, como el quintonil (*Amaranthus hybridus*); cultivos nativos de México que no han sido explotados^{1,2}. Como proceso de revalorización, se utilizó la tortilla de maíz como modelo de estudio para la obtención de una tortilla funcional, debido a que es un alimento tradicional de gran impacto al formar parte de la dieta básica de los mexicanos, alcanzando un consumo per cápita de 75 kg/año³.

El presente estudio tiene por objetivo elaborar una tortilla funcional de maíz enriquecida con harinas de ayocote y quintonil, con mejores atributos nutricionales y nutraceuticos, promoviendo el consumo y la revalorización de especies vegetales autóctonas, como ingredientes alternativos para el bienestar de la población.

Metodología. Se prepararon diferentes formulaciones a base de harina de maíz para evaluar el efecto de adición de ayocote y quintonil (3, 6 y 9%). Posteriormente, se determinó la composición nutrimental de las tortillas obtenidas de acuerdo con métodos oficiales. Con respecto a la funcionalidad de las tortillas, se cuantificó el contenido de compuestos fenólicos totales² y se evaluó la capacidad antioxidante² mediante los ensayos DPPH y ABTS.

Resultados. En la Tabla 1, puede observarse que mayores porcentajes de enriquecimiento aumentaron significativamente la composición nutrimental de las tortillas obtenidas. Los mejores resultados se alcanzaron para las formulaciones de 9% de enriquecimiento, donde el contenido de ceniza y fibra incrementaron 79% y 76%, respectivamente, con respecto a la tortilla control (100% maíz). Es importante destacar es el aporte calórico que presentan las tortillas enriquecidas, mismas que al contener los mayores porcentajes de enriquecimiento mostraron una

reducción de 12%. Este valor es crucial para esa importante población con problemas de diabetes y obesidad, dos graves problemas de salud pública.

Tabla 1. Composición proximal (base seca) y aspectos funcionales de las tortillas fortificadas.

Tratamiento	Composición Nutrimental							Capacidad Antioxidante		
	H ₂ O (%)	C (%)	P (%)	G (%)	F (%)	CHO (%)	AC (kcal/100 g)	TPC (mg/g)	DPPH (mg/g)	ABTS (mg/g)
Tortilla										
M100	54.28	1.25	8.03	1.46	4.81	30.16	165.92	1.73	9.64	5.23
T1F1	50.47	1.50	8.16	1.47	6.35	32.05	174.09	0.52	2.94	1.96
T2F1	55.48	1.69	8.65	1.35	8.12	24.71	145.62	0.31	1.75	0.87
T3F1	54.41	2.24	9.39	1.24	8.45	24.27	145.83	0.54	4.23	2.23

C: ceniza, P: proteína, G: grasa, F: fibra cruda, CHO: carbohidratos, AC = aporte calórico.

TPC: compuestos fenólicos totales.

M100: control; T1F1: 3% de sustitución, T2F2: 6%, T3F3 = 9%.

El carácter funcional de las tortillas elaboradas evidenció reducciones importantes en el contenido de compuestos fenólicos totales, así como en los ensayos de capacidad antioxidante (Tabla 1). Esto sugiere que el empleo de otros solventes u métodos de extracción podrían incrementar la liberación de los compuestos bioactivos contenidos en las harinas adicionadas.

Conclusiones. La adición de ayocote y quelite mejoran el aporte nutrimental de la tortilla de maíz convencional. Un análisis de bioaccesibilidad de la tortilla fortificada puede mostrar mejor su potencial funcional.

Agradecimiento. Este proyecto fue financiado por CONACyT. Estancia Posdoctoral Académica Inicial 2022. No. de proyecto: 639307.

Bibliografía.

- Alvarado-López, A. N., Gómez-Oliván, L. M., Heredia, J. B, et al. 2019. *CyTA-Journal of Food*, 17, 199–206.
- López-García, G., López-Martínez, L., Dublan-García, O., y Baeza-Jiménez, R. (2019). *Revista Mexicana De Ingeniería Química*, 16(3), 835-844. Retrieved from <http://rmiq.org/ojs311/index.php/rmiq/article/view/953>.
- Rentería-Gómez, I., López Santiago, M.A., Domínguez-Pacheco, et. al. 2018. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 17(1), 1-13.

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA Y DINÁMICA DE LAS POBLACIONES DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DEL PULQUE.

Fernando Astudillo-Melgar, Georgina Hernández-Chávez, María Elena Rodríguez-Alegría, Francisco Bolívar, Adelfo Escalante. Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, Instituto de Biotecnología, UNAM. Av. Universidad 2001. Col Chamilpa CP 62210.

adelfo.escalante@ibt.unam.mx.

Palabras clave: Pulque, agave, microbioma.

Introducción. El Pulque es una bebida tradicional mexicana elaborada a partir de la savia extraída de diferentes especies de *Agave*. Estudios previos sobre la diversidad microbiana asociada a esta bebida aplicaron diferentes estrategias experimentales, metodologías dependientes e independientes del cultivo (1). Estudios ómicos han ampliado el conocimiento de los microorganismos asociados al pulque, describiendo nuevas especies de bacterias, hongos e incluso virus (2,3).

Este estudio brinda información relevante sobre los posibles microorganismos responsables (núcleo microbiano) de la fermentación del pulque, demostrando que el core microbiano se conserva a lo largo del proceso de elaboración, desde el maguey hasta el pulque y es determinante de actividades metabólicas características de la fermentación.

Metodología. Las muestras de tejido vegetal (*metzal*) de las paredes del cajete del maguey y aguamiel (savia) se colectaron de 3 *Agaves* diferentes de la misma zona geográfica (Huitzilac, Morelos), así como pulque comercial del productor usado como semilla. Se realizaron tres fermentaciones en el laboratorio durante 6 horas a 28-30°C, haciendo un total de 18 muestras que se analizaron (6 por fermentación). Se realizó secuenciación masiva de amplicones del gen 16S ADNr de las regiones hipervariables V3-V4 e ITS1 de las 18 muestras, se utilizó Illumina MiSeq 2x250 y se analizaron con el software QIIME para la asignación taxonómica utilizando la base de datos SILVA para bacterias y UNITE para hongos, así como para análisis de diversidad. Para la cuantificación de los metabolitos de la fermentación se utilizaron técnicas de HPLC cuyos protocolos se describen en extenso en Astudillo-Melgar et al 2023 (4).

Resultados. Los resultados demostraron que los microorganismos presentes en el metzal, aguamiel y durante el proceso de fermentación son los mismos, definiéndose como el núcleo microbiano de la bebida el cual está conformado por 8 géneros de bacterias y 5 de hongos, resaltando los géneros *Zymomonas* y *Saccharomyces* como los más abundantes. Se

determinó la dinámica de estos grupos durante la fermentación (Fig. 1A y B) y se cuantificaron diferentes metabolitos descritos como esenciales del pulque, observándose que en las primeras etapas (aguamiel) es rica en carbohidratos mientras en las últimas etapas (pulque T6) aumenta la concentración del etanol (Fig. 1C y D).

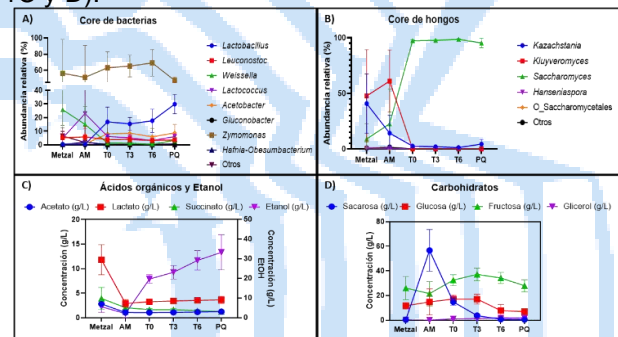


Fig. 1. Características del proceso de fermentación del pulque.

A) Core de bacterias, B) Core de hongos, C) Ac. orgánicos y etanol, D) Carbohidratos.

Conclusiones. En este estudio se determinó que el núcleo microbiano responsable de la fermentación del pulque está conformado por los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Weissella*, *Lactococcus*, *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Zymomonas*, *Obesumbacterium*, *Kazachstania*, *Kluyveromyces*, *Saccharomyces* y *Hanseniaspora*. Este núcleo microbiano se conserva a través de todo el proceso fermentativo siendo responsable de su relación con el perfil de metabolitos cuantificados.

Agradecimiento. Este trabajo fue apoyado por el proyecto PAPIIT IN227023 y CONACyT por la beca de posgrado otorgada.

Bibliografía.

- Escalante A, López-Soto DR, Velázquez-Gutiérrez JE, Giles-Gómez M, Bolívar F, López-Munguía A. (2016) *Front. Microbiol.* Vol. 7:1-18.
- Chacón-Vargas K, Torres J, Giles-Gómez M, Escalante A, Gibbons JG. (2020) *Sci. Rep.* Vol. 10 (1):1-13.
- Rocha-Arriaga C, Espinal-Centeno A, Martínez Sánchez S, Caballero-Pérez J, Alcaraz LD Cruz-Ramírez A. (2020) *Microbiol. Res.* Vol. 241.
- Astudillo-Melgar F, Hernández-Chávez G, Rodríguez-Alegría M E, Bolívar F, Escalante A. (2023). *Fermentation.* Vol. 9(4):342.

DESARROLLO DE NANORECUBRIMIENTOS PARA INCREMENTAR LA VIDA DE ANAQUEL DE MELÓN MÍNIMAMENTE PROCESADO

Anthony Jeancarlo Mederos M.¹, Miguel David Dufoo H.¹, Encarna Aguayo G.², Víctor Hugo Escalona C.³, Edmundo Mateo Mercado S.⁴, [Dalia Vázquez Celestino](mailto:dvazquez@upgto.edu.mx)¹. Universidad Politécnica de Guanajuato, Cortazar, Gto, C.P. 38496¹. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, C.P 3020². Universidad de Chile, Santiago, 8820000³. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro C.P. 76900⁴. dvazquez@upgto.edu.mx

Palabras clave: Nanorecubrimientos, mínimamente procesados, melón.

Introducción. En las últimas décadas ha existido una creciente demanda en el consumo de alimentos mínimamente procesados (AMP) debido a sus propiedades nutricionales y nutraceuticas; no obstante, los AMP tienen una alta tasa de perecibilidad. Una alternativa para disminuir este problema es aplicar nanorecubrimientos comestibles, dado que ayudan a disminuir la pérdida de humedad, el intercambio de gases, la respiración y las reacciones oxidativas, mejorando la calidad de los alimentos y alargando la vida útil de anaquel (1).

El objetivo de este trabajo fue desarrollar nanorecubrimientos de fase dispersa/fase continua para incrementar la vida de anaquel de melón mínimamente procesado (MMP).

Metodología. Los nanorecubrimientos se prepararon con el método de emulsificación de una fase dispersa (cera de abeja/morfolina/1-propilenglicol/licopeno) y una fase continua (almidón modificado/carboximetilcelulosa /tween-80) en proporción 1:1 (2). Se evaluó la combinación de homogeneización de las dispersiones mediante cuatro tratamientos, 1: dispersor-emulsificador, 2: dispersor-emulsificador/sonicador, 3: dispersor-emulsificador/NanoDeBEE, 4:dispersor-emulsificador/sonicador/NanoDeBEE. Los frutos de melón se lavaron, desinfectaron, pelaron, cortaron y se les aplicaron los nanorecubrimientos dejando un grupo control. Las muestras se almacenaron a 5 °C hasta su análisis. Se evaluó la calidad visual: oscurecimiento, consistencia, aroma y líquido exudado (3); pérdida de peso, firmeza, color, SST, AT, pH. Se cuantificaron las BMA, BAL y el contenido de fenoles totales (4). Se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

Resultados. Los MMP a los que se les aplicaron los tratamientos 1 y 2 tuvieron una pérdida de peso de ~37%, mientras que el tratamiento 4 y el control presentaron una pérdida de peso de ~19% (Fig. 1). Los MMP a los que se les aplicaron los tratamientos 3 y 4 mantuvieron su firmeza (9.21 N a 3.24 N, al día 1 y 7, respectivamente), en comparación con los

tratamientos 1 y 2 (8.21 N a 4.61 N, al día 1 y 7, respectivamente). No se observaron diferencias significativas en SST, AT y pH entre los tratamientos. Los MMP con los nanorecubrimientos 3 y 4 mantuvieron el color en el parámetro a^* de 21.97 a 21.62 durante los 7 días de almacenamiento, mientras que los MMP a los que se les aplicaron los nanorecubrimientos 1 y 2 sufrieron una pérdida de color en el parámetro a^* de 23.75 a 18.01. No existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para BMA, BAL y fenoles totales.

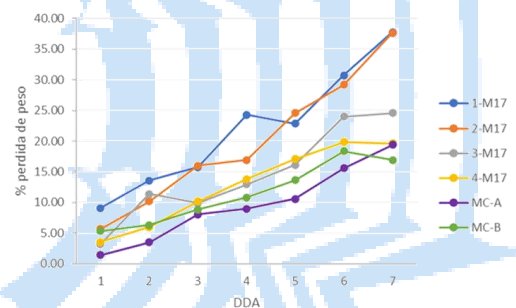


Fig. 1. Pérdida de peso de los MMP con los diferentes nanorecubrimientos durante los días de almacenamiento.

Conclusiones. Los nanorecubrimientos comestibles que incluyeron el uso del NanoDeBee permitieron controlar ligeramente el lixiviado y retener la firmeza, por lo que es un procedimiento potencial para alargar la vida de anaquel del MMP.

Agradecimiento. A IDEA GTO por el financiamiento al proyecto IDEAGTO/CONV/094/2021UPG.

Bibliografía.

- Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., McClements, D. J., Gonzalez-Martinez, C. (2008). *Crit Rev Food Sci Nut.* 48(6): 496-511.
- Solans, C., Izquierdo, P., Nolla, J., Azemar, N., García-Celma, M. J. (2005). *Curr Opin Colloid Interface Sc.* 10(3-4): 102-110.
- Beaulieu, J.C., Lea, J.M. 2003. *Postharvest Biol. Technol.* 30: 15-28.
- Romero Cano, P. (2006). Desarrollo de tecnología para la producción de mango (*Mangifera indica* L.) mínimamente procesado. Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. Agosto, 2016. Pp: 44-50.

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE UN RESIDUO AGROALIMENTARIO: CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao*).

Areli Carrera-Lanestosa, Gabriela Qué-Vázquez, Pedro García-Alamilla, Juan Guzmán-Ceferino, Lara-Pérez, Fernando. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (División Académica de Ciencias Agropecuarias), Villahermosa, Tabasco, 86290, areli.carrera2000@gmail.com.

Palabras clave: Residuo agroalimentario, Antioxidante, Theobroma cacao

Introducción. Los residuos agroalimentarios se generan en las diferentes etapas de los procesos productivos agrícolas, este tipo de residuos son naturales; sin embargo, su mala disposición puede generar problemas ambientales y sociales, así como altas emisiones de CO₂, contaminación de cuerpos de aguas por lixiviados, generación de malos olores o proliferación de ratas e insectos (1). Los residuos agroalimentarios se utilizan en la producción de biocombustibles, de enzimas y como fuente de compuestos bioactivos (2). Estudios recientes han demostrado que los subproductos generados por la industria de procesamiento de alimentos son ricos en proteínas, carbohidratos, lípidos; así como en fenoles, flavonoides, alcaloides, entre otros (1,2).

Objetivo. Evaluar la actividad antioxidante de extractos de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) con diferentes tiempos de extracción.

Metodología. 1 kg de cascarilla de cacao fue molido y pasado por tamices de 20, 40, 60 y 80. Para la obtención de los extractos se disolvió 1 g de polvo/100 mL de agua desionizada y se realizó extracción asistida por ultrasonido con sonda durante 5-30 min. Se les evaluó su actividad antioxidante por medio de DPPH y ABTS, los cuales fueron realizados de acuerdo a (3) y (4), respectivamente.

Resultados.

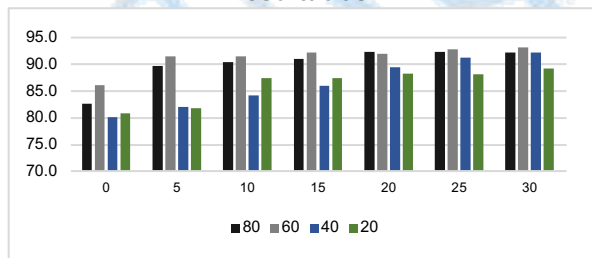


Fig. 1. Porcentaje de captación de radicales libres por DPPH en extractos de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*).

Se observa en la Fig. 1 que el tamaño de partícula del tamiz 60 fue el que mostró un mayor porcentaje de captación de radicales en comparación con los demás tamaños de partículas evaluados; sin embargo, es importante resaltar que la actividad antioxidante fue

directamente proporcional al tiempo de extracción obteniendo resultados en rangos de 89.2 – 93.1% a los 30 min.

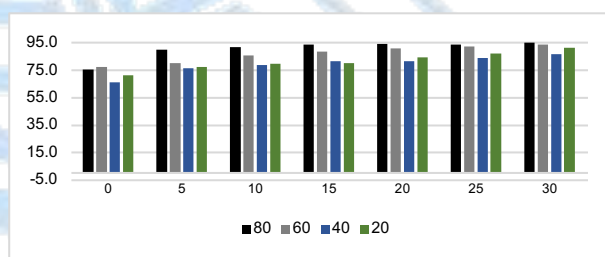


Fig. 2. Porcentaje de captación de radicales libres por ABTS en extractos de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*).

En la Fig. 2 podemos observar que con la técnica de ABTS, fue el tamaño de partícula del tamiz 80 el que mostró un mayor porcentaje de captación de radicales (94.8 %) seguido del tamiz 60 (93.6 %). De igual manera la actividad antioxidante fue directamente proporcional al tiempo de extracción obteniendo resultados en rangos de 86.6 – 94.8 % a los 30 min.

Conclusiones. Se puede concluir que con los tamaños de partículas mas pequeñas (60 y 80) se obtuvieron mejores resultados en las técnicas antioxidantes, a mayor superficie de partícula mejor extracción. Por otro lado se concluye que a mayor tiempo de extracción asistida por ultrasonido, mayor captación de radicales libres.

Agradecimiento. Este trabajo es apoyado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Tabasco, a través del proyecto “Evaluación de la actividad biológica *in vitro* e *in vivo* de residuos agroalimentarios de Tabasco, como alternativa para la economía circular”.

Bibliografía.

- 1.- Romero-Záez, M. (2000).. *Tecnológicas*. 25(54): 1-4.
- 2.- Patel, A., Temgire, S & Borah, A. (2021). *The Pharma Innovation*, 10(5): 192-196.
- 3.- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. & Nakamura, T. (1992). *J of Agric and Food Chem*, 40: 945-948.
- 4.- Pukalskas, A., Van Beek, T.A., Venskutonis, R.P., Linsen, J.P.H., Van Veldhuizen, A. & Grood, A. (2002). *J agric and food chem*, 50, 2914-2919.

SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA, METABÓLICA Y FUNCIONAL DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL) AISLADAS DE LA FERMENTACIÓN DE CAFÉ

Montserrat Vázquez-Vázquez, Oscar González-Ríos¹, Zorba Josué Hernández-Estrada¹, Claudia Yuritzi Figueroa-Hernández², Mirna Leonor Suárez-Quiroz. ¹Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Veracruz- UNIDA, Veracruz, 91897. ²CONACYT- Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Veracruz- UNIDA, Veracruz, 91897, mirna.sq@veracruz.tecnm.mx, claudia.fh@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: Bacterias ácido lácticas (BAL), fermentación, café, metabolismo, actividades enzimáticas

Introducción. Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos fermentadores que producen ácido láctico, como producto principal. Se han empleado como cultivos iniciadores para diversos procesos fermentativos debido a que contribuyen en la conservación, mejoran las características sensoriales y aumentan su calidad nutritiva. Durante el procesamiento húmedo del café, principalmente durante la fermentación hay una gran diversidad microbiana, por lo que este proceso es una fuente adecuada para el aislamiento de BAL. Por esta razón, el objetivo de este estudio seleccionar y caracterizar BAL aisladas de la fermentación del café tomando en cuenta criterios fisiológicos y funcionales para la formulación de cultivos iniciadores para diversos procesos fermentativos.

Metodología. Se aislaron BAL presentes en la fermentación húmeda del café llevada a cabo en beneficios ubicados en Xico y Huatusco en el estado de Veracruz. A estas bacterias se les realizó caracterización fenotípica (1). Posteriormente, se realizaron pruebas de tolerancia al estrés (2), prueba del metabolismo del ácido cítrico (3), actividad pectinolítica (4), proteolítica (5), fitásica (5), lipolítica (5) y amilolítica (5) las cuales son propiedades que pueden ser importantes para la fermentación de diversos alimentos. Se identificaron bioquímicamente y molecularmente las BAL seleccionadas como potenciales cultivos iniciadores para el proceso de fermentación de café.

Resultados. Se aislaron en total 154 BAL provenientes de los municipios de Xico y Huatusco. Se descartaron 122 cepas de BAL después de los análisis fenotípicos y metabólicos. Además, se determinó la presencia de metabolismo de ácido cítrico, actividad proteolítica, fitásica, y amilolítica. De las bacterias aisladas se encontraron hasta el momento ocho BAL, que cumplen de manera satisfactoria con las características establecidas como criterios de selección (Gran positivas, catalasa y oxidasa

negativas, resistencia y crecimiento en diferentes condiciones de estrés, consumo de ácido cítrico y relaciones enzimáticas), con lo cual se consideran como BAL con excelentes características para ser utilizadas como cultivos iniciadores para diversos procesos fermentativos como el del café y cacao.



Fig 1. Pruebas metabólicas de selección

Conclusiones. Se ha demostrado que la fermentación húmeda de café es una es una matriz ideal para el aislamiento de BAL que pueden ser empleadas como cultivos iniciadores. Se encontró que las bacterias ácido lácticas presuntamente identificadas aisladas de esta fermentación poseen un alto potencial para ser utilizados como cultivos iniciadores.

Agradecimiento. Al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos (UNIDA) por el apoyo brindado durante la realización de este proyecto.

Bibliografía.

- Holzappel, W, Wood, B. (2014). *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy 1st*. Ed. John Wiley, J., Sons, Ltd, Chichester, pp. 1-55.
- Elhalis H, Cox J, Frank D, Zhao J. (2021). *LWT*, 137, 110430.
- H. Ouattara D, G. Ouattara H, N. Adom J, G. Goualié B, A. Koua G, G. Doué G, L. Niamke S. (2015). *Biotechnol. J. Inter.*10(3), 1-10.
- Haile M, Kang W. H. (2019). *Microorganisms*, 7:3.
- Taheri H. R, Moravej H, Tabandeh F, Zaghari M, Shivazad M. (2009). *Poultry Sci.* 88(8), 1586-1593.

SELECCIÓN DE LEVADURAS AUTÓCTONAS DE LA FERMENTACIÓN DE CACAO PARA LA FORMULACIÓN DE CULTIVOS INICIADORES

Natali Hernández-Parada¹, Mirna Leonor Suárez-Quiroz¹, Oscar Gonzáles-Rios¹, Zorba Josué Hernández-Estrada¹, Claudia Yuritzí Figueroa-Hernández²

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz-UNIDA, Veracruz, 91897, México ² CONACYT-Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz-UNIDA, Veracruz, 91897, México. D21020005@veracruz.tecnm.mx, claudia.fh@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: cacao, fermentación, cultivo iniciador, estrés, levaduras, actividad pectinolítica

Introducción. La fermentación del cacao es una etapa postcosecha importante para la producción de los aromas característicos del chocolate. En este proceso participan levaduras, bacterias ácido-lácticas y ácido acéticas. Las levaduras son responsables de iniciar la fermentación del cacao, ya que aceleran la degradación de la pulpa mucilaginoso del cacao y reducen su viscosidad, creando condiciones favorables para el crecimiento de las bacterias. Se han utilizado microorganismos autóctonos del proceso fermentativo del cacao como cultivos iniciadores, por lo cual este estudio tuvo como objetivo seleccionar levaduras autóctonas para la fermentación del cacao mexicano, considerando criterios fisiológicos para la formulación de cultivos iniciadores.

Metodología. Se realizaron pruebas de caracterización fisiológica a diferentes condiciones de estrés, como las que se encuentran durante la fermentación de cacao. Se realizaron cinéticas de crecimiento de las levaduras en etanol a 4, 8 y 12 % v/v, ácido láctico en concentraciones de 0.5, 1 y 2 % v/v, valores de pH entre 3.0-5.0 [1, 2] y pruebas cualitativas de actividad pectinolítica [3].

Resultados.

La cepa de *S. cerevisiae* Y-CTA-18-12 se seleccionó debido a que presenta actividad pectinolítica, que es importante para la degradación de la pulpa de cacao. La cepa de *S. cerevisiae* Y-CTA-18-13 fue seleccionada por su tolerancia sobresaliente a la condición de 8 % v/v de etanol. La levadura *P. kudriavzevii* Y-CTA-18-9 se seleccionó debido a su marcada tolerancia al ácido láctico 2 % v/v, y a ambientes ácidos. Por último, la cepa de *Hanseniaspora spp* Y-CTA-18-16 se selecciona como candidata del cultivo iniciador debido a que presenta buena tolerancia al ácido láctico, y tiene un efecto sobre la germinación de *A. carbonarius* y *A. flavus*.

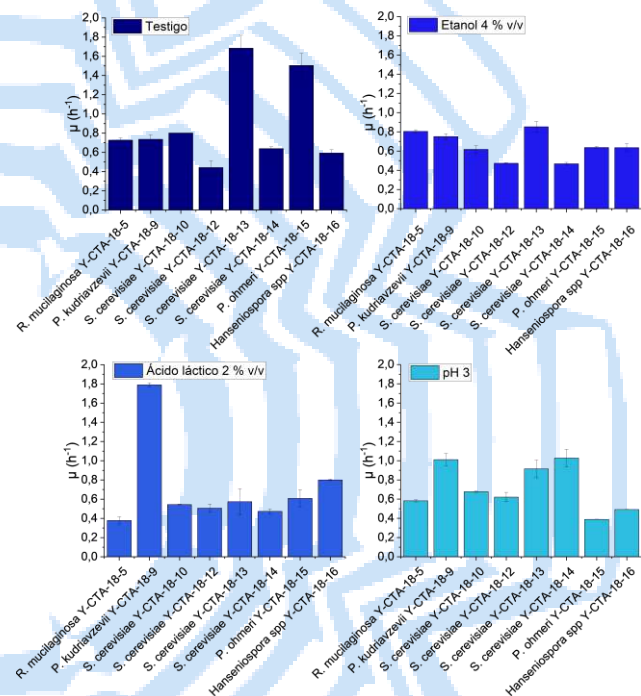


Fig. 1. Velocidad específica de crecimiento de las condiciones de estrés clave para la selección de los microorganismos autóctonos del cacao.

Conclusiones. El estudio de selección permitió seleccionar las cepas *S. cerevisiae* Y-CTA-18-12, *S. cerevisiae* Y-CTA-18-13, *P. kudriavzevii* Y-CTA-18-9 y *Hanseniaspora* Y-CTA-18-16) para la formulación de los cultivos iniciadores.

Agradecimiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Bibliografía.

1. Koffi O., Samagaci L., Goualie B. y Niamke S. (2018) *Food. Environ. Saf.* XVII(2):113–130.
2. Pereira G, Pedrozo M, Ramos C. y Schwan R. (2012) *Appl. Environ. Microbiol.* 78(15):5395–5405.
3. Haile, M y Kang, W.H. (2019) *Microorganisms.* 7(10), 401.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS (EPS) DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL) AISLADAS DEL CAFÉ Y CACAO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE PANIFICACIÓN DE HARINA DE TRIGO

Hugo Gabriel Gutiérrez-Ríos¹, Oscar González-Ríos¹, Mirna Leonor Suárez-Quiroz¹, Patricia Rayas-Duarte², Claudia Yuritzí Figueroa-Hernández³, Zorba Josué Hernández-Estrada²

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Veracruz-UNIDA, Veracruz 91897, México. ²Robert M. Kerr Food & Agricultural Products Center, Oklahoma State University, Stillwater, 74078, OK, USA. ³CONACYT-Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Veracruz-UNIDA, Veracruz 91897, México. zorba.he@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: bacterias ácido-lácticas, exopolisacáridos, panificación

Introducción. Las bacterias ácido-lácticas producen diversos metabolitos de interés para la industria de alimentos, tal es el caso de los exopolisacáridos (EPS), los cuales, al ser adicionados a la harina tienen efectos en la absorción de agua y propiedades reológicas de la masa, además de generar cambios deseados para la calidad del pan (altura, volumen y firmeza de la miga). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de EPS producidos por bacterias ácido-lácticas aisladas de los procesos de fermentación de café y cacao sobre las propiedades reológicas de la masa y de panificación.

Metodología. Selección de cepas productoras de EPS. Extracción de EPS [1]. Cuantificación de EPS [2]. Evaluación de propiedades de mezclado de la harina (AACC 54-21.02) con la adición de EPS en concentraciones de 2.5, 5 y 7.5 g de EPS/kg de harina y testigo. Elaboración de pan de acuerdo con el método AACC 10-10.03. Evaluación de calidad del pan AACC 10-05.01 y AACC 74-10.02 [3].

Resultados. Se seleccionó una cepa de BAL productora de EPS identificada como *Weissella confusa* mediante la prueba API CHL 50. El EPS producido fue de 566.1±46.82 mg/L. Se obtuvo 3.2 % más en absorción de agua de la harina con 7.5 g EPS/kg. El volumen del pan aumentó 5% con 7.5 g EPS/kg. La firmeza de la miga fue menor con la concentración de 7.5 g EPS/kg en el día 7.

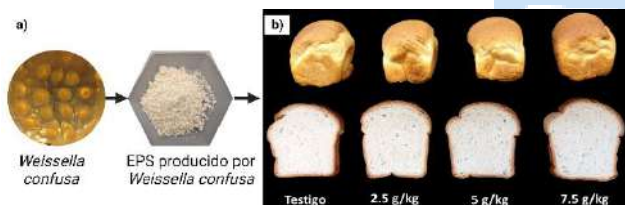


Fig. 1. (a) Producción de EPS por *Weissella confusa* y (b) adición de EPS en polvo en diferentes concentraciones a la harina para la elaboración del pan.

Tabla 1. Calidad de panificación: altura y Volumen.

g EPS/kg harina	Altura (mm)	Volumen (cm ³)
0 (Testigo)	99.8±1.86 ^b	830±11.3 ^b
2.5	100.6±3.38 ^b	835.5±42.39 ^b
5	102±1.68 ^{ab}	839.5±21.66 ^b
7.5	104.45±2.65 ^a	875.5±13.22 ^a

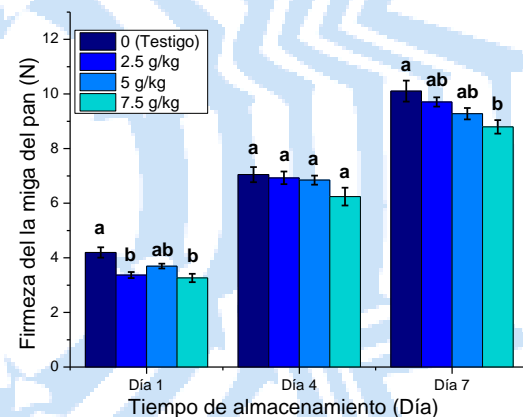


Fig. 2. Envejecimiento del pan (cuantificado por la firmeza de la miga) con respecto al tiempo de almacenamiento.

Conclusiones. Se comprobó que la cepa *W. confusa* aislada del café tiene la capacidad de producir EPS. Al adicionar 7.5 g EPS por kg de harina, se logra aumentar la absorción de agua en un 3.4 %; además, se incrementa el volumen del pan en un 5 % y se retrasa su envejecimiento en un 13 % con respecto al testigo.

Agradecimiento. Al CONACYT por la beca de Maestría y a Oklahoma State University, USA por su apoyo durante la estancia realizada.

Bibliografía. 1. Sharma K., Sharma N., Handa S., y Pathania S. (2020).. *J Genet Eng Biotechnol*, 18(1), 56.
2. Zhou Q., Feng F., Yang Y., Zhao F., Du R., Zhou Z., y Han Y. (2018). *Int.J. Biol. Macromol.* 107, 2234-2241.
3. AACC, (2011). *Approved Methods of American Association of Cereal Chemists*. 11th Ed. Methods 54-21.02, 10-10.03, 10-05.01, 74-10.02.

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE MAÍZ CONTAMINADO CON AFLATOXINAS PROCESADOS EN MOLIENDA HÚMEDA Y SECA

Lucero Abigail Hernández Carrizales, Esther Pérez Carrillo, Silverio García Lara, Sergio Román Othón Serna Saldívar, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (Escuela de Ingeniería y Ciencias), Monterrey, C.P. 64849. sserna@tec.mx.

Palabras clave: aflatoxinas, maíz, molienda húmeda y seca

Introducción. Las aflatoxinas (AFs) son micotoxinas producidas por hongos principalmente del género *Aspergillus*. Son las micotoxinas más comunes y tóxicas, clasificadas en el grupo 1, carcinogénicas para humanos de la IARC (International Agency for Research on Cancer) (1). La contaminación por AFs en maíz es recurrente debido a la falta de condiciones óptimas y cuidados del grano antes, durante y después de la cosecha. En la industria alimentaria existen dos procesos básicos para la obtención de subproductos derivados del maíz: molienda seca y húmeda (2). El objetivo del presente trabajo fue analizar las propiedades químicas y funcionales de los productos derivados de maíz contaminado con AFs procesado en molienda húmeda y seca, así como la distribución de AFs en los mismos productos.

Metodología. Se realizaron procesos a nivel laboratorio de molienda húmeda (3) para obtener fracciones de harina, germen, fibra y grits para cerveza y cereales, y molienda seca (4) para obtener fibra, almidón y gluten, con dos tratamientos de maíz: control (<3 ppb AFs) y prueba (contaminado *in vitro* con *A. flavus* para producción de AFs). Se evaluó el grano previo a los procesos de molienda para caracterización biofísica y proximal. Posterior a las moliendas, se analizaron los subproductos para la detección de AFs por UPLC y cuantificación por ELISA, así como la evaluación de propiedades funcionales, como daño de almidón, viscoamilografía, cantidad de proteína, fibra cruda y cenizas, de acuerdo con los métodos estándar aprobados por la AACC y AOAC.

Resultados. La contaminación por *A. flavus* produjo 120 ppb de AFs en el tratamiento de prueba. Las AFs tuvieron efecto en características biofísicas del grano, se observó cambio en la densidad al aumentar el índice de flotación de la prueba en comparación al control, así como una disminución en el peso de 1000 granos y peso hectolítico. Además se produjo degradación del almidón del grano debido a la misma contaminación, resultado que se esclarece durante la molienda húmeda.

Para la molienda húmeda, el tratamiento de prueba tuvo una disminución en el tiempo óptimo de remojo de preparación por lo que hubo pérdida de materia seca. Por otro lado, la molienda seca demuestra cambios comparativos en el rendimiento del proceso en la prueba vs el control, al presentar el daño en grano mencionado anteriormente.

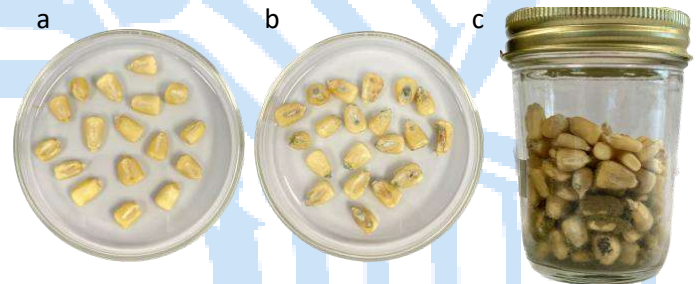


Fig. 1. Maíz blanco control (a) y prueba contaminada con *A. flavus* (b y c).

Conclusiones. La contaminación por AFs en maíz afecta las propiedades funcionales tanto del grano como de los productos derivados de los procesos de molienda húmeda y seca que se utilizan en la industria alimentaria.

Agradecimiento. A CONACyT por beca de manutención otorgada a LAHC y al Tec de Monterrey por la beca de maestría, además de recursos y equipos facilitados.

Bibliografía.

1. Carvajal-Moreno, M. (2022) *Journal of Cereal Science*. Vol (103).
2. Gwartz, J., Garcia-Casal, M. (2014) *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol (1312): 66-75.
3. Serna-Saldívar. S.O. (2012) En: *Dry-milling processes and quality of dry-milled products*. CRC Press, USA, 125-126.
4. Serna-Saldívar. S.O. (2012) En: *Wet-milling processes and starch properties and characteristics*. CRC Press, USA, 160-162.

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN LA CALIDAD POSCOSECHA Y EL PERFIL FITOQUÍMICO DE ARÁNDANO AZUL

José Eduardo Rodríguez-Nieto¹, Miguel David Dufoo-Hurtado¹, Dalia Vázquez-Celestino¹, Edmundo Mateo Mercado-Silva², Dulce María Rivera-Pastrana², Ma. Estela Vázquez-Barrios².

¹Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial. Universidad Politécnica de Guanajuato. Cortázar, Gto. C. P. 38496. ²Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, Qro. C. P. 76010. mdufoo@upgto.edu.mx

Palabras clave: arándano, recubrimiento comestible, calidad poscosecha

Introducción. El cultivo de arándanos azules en México ha aumentado hasta un 60% por año, debido a factores como el clima, áreas adecuadas para la producción, entre otros; además de que es un cultivo rentable para los productores y exportadores. El valor comercial de este fruto se ve afectado por un mal sistema de manejo poscosecha que puede generar pérdidas de peso y ablandamiento. Una pérdida de peso del 3 a 5 % causa marchitamiento en los frutos, lo que afecta directamente su valor comercial. El uso de recubrimientos comestibles representa una alternativa para preservar la calidad de productos hortofrutícolas debido a su capacidad para reducir las tasas de respiración y transpiración, para mantener la firmeza y retrasar la senescencia. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de recubrimientos comestibles sobre las características de calidad y perfil fitoquímico de arándano azul (*Vaccinium corymbosum*) cv. 'Biloxi'.

Metodología. Las formulaciones de los recubrimientos incluyeron carboximetilcelulosa de sodio (CMC), cera de abeja (CA), glicerol (G), ácido esteárico (AE), tween (T80) y sorbato de potasio (SP) de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Formulaciones de los recubrimientos comestibles.

Formulación	CMC ^a	CA ^a	AE ^a	G ^b	SP ^a
T1	0	0	0	0	0
T2	18.7	60	12	9.3	0
T3	18.7	60	12	9.3	0.3

^a porcentaje en base seca. ^b porcentaje en base húmeda.

Los arándanos recubiertos se colocaron en clamshells, se almacenaron a 1 °C y 10 °C con 85 % de humedad relativa durante 21 días y se analizaron a los 0, 7, 11, 14, 18 y 21 días. Se evaluó la pérdida de peso (%PP), color, firmeza, AT, SST, tasa de respiración (TR) (1), incidencia de *B. cinerea* (2), fenoles totales (CFT), antocianinas totales (CAT), capacidad antioxidante (ABTS y DPPH) (3) y el perfil de compuestos fenólicos y antocianinas por HPLC (4).

Resultados. El recubrimiento comestible no tuvo un efecto estadístico significativo en la mayoría de los parámetros (%PP, color, firmeza, AT, TR, CFT, CAT,

capacidad antioxidante y perfil fitoquímico) evaluados en los frutos almacenados a 1 °C. En los frutos almacenados a 10 °C, se encontró que los frutos recubiertos con la formulación T2 mostraron una menor pérdida de peso, menor tasa de respiración y una mayor firmeza. La adición de sorbato de potasio (T3) demostró ser eficiente para inhibir el crecimiento de *B. cinerea*, sin embargo, los frutos recubiertos con T3 tuvieron un comportamiento muy similar al tratamiento control (T1) en TR, AT y firmeza y un efecto negativo en el %PP, debido a que el tratamiento T3 mostró los valores más altos de pérdida de peso durante todo el tiempo de almacenamiento. Otro aspecto a destacar es el hecho de que todos los recubrimientos comestibles modificaron el aspecto característico (Bloom) de los frutos de arándano (Fig. 1).



Fig. 1. Apariencia de los arándanos azules recubiertos con las formulaciones T1, T2 y T3 después de 21 días de almacenamiento a 1 °C (izquierda) y 10 °C (derecha) con 85% HR.

Conclusiones. Estos resultados muestran el uso potencial de los recubrimientos basados en CMC y CA en combinación con la refrigeración a 10 °C para mantener la calidad poscosecha del arándano azul.

Agradecimiento. Esta investigación fue financiada gracias al proyecto: SAGARPA DF1600000645. J. E. R. N. agradece a la UPG por la beca otorgada.

Bibliografía.

- Mannozi, C., Tylewicz, U., Chinnici, F., Siroli, L., Rocculi, P., Dalla Rosa, M., Romani, S. (2018). *Food Chem.* Vol (251): 18–24.
- Duan, J., Wu, R., Strik, B. C., Zhao, Y. (2011). *Postharvest Biol. Technol.* Vol (59): 71–79.
- Wang, H., Guo, X., Hu, X., Li, T., Fu, X., Liu, R. H. (2017). *Food Chem.* Vol (217): 773–781.
- Cesa, S., Carradori, S., Bellagamba, G., Locatelli, M., Casadei, M. A., Masci, A., Paolicelli, P. (2017). *Food Chem.* Vol (232): 114–123.

DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DE NANOPARTÍCULAS SÓLIDAS LIPÍDICAS PARA SU APLICACIÓN EN PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS

Alondra Nito Santana¹, Miguel David Dufoo H.¹, Encarna Aguayo G.², Víctor Hugo Escalona C.³, Edmundo Mateo Mercado S.⁴, Dalia Vázquez Celestino¹. Universidad Politécnica de Guanajuato, Cortazar, Gto, C.P. 38496¹. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, C.P 3020². Universidad de Chile, Santiago, 8820000³. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro C.P. 76900⁴. dvazquez@upgto.edu.mx

Palabras clave: nanorecubrimiento, nanopartículas sólidas lipídicas, mínimamente procesados.

Introducción. La aplicación de recubrimientos comestibles con base en lípidos ha hecho posible mantener la calidad de frutos frescos enteros y cortados, y el empleo de sistemas coloidales de talla submicrónica permite desarrollar recubrimientos homogéneos de fácil aplicación. Uno de estos sistemas son las nanopartículas sólidas lipídicas, las cuales se forman a partir de lípidos sólidos y no de polímeros. Éstas presentan la ventaja de las nanopartículas poliméricas y emulsiones aceite/agua, presentan una permeabilidad selectiva y son sistemas termodinámicamente estables (1).

El objetivo del trabajo fue desarrollar un recubrimiento a partir de nanopartículas sólidas lipídicas (NSL) con cera de abeja como componente lipídico, lecitina de soya como emulsificante y propilenglicol como co-surfactante para su potencial aplicación en productos mínimamente procesados.

Metodología. El desarrollo del nanorecubrimiento se realizó en dos etapas. La etapa 1 consistió en la preparación de las NSL por el método de emulsificación/dispersión en caliente. Se preparó una solución al 10 % (p/v) de cera de abeja fundida a 90 °C. A esta fase oleosa se le adicionó una solución de lecitina de soya (5 y 10 %) y se realizaron tres ciclos de dispersión a 10,000 rpm por 5 minutos y 5 minutos de reposo entre cada ciclo (2). En la etapa 2, se determinó la concentración de goma xantana (0.3, 0.4 y 0.5 %) a utilizar como matriz de las NSL, para lo cual se añadió 0.5 % de colorante alimenticio rojo-cereza para cuantificar espectrofotométricamente la cantidad del recubrimiento adherido en cubos de jícama mínimamente procesada. Para esto, las muestras de jícama se sumergieron en 100 ml de agua destilada y se determinó la absorbancia del recubrimiento desprendido y solubilizado a 505 nm. Posteriormente las NLS se diluyeron a 60, 65 y 70 % con goma xantana y propilenglicol (0.5 %).

Resultados. En la preparación de las NSL, la formulación con una concentración de cera de abeja

del 10 % (p/v) y lecitina de soya al 10 % (p/v) generó una mezcla homogénea, líquida, la cual fue estable por 2.5 semanas a temperatura ambiente. Se seleccionó como soporte para las NSL a la suspensión de 0.3 % de goma xantana, debido a que presentó mayor adhesión a los cubos de jícama mínimamente procesada al desprender menos colorante rojo-cereza en los 100 ml de agua (**Tabla 1**).

Tabla 1. Concentración de colorante rojo-cereza disuelto en 100 ml de agua para la determinación de la adherencia de la matriz de goma xantana en los cubos de jícama.

Muestra con 0.5 % de colorante rojo-cereza	Concentración de colorante mg/mL
Goma xantana 0.3 %	0.003 ± 0.001
Goma xantana 0.4 %	0.011 ± 0.002
Goma xantana 0.5 %	0.045 ± 0.005

El recubrimiento con 60% de NLS en un matriz de goma xantana del 0.3 % y propilenglicol al 0.5 % presentó una apariencia totalmente homogénea, sin grumos y la emulsión se mantuvo por mayor tiempo a temperatura ambiente, en comparación con el resto de las formulaciones.

Conclusiones. El recubrimiento con NLS al 60 % sobre una matriz de goma xantana del 0.3 % y propilenglicol de 0.5 % presentó las mejores características y adherencia en cubos de jícama mínimamente procesadas. Se espera que la aplicación de este recubrimiento en jícama mínimamente procesada controle la pérdida de peso y retenga la firmeza, y alargue la vida de anaquel de este producto.

Agradecimiento. A IDEA GTO por el financiamiento al proyecto IDEAGTO/CONV/094/2021UPG.

Bibliografía.

- Weiss, J., Decker E.A., McClements, J. 2008. Food Biophys 3(2): 146-154.
- Zambrano Zaragoza, Ma. L. (2013). Desarrollo y caracterización de sistemas nanoparticulados con ingredientes alimenticios como vectores para incrementar la vida útil de alimentos. Tesis para obtener el grado Doctor en Ciencias de los Alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. 2013.

EVALUACIÓN DEL EFECTO INHIBITORIO *IN VITRO* DE EXTRACTOS VEGETALES ACUOSOS SOBRE MICROORGANISMOS DE INTERÉS ALIMENTARIO.

Francisco Javier Mondragón-Rojas, Isidro Alberto Mendoza-Rubio, María de los Ángeles Bivian-Hernández, Miguel David Dufoo-Hurtado, Dalia Vázquez-Celestino, Patricia Ibarra-Torres

Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica de Guanajuato, Cortazar, Guanajuato, C.P. 38496, pibarra@upgto.edu.mx.

Palabras clave: inhibición, E. coli, B. cinerea, extractos polares

Introducción. En las últimas décadas ha aumentado el interés por el uso de extractos vegetales acuosos, por su contenido de compuestos polares derivados de la ruta de los fenilpropanoides, los cuales se ha reportado que tienen actividad antimicrobiana (1), lo que los hace candidatos a ser empleados en recubrimientos alimenticios. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto inhibitorio *in vitro* de extractos vegetales acuosos sobre cepas de *Escherichia coli* y de *Botrytis cinerea*.

Metodología. Los extractos acuosos se realizaron a partir de hojas secas de cilantro, orégano, toronjil, raíz de chilcuague y rizoma de jengibre, se resuspendieron en dH₂O en una relación 1:5, para posterior tratamiento de microondas > homogenización > sonicación (2). Al sobrenadante se cuantificó fenoles y flavonoides totales. Las cepas de *E. coli* y *B. cinerea* fueron sembradas en agar nutritivo y agar PDA respectivamente. Se realizó la identificación microscópica y el conteo de bacterias y esporas. Para evaluar el efecto inhibitorio se realizó un antibiograma en cajas Petri con agar nutritivo y posteriores diluciones.

Resultados. Los extractos de Cilantro y Orégano presentaron las mayores concentraciones de fenoles y flavonoides (figuras 1 y 2).



Fig.1 Fenoles totales en extractos acuosos. EAG: Equivalentes de ácido gálico, PS: Peso seco.

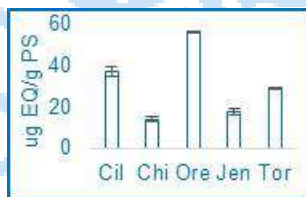


Fig.2 Flavonoides totales en extractos acuosos. EQ: Equivalentes de quercetina, PS: Peso seco.

Respecto a los antibiogramas para *E. coli*, se presentan los resultados más representativos. El extracto acuoso de toronjil logra una inhibición en una dilución 1/10000 (figura 3).

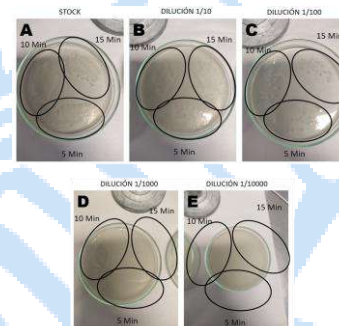


Fig. 3. Antibiograma de extracto de toronjil frente a *E. coli*.

Para *B. cinerea*, el extracto acuoso de orégano inhibió al microorganismo desde la dilución 1/10000 (figura 4).

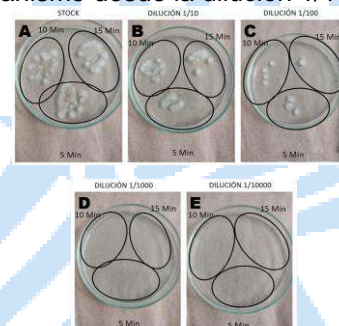


Fig. 4. Antibiograma de extracto de orégano frente a *B. cinerea*.

Conclusiones. El extracto de toronjil mostró la mayor capacidad de inhibición frente a *E. coli*, mientras que el extracto de chilcuague tuvo el menor. El extracto de orégano mostró la mayor capacidad de inhibición frente a *B. cinerea*, mientras que el extracto de jengibre tuvo la menor. Se sugieren más pruebas en combinación y aplicadas a un recubrimiento alimenticio.

Agradecimiento. Los autores agradecen a IDEA Guajuato, por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo.

Bibliografía..

1. Takó, M.; Kerekes, E.B.; Zambrano, C.; Kotogán, A.; Papp, T.; Krisch, J.; Vágvölgyi, C. (2020). *Antioxidants*. 9(2), 165.
2. Yoo G, Lee IK, Park S, Kim N, Park JH, Kim SH. (2018). *Pharmacogn Mag*. 14(54):155-161.

Cuantificación de azúcares del mucílago de nopal de desecho *Opuntia ficus-indica* durante su vida de anaquel

Tomás Javier Ángeles Pérez, Kenia Itzel Guerrero Téllez, Mario Ricardo Rodríguez Varela, María Soledad Córdova Aguilar, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología - UNAM, Ciudad Universitaria, CDMX, 04510.

marisol.cordova@icat.unam.mx.

Palabras clave: mucílago de nopal, azúcares, técnica cromatográfica

Introducción. El mucílago de nopal es un heteropolisacárido de alto peso molecular y hasta 30,000 residuos de azúcar (1). La estructura química del mucílago se describe como una cadena ramificada con residuos alternados de ramnosa y ácido galacturónico y ramificaciones de arabinosa y xilosa de las cadenas laterales de galactosa (2). Las variaciones en el perfil de carbohidratos del mucílago se atribuyen a las condiciones agroclimáticas y etapa de madurez de los cladodios y a la eficiencia de los métodos de extracción, hidrólisis y cuantificación (3). Se puede extraer el mucílago del nopal verdura de desecho o de pencas provenientes de la poda del nopal. Ambos se desechan en grandes cantidades, pero se le da un valor agregado al transformar de residuo a materia prima y aplicarlo en industrias alimenticia y biotecnológica como espesante natural o agente dispersante. En este trabajo, se propone la cuantificación de los residuos de glucosa, xilosa, ramnosa, galactosa, ácido galacturónico y arabinosa contenidos en el mucílago de nopal por cromatografía de líquidos acoplada con espectrometría de masas como metodología de caracterización para evaluar los cambios en el contenido durante su almacenamiento.

Metodología. Se utilizó nopal poda *Opuntia ficus indica* obtenido de Milpa Alta, CDMX. El mucílago se obtuvo por extracción mecánica (4). Las partículas secas de mucílago se secaron por aspersión (B-290 Büchi®). Las partículas secas fueron empacadas al vacío y almacenaron en dos condiciones ambientales: 27±2 °C / 45% HR, y en una cámara climática (ICAT, UNAM) a 37±0.1 °C / 56±2 % HR. Se tomaron muestras el día 1 y 75 de almacenamiento. Los mucílagos se sometieron a una hidrólisis ácida moderada. El hidrolizado se derivatizó con 1-fenil-3-metil-5-pirazolona (PMP), a 70°C/30 min. La mezcla se neutralizó y secó al vacío. El derivatizado se reconstituyó en agua y se hizo el análisis en HPLC-ESI-MS (5).

Resultados. La concentración de ácido galacturónico en el nopal de poda es hasta de 70 mg/L. Este residuo es responsable de la viscosidad del mucílago por lo que se busca conocer si hay cambios en su

concentración durante el almacenamiento. En la figura 1 se observa que se este residuo disminuye su concentración. En el caso de la galactosa, también se observa una disminución muy marcada de su contenido: de 9.8 mg/L a 1 y 08 en el día 75 de almacenamiento. En el caso de la xilosa, ramnosa, arabinosa y glucosa se observa que durante el almacenamiento se favorece su disponibilidad, más en las condiciones aceleradas, lo que podría tener que ver con la disminución de su capacidad espesante y tratarse de un polvo altamente higroscópico.

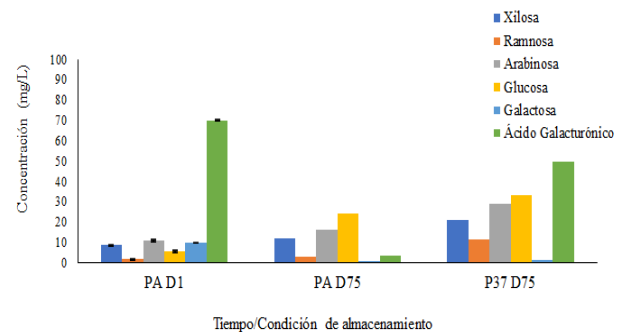


Fig. 1. Contenido de residuos de azúcares del nopal de poda al inicio y día 75 de almacenamiento en condiciones ambiente y acelerada.

Conclusiones. El mucílago seco almacenado presentó cambios drásticos en la concentración de los residuos de azúcares, lo que define su aplicación como espesante o como agente modificador de la viscosidad.

Agradecimiento. Financiamiento de SECTEI 097/2017. Se agradece al Ing. A Blancas, Unidad de Bioprocesos/ IIBm-UNAM y Dra. I Martínez, ICAT por la extracción y secado del mucílago y QA Mariana Espinosa, ICAT por hidrólisis de material.

Bibliografía.

- Nobel, P., Cavelier, J. y Andrade, J.L. (1992) *J Exp Botany* 43 (250), 641-648.
- Sepúlveda, E., Sáenz, C., Aliaga, E., y Aceituno, C. (2007) *J Arid Environm.* 68(4), 534-545.3.
- Sáenz, C., Sepúlveda, E., y Matsuhiro, B. (2004) *J Arid Environm.* 57(3), 275-290.
- Reyes, I., Córdova, M., Guzmán, G., Blancas, A., Ascanio, G. (2019) *JFPE* 42 (1):1-9.5.
- Durán-Álvarez, J.C., Rodríguez-Varela, M., Verdeja-Muñoz, E.J., Córdova-Aguilar, MS (2021) *F Meas. Charact.*15(5), 4233-4244.

POTENCIAL FENÓLICO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPA OCA (*Oxalis tuberosa*) Y PAPA ALPHA BLANCA (*Solanum Tuberosum*)

José Alfredo Cervantes Sánchez, Martha Marcela Hernández Ortega; Marcos Meneses Mayo.
Universidad Anáhuac México, Facultad de Ciencias de la Salud, Huixquilucan EdoMex. CP.52786.
marcos.meneses@anahuac.mx

Palabras clave: Compuestos fenólicos, actividad antioxidante *Oxalis Tuberosa*

Introducción. La capacidad antioxidante es una de las características que tienen los alimentos funcionales; se define como la capacidad de participar en procesos de oxido-reducción al reaccionar con moléculas oxidantes. *Oxalis tuberosa* (OT) es una planta cuyo tubérculo se conoce como Papa Oca, se ha descrito que tiene una alta cantidad de polifenoles, específicamente antocianinas lo que le confiere su importante capacidad antioxidante. El objetivo del trabajo fue evaluar el contenido en fresco de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del tubérculo *Oxalis Tuberosa*.

Metodología. Se seleccionaron en fresco tubérculos de papa blanca alpha (*Solanum tuberosum*) y papa oca (*Oxalis tuberosa*), y se obtuvieron harinas de cada una por separado a través de un proceso de deshidratación (Ver Figura 1). Se obtuvieron extractos etanólicos de las harinas obtenidas de acuerdo a lo establecido por Ramírez-Sánchez et al. 2010 (1,2) y se determinó el contenido fenólico total de los mismos a través del método Folin-Ciocalteu. La actividad antioxidante se cuantificó mediante la técnica de DPPH descrito por Re et al.1999 (3).

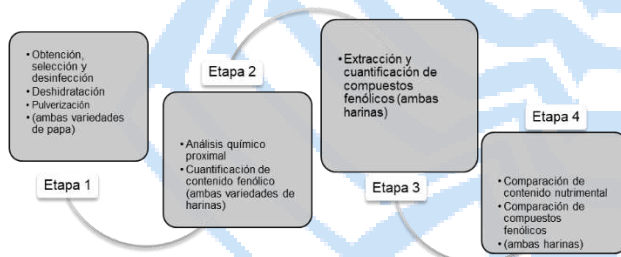
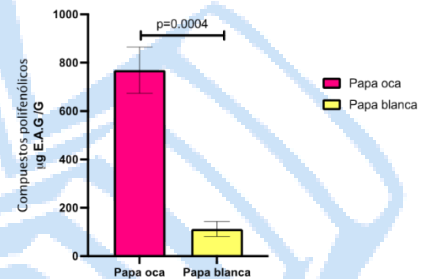
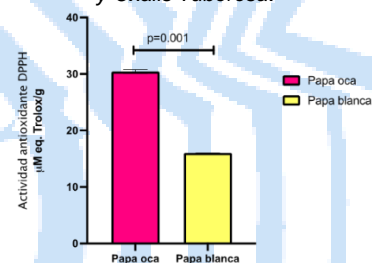


Figura 1. Etapas analíticas, contenido fenólico y capacidad antioxidante de *Solanum tuberosum* y *Oxalis Tuberosa*.

Resultados. En la gráfica 1 se observó que la papa Oca presentó un contenido de compuesto fenólicos mayor al encontrado en la papa alpha (769.25 ± 95.8 vs. 112.60 ± 31.27 $\mu\text{g E.A.G/g}$ ($p < 0.05$). En la actividad antioxidante se encontró que la papa Oca presentó un 45.7% mayor actividad antioxidante que la papa alpha (30.41 ± 0.32 vs. 16.03 ± 0.01 $\mu\text{M eq. Trolox/g}$, ($p < 0.05$).



Gráfica 1. Contenido fenólico de extractos de *Solanum tuberosum* y *Oxalis Tuberosa*.



Gráfica 2. Actividad antioxidante de extractos de *Solanum tuberosum* y *Oxalis Tuberosa*.

Conclusiones. La papa Oca (*Oxalis tuberosa*) es un alimento con un alto contenido de polifenoles que presentan una actividad antioxidante importante, por lo que puede ser considerada un alimento funcional que puede ser consumido para mejorar el perfil fitoquímico de la alimentación de la población.

Agradecimiento. Este proyecto fue financiado por el Centro de Investigación en Ciencias de la salud (CICSA) de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Anáhuac México.

Bibliografía.

- Singleton, V.L.; Rossi, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 1965, 16, 144–158.
- Ramírez-Sánchez, I.; Maya, L.; Ceballos, G.; Villareal, F. Fluorescent detection of (-)-epicatechin in microsamples from cacao seeds and cocoa products: Comparison with Folin-Ciocalteu method. *J. Food Compos. Anal.* 2010, 23, 790–793.
- Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Rice-Evans, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* 1999, 26, 1231–1237.

DESARROLLO DE UNA BEBIDA FERMENTADA CON POTENCIAL PROBIÓTICO USANDO UNA CEPA DE *Lactobacillus plantarum* RVG4 Y UN CONCENTRADO DE AGUAMIEL OBTENIDO POR TECNOLOGÍAS DE MEMBRANAS

Alejandro Osorio-Sierra, Paula C. Guadarrama-Mendoza, Rogelio Valadez-Blanco, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Heroica Ciudad de Huajuapán de León C.P. 69000, rvaladez@mixteco.utm.mx

Palabras clave: Utilización de aguamiel, filtración por membranas, bebida sinbiótica

Introducción. Los agaves a menudo son utilizados como materia prima para elaborar bebidas alcohólicas como el pulque, que es producido a partir de la savia del agave (aguamiel). El pulque contiene compuestos bioactivos como aminoácidos esenciales, minerales, fructanos, terpenos, saponinas y vitaminas que han demostrado *in vitro* e *in vivo* diversas propiedades funcionales (1). A pesar de estos beneficios, el aguamiel y pulque son altamente inestables causados por microorganismos, lo que limitan su uso a nivel industrial. Por lo tanto, en este trabajo se hace uso de procesos no-térmicos de membranas (micro, ultrafiltración, y ósmosis inversa) para esterilizar y concentrar los compuestos bioactivos del aguamiel. Adicionalmente, el objetivo de este trabajo es desarrollar una bebida sin alcohol de tipo sinbiótico usando la cepa *Lactobacillus plantarum* RVG4 aislada de pulque (2), y los prebióticos presentes en el concentrado de aguamiel.

Metodología. El aguamiel se recolectó de la región del Altiplano hidalguense y se estabilizó y concentró utilizando tecnologías de filtración por membranas. Se usó un sistema de microfiltración (MF, 0.45 µm) para reducir la carga microbiana seguido por ultrafiltración (UF, 10 kDa), ambos de Millipore® (EUA). Finalmente se empleó un proceso de ósmosis inversa (OI, Trisep®, EUA) como tratamiento de concentración. Se determinó; la acidez total, pH, °Brix, sólidos totales y color. Por otro lado, se activó la cepa *Lactobacillus plantarum* RVG4 (2) y el aguamiel microfiltrado se usó como sustrato para el crecimiento celular de la cepa con potencial probiótico.

Resultados. Las tecnologías de filtración por membranas permitieron la clarificación y concentración del aguamiel, sin modificar sus propiedades fisicoquímicas en relación al producto original. Se logró una concentración de 19.4 ± 0.10 en los grados Brix, y como permeado final de la OI se obtuvo virtualmente agua purificada (Fig. 1).

El aguamiel sirvió adecuadamente como sustrato para el crecimiento de la cepa *L. plantarum* RVG4 obteniendo a las 24 h una concentración de 2.6 ± 0.16

x10⁹ UFC/mL, concentración similar a la obtenida en el medio MRS (2.4 ± 0.15 x10⁹ UFC/mL).

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos para el monitoreo del crecimiento de la cepa *Lactobacillus plantarum* RVG4.

Parámetros	Inicial (0 h)	Final (24 h)
Determinación de °Brix	11.1 ± 0.01	4.5 ± 1.90
Determinación de pH	6.8 ± 0.01	3.0 ± 0.10
Células viables (UFC/mL)	-----	2.66 ± 0.16 x10 ⁹

¹Se presenta la media ± desviación estándar (n=3). Letra diferente con una diferencia significativa de (P<0.05).



Fig. 1. Obtención del concentrado de aguamiel por ósmosis inversa.

Conclusiones. El tren de membranas no afecta fisicoquímicamente el aguamiel, además da estabilidad y reduce la carga microbiana. El aguamiel funcionó de manera adecuada como sustrato para el crecimiento de la cepa *L. plantarum* RVG4. En el periodo que sigue se concluirá la formulación de la bebida sinbiótica.

Agradecimiento. AOS agradece al CONACyT por la beca de manutención No. 1150356 para sus estudios de maestría.

Bibliografía.

- López-Romero J.C., Ayala-Zavala J.F., González-Aguilar G.A., Peña-Ramos E.A., González-Ríos H. (2018), *J. Sci. Food Agric* Vol. (98): 2461-2474.
- Ramírez-Ruiz Y., Guadarrama-Mendoza P.C., Escalante A., Giles-Gómez M., Valadez-Blanco R. (2022), *Brazilian J. Microbiol.* Vol (53): 921-933.

ELABORACIÓN DE UNA HOJUELA TIPO CEREAL A BASE DE HARINA DE BAGAZO DE AGAVE.

Reyes-Reyes Mónica¹, Valencia-Rios, Betsabe Yulieth¹, Atriano-Romero Rosario¹, García-Rojas Daniel Alberto¹, González-Jiménez Francisco Erik². ¹Procesos Alimentarios, Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca, Magnolias S/N, Villa Sola de Vega, Oaxaca, C.P. 71410, México.. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Oriente 6 No. 1009, Rafael Alvarado, Orizaba, Veracruz, C.P. 94340, México.
mreyesr101@gmail.com

Palabras clave: bagazo, vinaza, cereal tecnofuncional

Introducción.

En las últimas décadas ha aumentado la población con problemas de nutrición, lo cual hace necesario que se busque reformular alimentos adicionándolos con ingredientes tecnofuncionales. Los cereales para desayuno tienen proyecciones de crecimiento dentro de la industria de alimentos, por lo que al formular un producto que sea saludable y que como respaldo tenga el aprovechamiento de los residuos agroindustriales lo hace sustentable y rentable. La industria del mezcal en Oaxaca produce residuos, como lo es el bagazo, del que se generan 122 696 toneladas anuales (1). Este es rico en fibra y está compuesto de celulosa, hemicelulosa y lignina (2). El objetivo de este trabajo es generar un alimento tecnofuncional tipo cereal aprovechando los residuos de la industria mezcalera (bagazo y vinazas) del estado de Oaxaca.

Metodología.

Se utilizó el bagazo de agave tobalá (*A. potatorum*) (BAT) recolectado en Sola de Vega, Oaxaca para la obtención de una harina (HBAT). El BAT se estandarizó en cuanto al contenido de azúcares reductores y humedad hasta alcanzar un 5% y 10% respectivamente. La elaboración de las hojuelas fue complementada con vinazas (VAT), otro residuo de la producción mezcalera y harina de maíz (HM). Se realizaron 3 formulaciones con diferentes niveles de HBAT, VAT y HM. Las hojuelas resultantes de cada tratamiento se evaluaron sensorialmente empleando una escala hedónica de nueve puntos con 60 panelistas no entrenados. A partir de los resultados de la evaluación sensorial se seleccionó el tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial y organoléptica. Al tratamiento seleccionado se le determinó su composición química (AOAC).

Resultados.

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial muestran que el T1 presentó las mejores

características organolépticas y sensoriales de las formulaciones de las hojuelas (Fig. 1), es decir que el T1 fue el tratamiento más aceptado por los panelistas, debido a que sobresalen los atributos de dulzor, crocancia, textura y olor en general (Fig. 2). La hojuela seleccionada sensorialmente presentó un alto contenido de fibra cruda y dietaria, por lo cual puede llegar a actuar como un cereal con un potencial efecto prebiótico.



Fig. 1. Hojuela tipo cereal (T1).



Fig. 2. Gráfico del análisis sensorial de hojuelas tipo cereal

Conclusiones.

A partir del uso de residuos de la industria del mezcal se pueden generar alimentos tecnofuncionales. La elaboración de este producto tiene un rendimiento mayor, con costos más baratos que una hojuela normal. Además brinda alternativas viables para los productores de mezcal para reducir sus residuos, obteniendo a la par un beneficio medio ambiental además es un gran impacto positivo en el sector alimentario en general.

Bibliografía.

- Martínez Gutiérrez, G.A., Íñiguez Covarrubias, G, Ortiz-Hernández, Y.D., López-Cruz, J.Y, & Bautista Cruz, M.A.. (2013). Rev. Int. Contam. Ambient. 29(3), 209-216.
- Sherrer J S.(2013) Aprovechamiento de bagazo de *Agave tequilana* Weber para la producción de biohidrógeno. IPCyT.

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y FUNCIONAL DE ALMIDÓN DE UN TUBÉRCULO NO CONVENCIONAL

Reyes-Reyes Mónica¹, Valencia-Rios, Betsabe Yulieth¹, González-Jiménez Francisco Erik², García-Rojas Daniel Alberto¹. ¹Procesos Alimentarios, Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca, Magnolias S/N, Villa Sola de Vega, Oaxaca, C.P. 71410, México. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Oriente 6 No. 1009, Rafael Alvarado, Orizaba, Veracruz, C.P. 94340, México.

dgrgaro@gmail.com

Palabras clave: almidón, tubérculo, no convencional

Introducción.

El almidón dentro de la industria de alimentos es de gran importancia debido a la versatilidad de aplicaciones, desde aditivo hasta para la elaboración de biopelículas. Existen diversas fuentes de este polisacárido desde granos hasta tubérculos, estos últimos tienen una importancia en el ámbito científico debido a su composición y propiedades químicas. El conocimiento de fuentes no convencionales de extracción de almidón, nos permite destinarlo a aplicaciones específicas de acuerdo a su comportamiento. El objetivo de este estudio es el extraer y evaluar las propiedades del almidón extraído de un tubérculo originario de Huautla de Jiménez, Oaxaca, el cual no ha sido estudiado.

Metodología:

Se llevó a cabo el análisis bromatológico del tubérculo no convencional (TNC) (Fig. 1) para conocer su composición, posteriormente se extrajo el almidón empleando la metodología propuesta por Nuñez-Breton et al (1) y se empleó el método de secado por un método convencional (secado en estufa). Una vez extraído el almidón se le realizó el análisis del contenido de amilosa (2) así como la determinación del índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (IS) poder de hinchamiento (HP) y capacidad emulsificante (CE).

Resultados.

La obtención de resultados de la caracterización química de TNC se muestra en la Tabla 1. Se puede observar que el componente mayoritario en base seca son los carbohidratos los cuales representan el 96.16% el cual más del 95% de ese valor es almidón, el otro 5% corresponde a fibra cruda y mono y disacáridos. Se obtuvo almidón con rendimientos favorables a partir de TNC. Las propiedades funcionales exhibidas por el almidón de TNC presentaron un comportamiento adecuado para considerarse como un aditivo en la industria alimentaria. Además de que presenta algunos compuestos bioactivos que posteriormente se analizarán.



Fig 1. Tubérculo no convencional (TNC) de la región de la cañada, Huatla de Jiménez, Oaxaca.

Tabla 1. Composición bromatológica del tubérculo no convencional (base húmeda)

Parámetro	g/100 g (bh)
Humedad	69 ± 0.04
Cenizas	0.03 ± 0.01
Grasas	0.07 ± 0.02
Proteína	0.09 ± 0.01
Carbohidratos	29.81 ± 0.17

Conclusiones.

A partir de un tubérculo no convencional, el cual presentó un alto contenido de carbohidratos se obtuvo un almidón el cual presenta propiedades químicas y funcionales que pueden ser utilizadas en diversos sistemas alimenticios u otras aplicaciones industriales.

Bibliografía.

- Núñez-Bretón, L.C., Cruz-Rodríguez, L.C., Tzompole-Colohua, M.L., Jiménez-Guzmán, J., Perea-Flores, M. de J., Rosas-Flores W., et al. (2019) J. Food Meas. Charact. 13, 2862-2870.
- Rice-Determination of amylose content-Part 1: Reference method No. 6647-1). 2015

EFFECTO DE LA INTERACCIÓN DE MONOÉSTERES DE LACTULOSA EN LA MORFOLOGÍA DE BACTERIAS DE LA CAVIDAD ORAL Y PRESENTES EN ALIMENTOS.

Luis Felipe Chávez-Flores^{1,2}, Gloria Díaz-Ruiz³, Carmen Wachter-Rodarte³, Dolores Reyes-Duarte⁴. 1 Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería UAM-Cuajimalpa, CDMX, 05348; 2 CECyTEM-Tecámac, México, 55740; 3 Depto. de Alimentos y Biotecnología, Fac. de Química UNAM, 04510, CDMX; 4 Depto. de Procesos y Tecnología, UAM-Cuajimalpa, CDMX, 05348. luis.chavez.dp0@soycecytem.mx

Palabras clave: Ésteres de azúcar, efecto antimicrobiano, microscopía electrónica de barrido.

Introducción. Los ésteres de azúcar, sintetizados de fuentes renovables como los ácidos grasos y carbohidratos, podrían ser un ejemplo de nuevos agentes antimicrobianos a partir de productos naturales. Estos, son moléculas anfipáticas, biodegradables, no tóxicas y ampliamente usados en la industria de alimentos, farmacéutica y de cosméticos (1). En un estudio anterior se demostró que los monoésteres de lactulosa tienen un efecto antimicrobiano frente a *L. monocytogenes*, *S. mutans* y *S. sanguinis* y se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) de 250 µg/mL, para las tres bacterias mencionadas (2).

El objetivo de este estudio es analizar los cambios morfológicos de esas 3 bacterias previamente estudiadas en presencia de monoésteres de lactulosa, mediante microscopía electrónica de barrido.

Metodología. Se realizó una microscopía electrónica de barrido para analizar si hay cambios en la morfología bacteriana en presencia del 1-O monolaurato de lactulosa sintetizado enzimáticamente en el laboratorio de Biotecnología de la UAM-Cuajimalpa (3) frente a *S. sanguinis*, *S. mutans* y *L. monocytogenes*. Las bacterias se incubaron en caldo BHI a 37° durante 24 h con una concentración de monoéster por arriba de la CMI (4 mg/mL), los controles se realizaron bajo las mismas condiciones sin monoéster. Pasado el tiempo de incubación, las bacterias se lavaron con buffer de fosfato (100 mM a pH de 7.4), fijándose con glutaraldehído (al 3%) y reposando en etanol. La muestra se secó en punto crítico y se recubrió en oro. Para observar el posible daño de la membrana bacteriana por los monoésteres, las muestras se observaron en un microscopio electrónico de barrido JEOL JSM-5900 SE.

Resultados. Se observaron los cambios morfológicos de las bacterias en presencia de monoésteres comparándolos con las bacterias control, es decir aquellas que no tuvieron interacción con el monoéster. Al analizar las microscopías, la superficie de las

bacterias control presentaron una mayor uniformidad tanto en tamaño, como en integridad y longitud. Sin embargo, en las bacterias con monoésteres a concentraciones mínimas inhibitorias (característica de cada bacteria), las membranas tuvieron daños como agujeros y rupturas; además, su longitud y volumen aumentó y también presentaron alteraciones como hundimientos o deformidades (Fig. 1 y 2).

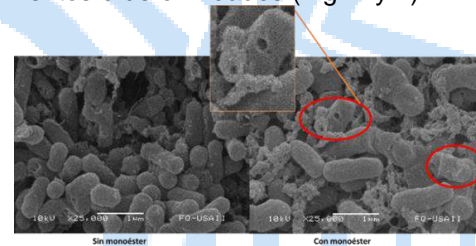


Fig. 1. Microscopía electrónica de barrido de la interacción del monoéster 1 con *L. monocytogenes* con zoom x25. Del lado izquierdo está la bacteria sin tratamiento y del lado derecho la bacteria con los monoésteres.

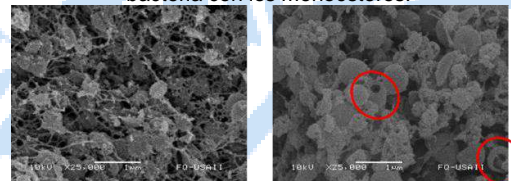


Fig. 2. Microscopía electrónica de barrido de la interacción del monoéster 1 con *S. mutans* con zoom x25. Del lado izquierdo está la bacteria sin tratamiento y del lado derecho la bacteria con los monoésteres.

Conclusiones. Cuando las bacterias se encuentran a concentraciones mínimas inhibitorias, el monoéster presentó un efecto inhibitorio en estas bacterias dañando su membrana y observándose deformaciones de las células y rompimiento.

Agradecimiento. Al proyecto CB-2015-258385 y a la beca de doctorado 372441, ambos por parte del CONACyT.

Bibliografía.

1. Ferrer M et al. (2005) *Enz. Microb. Technol.* 36:391-398.
2. Chávez-Flores L, et al. (2019) *Revista de la SMBB.* SMBB. León, Guanajuato.
3. Chávez-Flores L et al. (2017) *Catalysts*, 7:263.

MICROENCAPSULACIÓN DE *Lactobacillus plantarum* RVG4 EMPLEANDO POLISACÁRIDOS EXTRAÍDOS DE LA PIÑA DE AGAVE MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN

Merary Santa cruz Villamil, Rogelio Valadez Blanco, Paula Cecilia Guadarrama Mendoza, Universidad Tecnológica de la Mixteca, División de Estudios de Posgrados, Huajuapán de León, Oaxaca, C.P. 69000, pcgm@mixteco.utm.com

Palabras clave: Sinbióticos, microencapsulación de probióticos, fructanos de agave

Introducción. Se ha reportado extensamente que las bacterias ácido-lácticas ayudan a prevenir o atenuar enfermedades tanto en humanos como en animales; por lo que se les confiere actividad probiótica. Las bacterias ácido-lácticas con potencial probiótico se encuentran principalmente en alimentos o bebidas fermentables como la leche y sus derivados, el pulque, entre otros. En la industria alimentaria se busca la manera de añadir estos microorganismos con un papel probiótico, dando así funcionalidad al alimento, sin embargo, algunos procesos pueden afectar la viabilidad celular debido a las condiciones térmicas a las que se someten. Por esto es importante la implementación de estrategias para proteger a estos microorganismos de factores externos. En el presente trabajo se pretende dar una alternativa de protección a una BAL con potencial probiótico aisladas del pulque, *Lactobacillus plantarum* RVG4 crecida en medio de suero lácteo, usando microencapsulación por secado por aspersión, empleando polisacáridos extraídos del agave como agentes encapsulantes.

Metodología. La metodología empleada en este trabajo se muestra en la Figura 1 [1–3].

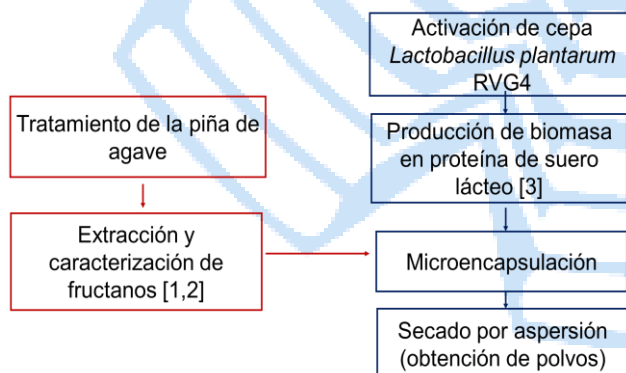


Figura 1. Diagrama de trabajo durante el presente trabajo

Resultados. Se obtuvo un extracto seco a partir de la piña del agave con un rendimiento de $16 \pm 2.5\%$, con una humedad del 10%. Se realizó una cromatografía en capa fina (Figura 2) observar que la banda del extracto de agave (5) es similar a la de la inulina (4) ya

que ambos no logran correr sobre la placa, con un color rojizo como el de la banda de fructosa (3), lo que hace referencia a la presencia de fructanos.



Figura 2. Placa de TLC 1) Sacarosa, 2) Glucosa, 3) Fructosa, 4) Inulina y 5) Extracto de agave

La bacteria se activó y cultivó en un medio enriquecido con suero lácteo, obteniendo una concentración de 1.52×10^9 UFC/mL (Figura 3), cantidad adecuada para proceder a la microencapsulación.

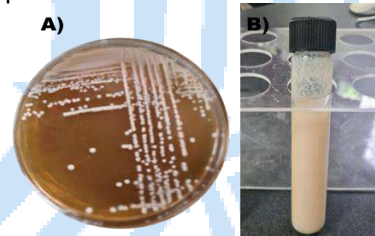


Figura 3. A) Crecimiento en placa de la cepa, B) Medio modificado con suero lácteo y glucosa

Conclusiones. Se obtuvo una alternativa de agente encapsulante con perfil prebiótico, para ser utilizados en la microencapsulación de la cepa *Lactobacillus plantarum* RVG4. Por último, se logró cultivar la cepa probiótica en un medio de suelo lácteo enriquecido con 2% de glucosa listo para ser microencapsulado. En el periodo siguiente se realizará y caracterizará la microencapsulación de la suspensión celular en suero lácteo

Agradecimiento. Al CONACYT que otorgó el apoyo de beca de manutención, número 807195, para la realización de este trabajo.

Bibliografía.

- López M.G., Mancilla-Margalli A, Mendoza-Díaz G. (2003) *J. Agric. Food Chem.* 51, 7835–7840.
- Aldrete-Herrera P.I., Mercedes G.L, Medina-Torres, Ragazzo-Sánchez J.A., González-Ávila M., Ortiz-Basurto R.I. (2019) *Foods.* 8, 1–11.
- Rajam R., Karthik P, Parthasarathi S., Joseph G.S., Anandharamakrishnan C. (2012) *J. Funct. Foods.* 4 891–898.

Evaluación y caracterización de los complejos almidón-ácido ferúlico para entender su importancia en matrices alimentarias

Omar Patiño-Rodríguez^{1,*}, Luis Arturo Bello-Pérez²

¹CONACyT-CEPROBI-IPN, Yautepec, Morelos, México, 62739. ²CEPROBI-IPN, Yautepec, Morelos, México, 62739. *opatinor@ipn.mx

Palabras clave: polifenoles; almidón; complejos; ácido ferúlico

Introducción. Las interacciones no covalentes entre el almidón y el ácido ferúlico (complejos almidón-polifenoles) pueden afectar las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de los alimentos ricos en almidón. El almidón forma una hélice hidrofóbica donde se puede incluir el ácido ferúlico (1). La formación del complejo depende de las condiciones de proceso utilizadas en la producción de alimentos. Uno de los procedimientos más usados para la producción de alimentos de alto consumo es el proceso de extrusión (2). En el presente trabajo se evaluaron dos temperaturas de extrusión para evaluar el efecto que tenía el procesamiento de extrusión, así como el grado de gelatinización en la formación de los complejos de almidón de maíz y ácido ferúlico.

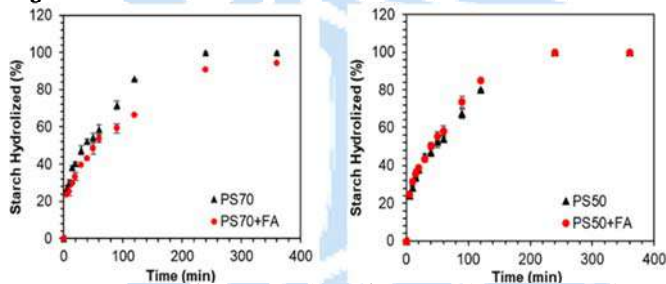
Metodología. Se utilizaron dos condiciones de extrusión a diferentes temperaturas (50 °C y 70 °C) para evaluar el efecto sobre la formación de un complejo de almidón-ácido ferúlico. Se realizó la caracterización de los complejos usando, calorimetría (DSC), FTIR, rayos-X y perfil de pastas. Se determinó la cantidad de amilosa aparente, así como ensayos de microscopía y mapeo de elementos químicos. Se evaluó la biodisponibilidad del ácido ferúlico en los complejos con ensayos de LC-MS. Se evaluó la digestibilidad *in vitro* y se obtuvieron los perfiles de digestión del almidón (3).

Resultados. Los cambios más importantes se dieron a temperaturas de extrusión más altas (70 °C). Se requiere más energía (entalpía) para desorganizar el complejo que el almidón control (sin ácido ferúlico); a temperaturas de extrusión más altas, se produce mayor desorganización. las cadenas de amilosa lixiviadas, hacen posible la incorporación de ácido ferúlico entre la hélice de amilosa. En los resultados de FTIR, perfil de pasta y digestibilidad *in vitro* del almidón, se observó un cambio significativo, principalmente en el almidón con ácido ferúlico extruido a 70 °C (4), en comparación con el extruido a 50 °C y sus contrapartes sin ácido ferúlico. Los resultados de biodisponibilidad por LC-MS mostraron una mayor liberación de ácido ferúlico durante la cinética enzimática en las muestras extruidas a 70 °C (5).

Muestra	RDS (%)	SDS (%)	RS (%)
PS70	40.16 ± 0.64 ^a	42.02 ± 0.01 ^b	17.81 ± 0.65 ^c
PS50	37.84 ± 0.96 ^b	40.81 ± 0.60 ^c	21.84 ± 0.35 ^b
PS70+FA	34.22 ± 1.06 ^c	38.03 ± 1.39 ^d	27.74 ± 2.45 ^a
PS50+FA	38.37 ± 0.20 ^b	44.05 ± 0.58 ^a	17.58 ± 0.78 ^c

Tabla 1. Fracciones de digestibilidad de almidón con diferente grado de gelatinización. PS, almidón pregelatinizado; PS+FA, almidón pregelatinizado con ácido ferúlico; 50/70, almidón pregelatinizado al 50 y 70% respectivamente; RDS: almidón de digestión rápida; SDS: almidón de digestión lenta, RS: almidón resistente.

Figura 1. Cinética de hidrólisis de almidón con ácido ferúlico.



Conclusiones. Existe una posible formación de complejos de inclusión tipo V con amilosa-ácido ferúlico y su impacto en las propiedades de digestibilidad en función de la temperatura de extrusión.

Bibliografía.

- Bordenave, N., Hamaker, B. R., & Ferruzzi, M. G. (2014). Nature and consequences of non-covalent interactions between flavonoids and macronutrients in foods. *Food Funct*, 5(1), 18e34.
- Hole, A. S., Kjos, N. P., Grimmer, S., Kohler, A., Lea, P., Rasmussen, B., Sahlström, S. (2013). Extrusion of Barley and Oat Improves the Bioaccessibility of Dietary Phenolic Acids in Growing Pigs. *J. Agric. Food Chem.*, 61(11), 2739–2747.
- Bello-Pérez, L. A., Agama-Acevedo, E., García-Valle, D. E., & Alvarez-Ramirez, J. (2019). A multiscale kinetics model for the analysis of starch amylolysis. *Int. J. Biol. Macromol.*, 122, 405–409.
- Kumar, K., Woortman, A. J. J. & Loos, K. (2020). Synthesis of amylose– polystyrene inclusion complexes by a facile preparation route. *Biomacromolecules*, 14, 1955–1960.
- Li, M., Pernell, C., & Ferruzzi, M. G. (2018). Complexation with phenolic acids affect rheological properties and digestibility of potato starch and maize amylopectin. *Food Hydrocoll.*, 77, 843–852.

DETERMINACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN ESPECIES DE AMARANTO

Daniela Arrieta Flores, Vladimir Flores Benavides, Valeria Lemus Castillo, Israel Benoni Vallejo Beristain, Flor de Fátima Rosas Cárdenas Instituto Politécnico Nacional - Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tepetitla Tlaxcala, 90700, frosasc@ipn.mx.

Palabras clave: Amaranto, Metabolitos secundarios, Fenoles

Introducción. El amaranto es una planta, considerada un pseudocereal el cual de de gran importancia en el área de producción de alimentos en México. Es una especie la cual es valorada por su aporte nutricional, por ello determinación de metabolitos secundarios como son los terpenos, compuestos fenólicos, taninos, alcaloides y saponinas nos proporciona información valiosa para dilucidar acerca de sus propiedades tanto terapéuticas como nutricionales, además de nuevos criterios de selección para variedades con mayor calidad nutracéutica.

El objetivo del trabajo es determinar los metabolitos secundarios presentes en *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus*.

Metodología. Se realizó la obtención de la muestra de hoja de las especies *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus*, se realizó la extracción a partir de tres solventes acuoso, metanólico y cloroformo, seleccionando el que presenta mayor afinidad a los metabolitos secundarios estudiados. La determinación de metabolitos secundarios se realizó a través de métodos espectrofotométricos a partir de las siguientes metodologías: Determinación de Terpenos (TERT) por Liebermann-Burchard, Determinación de Compuestos Fenólicos Totales (CFT) por el método Folin-Ciocalteu, Determinación de Taninos Totales (TANT) por Folin-Denis, Determinación de Alcaloides Totales (AT) por técnica Dragendorff, Saponinas Totales (SAPT) por método vanilina-perclorato, y determinación por ABTS de la Capacidad Antioxidante (AC).

Resultados. La extracción con diferentes solventes nos da amplitud de extracción de la muestra, ya que se pueden solubilizar metabolitos de interés tanto polares como no polares, algunos solventes presentan mayor eficacia en la extracción de ciertos metabolitos, ejemplo de ello es la presencia de mayor cantidad de compuestos fenólicos a partir de la extracción metanólica, en el caso de los terpenos estos son más solubles en solventes no polares como es el caso de la extracción con cloroformo. En el caso de los compuestos fenólicos y tanino estos son mas solubles en solventes como el metanol y agua, por ello se presenta una relación de diferentes metabolitos

presentes en el experimento y se determina la variabilidad existente tanto a diferentes especies, así como la variabilidad dependiendo del método de extracción elegido. La determinación de metabolitos en el amaranto es de gran importancia debido a que estos compuestos presentan propiedades biológicas, entre ellas la actividad antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas, entre otras.



Fig. 1. Especies de *Amaranthus* cultivadas en invernadero.

Tabla 1. Análisis fitoquímico preliminar de selección de solventes de extracción.

Tipo de solvente	Extracción metanólica	Extracción Cloroformo	Extracción Acuosa
Terpenos	++	+++	+
Compuestos fenólicos	+++	+	++
Taninos	+++	+	++
Alcaloides	++	++	+
Saponinas	+++	+	++

Conclusiones. El presente estudio determina los metabolitos secundarios presentes en las variedades de amaranto, lo cual nos da un panorama amplio de la actividad antioxidante que presente, así como su importancia en su consumo debido a la presencia de componentes activos los cuales tienen actividad antioxidante, brindando beneficios a la salud.

Agradecimiento. Agradecemos a BEIFI y CONACYT por el apoyo económico para esta investigación.

Bibliografía.

- Morales-Olán G, et al. (2020), Sains Malaysiana. 49. 1283-1292.
- Pulipati, S. (2017). International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research. 9.
- Liebermann, C., & Burchard, H. (1859), Free Radical Biology and Medicine, 26(9-10), 1231-1237.
- Folin, O., & Ciocalteu, V. (1927). On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. Journal of Biological Chemistry, 73(2), 627-650.

Obtención de hidrolizados de frijol, garbanzo, haba y lenteja

Ana Lucía Ramírez-Funes, María Soledad Córdova Aguilar, Isadora Martínez-Arellano
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología-UNAM, CDMX, cp 04510,
isadora.martínez@icat.unam.mx

Palabras clave: hidrolizados, legumbres, propiedades-funcionales

Introducción. El proceso de hidrólisis de las proteínas de legumbres se suscita a través del fenómeno de cavitación a altas velocidades, generado mediante una punta sónica (1). Este trabajo se enmarca en la línea de procesos, donde se propone desarrollar un proceso de extracción de hidrolizados de proteína de varias legumbres para mejorar las propiedades funcionales tales como la capacidad espumante y emulsificante de las proteínas y poder utilizar los hidrolizados en el desarrollo de nuevos productos.

Metodología. Se obtuvieron las harinas de frijol negro, garbanzo, haba y lenteja (2). Se realizó la caracterización fisicoquímica de las harinas y se determinó el pH óptimo de solubilidad de cada harina (3) para obtener el mayor rendimiento durante la hidrólisis. La punta sónica operó a 22 kHz durante 20 minutos. Los hidrolizados se secaron por aspersión, se cuantificó la proteína soluble y se hizo una caracterización pH, capacidad de retención de agua (CRA) y aceite (CRE) (4), índice de actividad emulsionante (IAE) (5) y capacidad de formación de espuma (CFE).

Resultados. Los pH de solubilidad máxima, como se observa en el gráfico 1, para frijol y lenteja fueron de 12 ($p < 0.05$), mientras que para garbanzo y haba fue pH de 13 ($p < 0.05$).

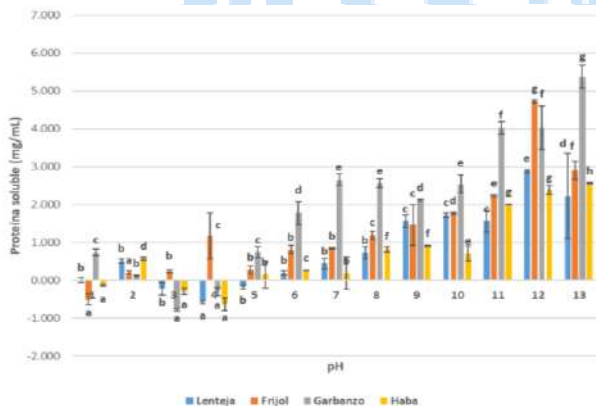


Fig. 1. Determinación de pH óptimo de solubilidad en lenteja, frijol, garbanzo y haba. Letras iguales en las legumbres significa que no hay diferencia significativa (DMS $p > 0.05$).

El rendimiento del secado por aspersión fue de 13.06% para el haba, 6.82% lenteja, 3.7% frijol y garbanzo 3.43%. El pH de las harinas tuvo el valor

entre 5.23 a 6.9, y el de los hidrolizados entre 8.29 lenteja a 12.35 para garbanzo

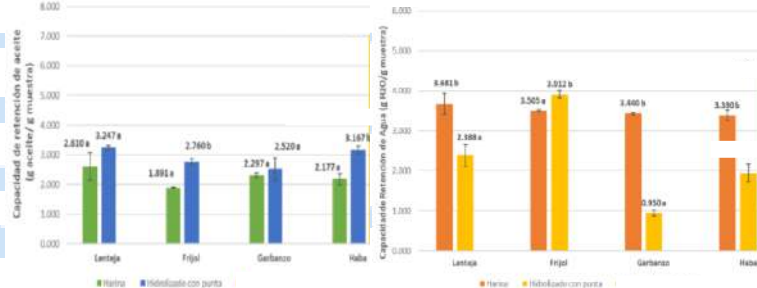


Fig. 2. a) CRE b) CRA en harinas e hidrolizados de legumbres. Letras iguales en las legumbres significa que no hay diferencia significativa (DMS $p > 0.05$).

La CRE aumentó para el frijol y el haba en los hidrolizados al hidrolizarse éstas, los aminoácidos hidrofóbicos aumentaron su disponibilidad; en cuanto a CRA disminuyó para todas excepto para el frijol.

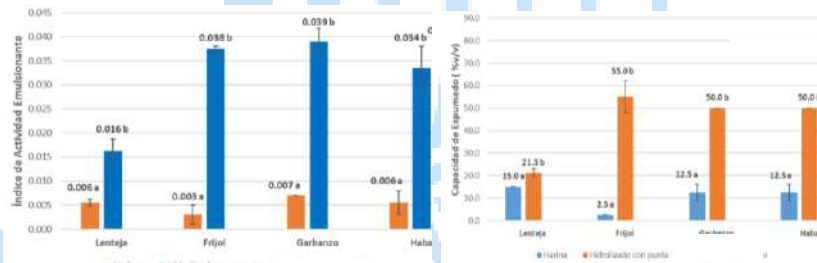


Fig. 3. a) IAE b) CFE en harinas e hidrolizados de legumbres. Letras iguales en las legumbres significa que no hay diferencia significativa (DMS $p > 0.05$).

La CFE que presentaron las harinas, es similar a lo reportado en la literatura, aproximadamente 20 % o menos. Aumentó en los hidrolizados al aumentar la solubilidad.

Conclusiones. Los hidrolizados de harinas de legumbres mejoraron las propiedades tecnológicas de las harinas.

Bibliografía. (1) Nascentes, C. C., Korn, M., Sousa, C. S., Arruda, M. A. 2001. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 12, 57-63. (2) Velázquez, M. 2019. Tesis Licenciatura. Facultad de Química. UNAM. (3) Jeong, M. S., Lee, S. D., Cho, S. J. 2021. *Molecules*, 26(17), 5307. (4) Kim, T. K., Yong, H. I., Kang, M. C., Jung, S., Jang, H. W., Choi, Y. S. 2021. *Food Science of Animal Resources*, 41(2), 185. (5) Antonic, B., Dordevic, D., Jancikova, S., Tremlova, B., Nejezchlebova, M., Goldová, K., Tremil, J. 2021. *Processes*. 9(3), 529

EVALUACIÓN *IN VITRO* E *IN VIVO* DE LEVADURAS CON POSIBLE ACCIÓN PROBIÓTICA.

Oscar Osiris García-Solache^{1,2}, Miguel Ángel Ares-Jiménez^{2,4}, Jossue Mizael Ortiz-Álvarez³,
Vanessa Blas-Valdivia¹ y Edgar Cano-Europa¹.

¹Departamento de Fisiología y ²Departamento de Microbiología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN). CDMX, México. 11340.

³Programa "Investigadoras e Investigadores por México". CONACyT. México. 03940.

⁴Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Infecciosas y Parasitarias, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social. CDMX, México. 06720.

Correo electrónico: ogarcias1400@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Probióticos, levaduras, genotipificación.

Introducción. Los probióticos son microorganismos viables que transitoriamente ejercen efectos beneficiosos en el hospedero, modificando el microbioma intestinal residente, evitando la disbiosis, inflamación, y daño celular, entre otros¹. En la actualidad, ha crecido enormemente el interés por los efectos terapéuticos de los probióticos, en especial, en el uso de levaduras vivas y sus derivados como una alternativa a la disbiosis intestinal secundaria al tratamiento con antibióticos, así como, en la prevención de diarreas de diversa etiología y en el control del síndrome del intestino irritable².

El objetivo de este trabajo fue determinar el potencial probiótico de distintas levaduras aisladas del kéfir y frutas fermentadas.

Metodología. Se aislaron levaduras a partir de kéfir y frutas fermentadas en medio YPD por el método de estría cruzada y se realizó una selección primaria de levaduras con capacidad de crecer a diferentes pH (2-10) a 37 °C. Los aislados seleccionados se conservaron y, empleando siempre F2, se procedió a los ensayos de genotipificación y prueba de toxicidad aguda *in vivo*. Para la genotipificación, se extrajo el ADN empleando la técnica del choque térmico y extracción con fenol-cloroformo-alcohol isoamílico (25:24:1). Se utilizaron los ITS-1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG) e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC)³ para amplificar el operón ribosomal 18S a través de una PCR punto final. Se verificó el producto de PCR y se procedió a su purificación para su secuenciación. Se hizo un análisis bioinformático utilizando la herramienta BLAST del NCBI y se comparó contra la colección de nucleótidos de este, que comprende las bases de datos GenBank, EMBL, DDBJ, PDB y RefSeq para identificar género y especie. Para evaluar la seguridad de la ingesta de las levaduras vivas, se realizó la prueba de toxicidad aguda mediante el método de Lohrke (1983)⁴ modificado por Tapia Martínez y colaboradores (2020)⁵ para la evaluación del daño tisular a órganos del tracto gastrointestinal (estómago y colon) y los

detoxificadores (riñón e hígado). Brevemente, se administró 6 y 12 millones de levaduras viables por Kg de peso. Se determinaron datos de toxicidad por día durante 15 días. Al término, los animales fueron eutanasiados y se realizó la necropsia en búsqueda de datos macroscópicos de daño tisular. Posteriormente, los órganos evaluados se fijaron en formalina y se incluyeron en parafina para la evaluación del daño celular.

Resultados. Se aislaron y conservaron 50 levaduras, de las cuales 9 demostraron un crecimiento óptimo a 37°C y en los distintos pH (2-10). Las levaduras que fueron seleccionadas por esta prueba se genotipificaron y se encontraron cuatro levaduras predominantes de las especies *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefyr* (2) y *Pichia kudriavzevii*. Se realizó el ensayo de toxicidad aguda y en ninguna de las dosis empleadas se observaron datos de toxicidad o letalidad, con excepción de distensión abdominal durante las primeras 24 horas y una disminución de la consistencia de las heces. Respecto al análisis macroscópico, los órganos se encontraron sin alteraciones, lo cual fue corroborado por el análisis histopatológico.

Conclusiones. Las levaduras aisladas y caracterizadas de *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefyr* y *Pichia kudriavzevii* tiene potencial probiótico sin inducir datos de toxicidad o letalidad.

Agradecimiento. SIP-IPN Proyecto 20231024.

Bibliografía.

1. Coriat B., Azuero O., Gil S., Rueda M., Castañeda C., Rosselli D. (2017). *Revista Colombiana de Gastroenterología*, Vol. 32: 141-149.
2. Guzmán E., Montes P., Monge E. (2012). *Acta Médica Peruana*. (2012). Vol. 29: 92-98
3. Ciardo D., Schar G., Bottger E., Altwegg M., Bosshard P. (2006). *Journal Of Clinical Microbiology*, Vol. 44: 77-84.
4. Lorke D. (1983) A new approach to practical acute toxicity testing. *ArchToxicol* 54:275-287.
5. Tapia J., Hernández K, Franco M., Mateo L, Mendoza C., Blas V., Cano E. (2020) *Journal of Applied Phycology*, Vol. 31: 2597-2607.

INMOVILIZACIÓN DE ANTICUERPOS ANTI - *BRUCELLA ABORTUS* SOBRE SOPORTES DE SILICIO CRISTALINO Y SU CARACTERIZACIÓN POR FT-IR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BIOSENSOR

¹Daniela Bonilla Luna, ¹Edith Chávez Bravo, ²Leslie S. Arcila Lozano, ¹Alexis Juárez Zamora & ¹Luis Ramiro Caso Vargas, ¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Biológicas, Puebla, Pue. C.P. 72570. ²CONACyT – CIBA – IPN. Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700.

daniela.bonilla@alumno.buap.mx

Palabras clave: Brucelosis, biosensor y anticuerpo.

Introducción. La brucelosis es una enfermedad producida por diferentes especies de bacterias pertenecientes al género *Brucella*. Existen reportes en México que estiman la pérdida en 217 litros de leche promedio por vaca y un índice de fertilidad tan bajo como del 65% debido a los abortos producidos por *Brucella abortus* (Xolapa, *et al.*, 2010).

El objetivo es la construcción de un prototipo de biosensor basado en anticuerpos anti-*Brucella* inmovilizados sobre soportes de silicio funcionalizados con aminosilanos para la detección temprana y específica de brucelosis en muestras biológicas de ganado infectado.

Metodología. Fragmentos de 1X1cm² de SiO₂ cristalino dopado con Boro tipo P fueron limpiados por ultrasonificación, hidroxilados mediante inmersión en solución piranha y funcionalizados con 3-APTMS. Se utilizó glutaraldehído como crosslinker para inmovilizar el anticuerpo. Cada etapa de la construcción del biosensor fue comprobada empleando FT-IR ya sea por transmisión o por ATR en cristal de ZnSe. El anticuerpo utilizado fue obtenido a partir de suero de conejo proveniente de trabajos de investigación realizados por la Dra. Elsa Castañeda Roldán del Instituto de Ciencias de la BUAP.

Resultados. En la Figura 1 se observan los espectros de infrarrojo correspondientes a cada etapa del proceso de ensamblado del biosensor. El espectro del silicio silanizado con 3-APTMS muestra las bandas características del crecimiento de la red de silanos lateral y transversal en 1130 y 1034 cm⁻¹, así también como la presencia de grupo amino por las bandas de 3356, 3292 (tensión N-H) y 1661 (flexión N-H) (Figura 1A). La unión del glutaraldehído se corrobora por la presencia de la banda de 1686cm⁻¹ (imina) y la presencia de grupos C=O libres (1722cm⁻¹); la banda de 1387cm⁻¹ corresponde a flexiones del grupo aldehído (Figura 1B). El incremento en las bandas que corresponden a la tensión de los grupos metilos y

metilenos en la región de ~2870-2950cm⁻¹ se debe a la adición de estos grupos conforme a la cadena originalmente de propilos se adicionan 5 átomos de carbono con sus hidrógenos respectivos (Figura 1A y B). En el espectro del anticuerpo se observan las bandas Amida I y II en 1635 y 1545cm⁻¹, respectivamente debido a los enlaces C-N y -N-C=O, así como la banda Amida A en 3288cm⁻¹. El análisis de infrarrojo anterior demuestra que el biosensor se ensambla de acuerdo al diseño.

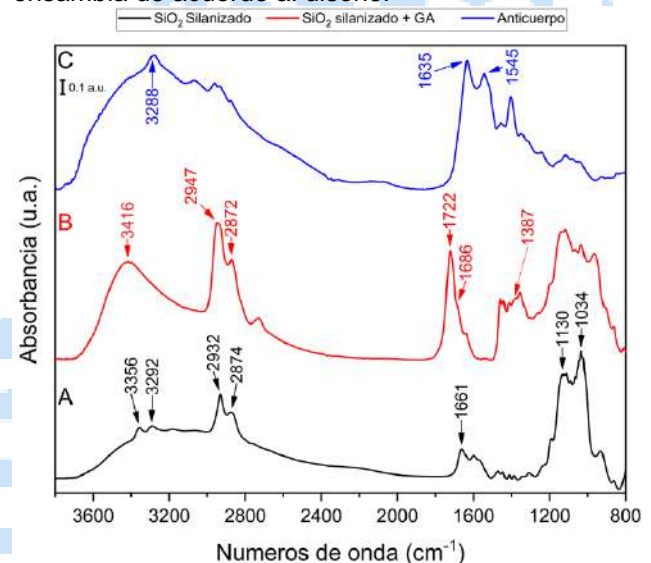


Fig. 1. Espectros de IR de: A, Silicio silanizado; B, Silicio silanizado mas crosslinker; y C, Anticuerpo Anti-*Brucella*. Todos los espectros fueron normalizados

Conclusiones. Se tiene estandarizado el proceso de ensamblado del biosensor para la detección de *Brucella*, sin embargo, se sigue evaluando su capacidad de detección *in-vitro*.

Bibliografía. Xolapa Campos, V. M., Pérez Ruano, M., & Córdova Izquierdo, A. (2010). *Revista Científica de la Universidad del Zulia*. 20 (2): 190-195.

EVALUACIÓN DE EXTRACTO ACUOSO DE CANELA (*C. zeylanicum*) COMO MÉTODO DE CONTROL DE *Fulvia fulva*

Francisco Javier Mondragón-Rojas, Madelin Ivonne Valencia-Corrales, María de los Ángeles Bivian-Hernández, Patricia Ibarra-Torres

Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica de Guanajuato, Cortazar, Guanajuato, C.P. 38496, pibarra@upgto.edu.mx.

Palabras clave: extracto acuoso, canela, Fulvia fulva

Introducción. Las enfermedades provocadas por hongos fitopatógenos como *Fulvia fulva* (1), provocan grandes pérdidas de cultivos y comprometen la seguridad alimentaria. Entre los principales cultivos afectados por este hongo se encuentra el tomate (*S. lycopersicum*) afectado por la cladosporiosis (2). En las últimas décadas se han empleado bioproductos a base de extractos vegetales como métodos de control contra microorganismos fitopatógenos que, a diferencia de los sintéticos, son generalmente reconocidos como seguros. De manera específica, extractos polares de canela (*C. zeylanicum*) se han reportado como responsables de actividad antimicrobiana.

En el presente trabajo se evaluó el efecto del extracto acuoso de canela (*C. zeylanicum*) como método de control de *F. fulva*.

Metodología. Se obtuvieron los extractos acuosos de canela por medio de extracción asistida por ultrasonificación (EAU) (3) y se determinó la concentración de Fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu y se expresó en mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/ g de muestra seca (PS). Por otra parte, se analizó la actividad antifúngica *in vitro* del extracto acuoso de canela como método de control para *F. fulva*. Se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) así como la concentración mínima fungicida (CMF) (4).

Resultados. El contenido de fenoles totales del extracto acuoso de canela fue de 354.14 ± 16 mg EAG/g PS. El ensayo de la solución de esporas tratadas con diferentes cantidades del extracto de canela agregadas al cultivo demostró actividad fungistática en cantidades $<50 \mu\text{L}$ y una inhibición total en cantidades $\geq 100 \mu\text{L}$ (figura 1).

En el ensayo del efecto del extracto diluido en medio PDA se observó un cambio significativo en el crecimiento y morfología de la colonia. A partir de 2 mL disminuye el desarrollo y propagación de las esporas sobre el medio y se observó un cambio en la coloración de la colonia, lo que denota una actividad fungistática (figura 2).



Fig. 1. Efecto de la cantidad de extracto de canela en esporas de *F. fulva* tratadas por 10 min.



Fig. 2. Efecto antifúngico del extracto acuoso de canela en medio PDA.

De acuerdo con la concentración de compuestos fenólicos totales determinados en los extractos de canela, se necesitan 7.1 y 177.1 mg EAG como mínimo para inhibir y para disminuir el 99.9% del crecimiento de *F. fulva* respectivamente.

Conclusiones. Los extractos acuosos de canela (*C. zeylanicum*) demostraron un efecto inhibitorio y fungicida *in vitro*, pudiendo ser una alternativa para formulación de bioproductos empleados en el control de *F. fulva*.

Agradecimiento. Los autores agradecen a IDEA Guanajuato, por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo.

Bibliografía.

1. Thomma, B. P. H. J., Van Esse, H. P., Crous, P. W. y De Wit, P. J. G. M. (2005). *Molecular Plant Pathology*, 6, 379-393.
2. SAGARPA (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030, Jitomate Mexicano.
3. Rao, M. V., Sengar, A. S., C K, S., & Rawson, A. (2021). *Trends in Food Science & Technology*. 116, 975–991.
4. Alizadeh-Behbahani, B., Falah, F., Lavi-Arab, F., Vasiee, M., & Tabatabaee Yazdi, F. (2020). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1–8.

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Aspergillus carbonarius* Y LA PRODUCCIÓN DE Ocratoxina A USANDO BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS CULTIVADAS EN UN MEDIO OPTIMIZADO

Domínguez-Gutiérrez, G.A.^a, Perraud-Gaime, I.^b, Escalona-Buendía H.^a, Durand, N.^c, Champion-Martínez E.I.^d, Fernández-Soto, R.R.^a, Saucedo-Castañeda, G.^a, Rodríguez-Serrano, G.^{*a}

^a Dpto. de Biotecnología, UAM-Iztapalapa, CP 09310, Iztapalapa, CDMX, Méx.; ^b Aix Marseille U., Avignon Université, CNRS, IRD, IMBE, Marseille, Fr.; ^c UMR Qualisud, CIRAD, Montpellier, SupAgro, U. d'Avignon, U. de La Reunion, U. Montpellier, 34398 Montpellier, Fr.; ^d Dpto. de Procesos Alimentarios, UTCV, Cuitláhuac, 94910 Veracruz, México.
email: gloria.dominguez.gutierrez@gmail.com

Palabras clave: bacterias ácido lácticas, extracto de germen de malta, ocratoxina A (OTA)

Introducción. Las bacterias Gram-positivas ácido lácticas (BAL) empleadas en la industria alimentaria¹, son conocidas por su capacidad de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas y hongos micotoxigénicos, entre otros microorganismos. *Aspergillus carbonarius*, es conocido por producir ocratoxina A (OTA) en alimentos, con efectos negativos para la salud². Este estudio tuvo como objetivo emplear BAL crecidas en un medio optimizado como agentes de control biológico contra *A. carbonarius* Ac 089.

Metodología. Se determinó la capacidad de 2 BAL, *Lactiplantibacillus plantarum* MN922335 (B7) y *L. plantarum* MZ809351 (B31), para inhibir el crecimiento radial de *A. carbonarius* Ac89 y la producción de OTA. Las BAL fueron cultivadas en un medio de extracto germen de malta (MEGM) optimizado (compuesto por (g/L): glucosa (20), extracto de levadura (5), citrato de amonio (2), K₂HPO₄ (1.5), MnSO₄ (0.4), acetato de sodio (3.9), MgSO₄ (0.06), tween 80 (1 mL/L), diluidos en extracto de germen de malta). La OTA se determinó por HPLC con detector de fluorescencia. La inhibición de crecimiento de *A. carbonarius* Ac 089 se determinó mediante la técnica de cultivos envenenados³. Se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de BAL (1×10⁹ - 1×10¹ UFC/mL) y el extracto libre de células (ELC) sobre el crecimiento de *A. carbonarius* Ac 089 y la producción de OTA en agar MRS y en agar MEGM.

Resultados. Con la cepa B7 y en ambos medios de cultivo (agar MRS y MEGM) se obtuvo una inhibición de la germinación de *A. carbonarius* Ac 089 del 100% durante 6 días de cultivo al aplicar 1×10⁹-1×10⁸ UFC/mL (Tabla 1). En las mismas condiciones con la cepa B31, la inhibición de la germinación fue del 100% (1×10⁹ y 1×10⁷ UFC/mL) durante 6 días de cultivo. Con los ELC de ambas cepas de BAL, la inhibición fue menor al 60% (después de 6 días de incubación). La inhibición de la producción de OTA se obtuvo con 1×10⁷ CFU/mL y 1×10⁹ CFU/mL de B7 y B31, respectivamente (Tabla 1) en agar MRS y agar MEGM.

A concentraciones más bajas de BAL (1×10⁸-1×10¹ UFC/mL) la reducción en la producción de OTA fue del 50 (B7) y 80% (B31) con un error menor a 0.01.

Tabla 1. Inhibición de la germinación y producción de OTA de *A. carbonarius* Ac. 089 (%) con diferentes concentraciones celulares (UFC/mL) de *L. plantarum* MN922335 (B7) y *L. plantarum* MZ809351 (B31).

Concentración BAL (UFC/mL)		Control	1×10 ⁹	1×10 ⁸	1×10 ⁷
Inhibición de la germinación (%)	B7 vs control	MRS	100	100	25.8
	B31 vs control	MEGM	100	100	25.4
	B7 vs control	MRS	Na	100	100
	B31 vs control	MEGM	100	100	100
Concentración de OTA (µg OTA/Kg de agar)	B7 vs control	MRS	5545	0	0
	B31 vs control	MEGM	159087	0	6178
	B7 vs control	MRS	55454	0	0
	B31 vs control	MEGM	159087	0	3600

Na. No aplica, control: *A. carbonarius* Ac 089, B7: *L. plantarum* MN922335, B31: *L. plantarum* MZ809351

Conclusiones. En el medio optimizado (MEGM) y una concentración de 1×10⁸ UFC/mL cepa B7 (*L. plantarum* MZ809351) y 1×10⁷ UFC/mL cepa B31 (*L. plantarum* MN922335) se inhibió completamente el crecimiento de *A. carbonarius* Ac 089. Para inhibir la producción de OTA se requirió una concentración de 1×10⁹ UFC/mL con ambas cepas, de manera que se obtuvieron resultados similares al medio MRS, con un medio de menor costo. Este estudio indica el potencial de cultivar BAL en un medio de cultivo optimizado y económico para su uso como agentes de control biológico contra hongos ocratoxigénicos en alimentos.

Agradecimiento. Al CONACYT, México por la beca 868699 (Gloria Angélica Domínguez Gutiérrez) y por el proyecto ANGELICA 273656 apoyado en colaboración por l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), Francia

Bibliografía.

- Liu, W., Pang, H., Zhang, H., & Cai, Y., (2014). Biodiversity of Lactic Acid Bacteria. En: *Lactic Acid Bacteria*. Zhang H., Cai Y. (eds), Springer, Países Bajos, (pp. 2-148).
- Malir, F., Ostry, V., Pfohl-Leszakowicz, A., Malir, J., & Toman, J. (2016). *Toxins* (Vol. 8, p. 191).
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). *Journal of Pharmaceutical Analysis*. Vol. 6: 71-79.

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO Y SU COMPONENTE MAYORITARIO EL CARVACROL PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN EN PRODUCTOS CÁRNICOS

Ana Sofía Galindo Salinas¹, Rocío Álvarez Román², Nancy Nallely Espinosa Carranza¹, Sergio Arturo Galindo Rodríguez¹, ¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, 66455, ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina, Monterrey, 64460, ana.galindolsns@uanl.edu.mx

Palabras clave: antioxidante, aceites esenciales, carvacrol

Introducción. Diversos alimentos, como la carne se ven afectados en sus propiedades organolépticas por la oxidación de sus componentes, la cual es causada por los radicales libres (RL). Estas especies pueden desencadenar cambios en los ácidos grasos de la carne provocando pudrición del producto y oxidación de la mioglobina (1). Su presencia causa una coloración oscura y endurecimiento, lo que se conoce como carnes DFD (Dark, Firm, Dry). Por lo que, la industria alimentaria ve la importancia de encontrar nuevos compuestos que reduzcan la formación de RL. Los aceites esenciales (AE), considerados sustancias GRAS, han recibido interés científico por su amplia variedad de aplicaciones biológicas, entre ellas sus propiedades antioxidantes. Por esto, el AE de orégano (AEO) y su componente mayoritario el carvacrol (CRV) han sido propuestos como conservadores naturales dentro de la industria cárnica.

El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad antioxidante *in vitro* del AEO y su componente mayoritario el CRV mediante los ensayos de ABTS⁺ y DPPH.

Metodología. Se realizaron ensayos de ABTS⁺ (2) y DPPH (3) para determinar la actividad antioxidante del AEO, CRV y Trolox, como control positivo. Para el AEO, en el ensayo de ABTS⁺ se utilizaron concentraciones de 15 – 400 µg/mL, mientras que, en el ensayo de DPPH se utilizaron concentraciones de 10 – 400 µg/mL. En cuanto al CRV, en el ensayo de ABTS⁺, se utilizaron concentraciones de 1 – 20 µg/mL y para el ensayo de DPPH, se utilizaron concentraciones de 20 – 800 µg/mL. Se midió la absorbancia a una $\lambda = 734$ nm para ABTS⁺ y $\lambda = 534$ nm para DPPH empleando un espectrofotómetro UV-Vis. Mediante un análisis probit (IRMA Qcal versión 0.02) se calculó la IC₅₀, representando el 50% de inhibición de las concentraciones evaluadas del AEO, CRV y Trolox, en cada uno de los ensayos.

Resultados. En la Tabla 1 se muestran los valores de IC₅₀ y coeficiente de correlación (r^2) obtenidos en el ensayo de ABTS⁺. En la Tabla 2 se muestran los valores de IC₅₀ y r^2 obtenidos en el ensayo de DPPH.

Tabla 1. Valores de IC₅₀ de AEO, CRV y Trolox por el ensayo ABTS⁺.

Compuesto	IC ₅₀ (µg/mL)	r ²
AEO	193.79 ± 13.56	0.9901
CRV	4.76 ± 0.07	0.9768
Trolox	163.97 ± 8.77	0.9999

Tabla 2. Valores de IC₅₀ de AEO, CRV y Trolox por el ensayo DPPH.

Compuesto	IC ₅₀ (µg/mL)	r ²
AEO	110.25 ± 4.47	0.9387
CRV	183.79 ± 3.74	0.9926
Trolox	9.18 ± 0.57	0.9995

Conclusiones. El AEO y su componente mayoritario el CRV presenta la actividad antioxidante adecuada para su potencial aplicación como conservador de productos cárnicos.

Agradecimientos. Al PAICYT, UANL, 2023.

Bibliografía.

- González P, Chauhan S, Ha M, Fegan N, Dunshea F. (2020). Effects of heat stress on animal physiology metabolism, and meat quality. *Meat Science*.
- Amiri H. (2012). Essential oils composition and antioxidant properties of three *Thymus* Species. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Benchabane O, Hazzit M, Baaliouamer A, Mouhouche F. (2015). Analysis and antioxidant activity of the essential oils of *Ferula vesicertensis* coss. et. Dur and *Thymus munbyanus* Desf. *Journal Essential Oil-Bearing Plants*, 15(5): 774 – 781.

CONTROL DE LA VIABILIDAD DE LEVADURAS EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA MEDIANTE CITOMETRÍA DE FLUJO

Erick Daniel Acosta García, Tania Gabriela Olvera Martínez, Cesia Kerit Acosta Cuevas, Jesús Bernardo Páez Lerma, Juan Antonio Rojas Contreras, Nicolás Oscar Soto Cruz.

Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Durango, Felipe Pescador 1830 Ote, 34080 Durango, Dgo., México. 20040540@itdurango.edu.mx

Palabras clave: Kluyveromyces marxianus, Caspasas, Viabilidad

Introducción. La tinción con azul de metileno es un método ampliamente utilizado, sin embargo, es poco preciso y tiende a sobrestimar el conteo de células muertas(1)(2). La citometría de flujo es una alternativa para determinar la viabilidad de las levaduras(3).

El objetivo de este trabajo fue comparar dos métodos para determinar la viabilidad de levaduras durante la fermentación alcohólica.

Metodología. Se realizaron fermentaciones con cuatro cepas de *Kluyveromyces marxianus* (ITD268, ITD02, CBS397 y CBS6556). La concentración inicial de biomasa fue 1×10^6 células/mL. Se incubó a 150 rpm y 28°C. Se tomaron muestras en tres tiempos de la fase estacionaria. Se evaluó la viabilidad con la tinción de azul de metileno(4) y la actividad de caspasas por el kit Muse® Multicaspase(5) (Luminex®) usando el citómetro de flujo Muse® Cell Analyzer, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Resultados. La Figura 1 muestra que la tinción con azul de metileno subestima el conteo de células muertas y llevaría a concluir que el cultivo presenta una larga fase estacionaria. En la Figura 2 se aprecia que la cantidad media de caspasa a las 48 h fue de $14.05\% \pm 6.74\%$, a las 96 h fue de $15.04\% \pm 7.11\%$ y de $54.32\% \pm 6.08\%$ a las 192 h, lo que indica que un número creciente de células entran en apoptosis. La determinación mediante citometría de flujo permite diferenciar células vivas, muertas y en proceso de apoptosis, observándose el avance de la fase de muerte del cultivo.

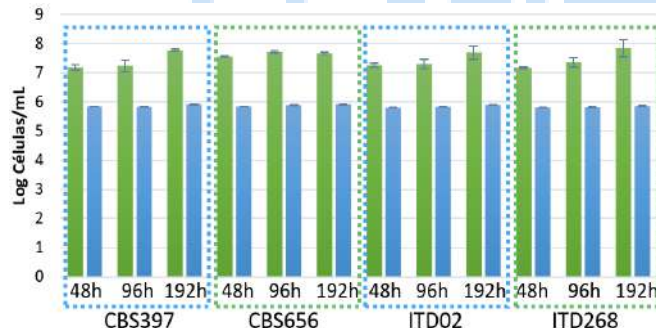


Fig. 1. Comparación de células muertas por citometría de flujo (barra verde) y por tinción de azul de metileno (barra azul).

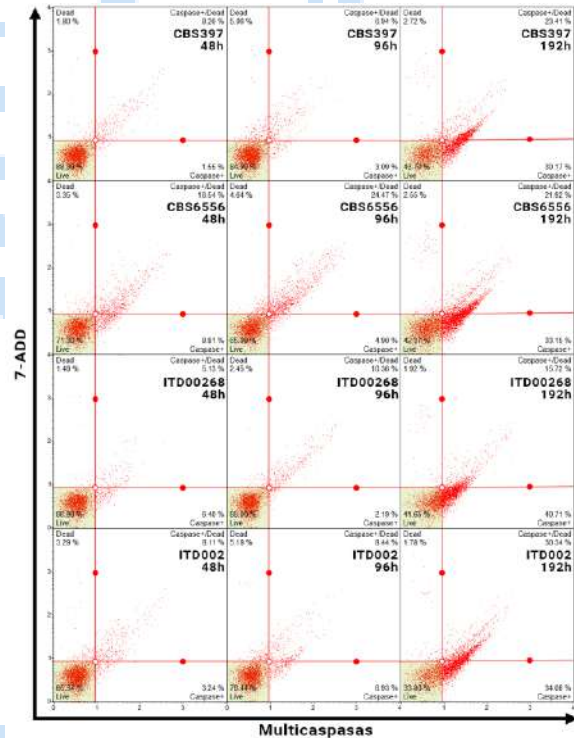


Fig. 2. Evolución de la actividad de caspasas en el tiempo

Conclusiones. La determinación de caspasas junto con el colorante 7-ADD permiten un adecuado monitoreo de la viabilidad de las levaduras durante la fermentación alcohólica.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca otorgada al CVU:1037837 con clave de solicitud: 2022-000018-02NACF-17413

Bibliografía.

1. Van Zandycke SM, Simal O, Gualdoni S, Smart KA. (2003). *J Am Soc Brew Chem.* 61(1):15–22.
2. O'Connor-Cox E, Mochaba FM, Lodolo E, Majara M, Axcell B. (1997). *Master Brew Assoc Am Tech Q.* 34:306–12.
3. Eigenfeld E, Wittmann L, Kerpes R, Schwaminger S, Becker T. (2023). *Anal Bioanal Chem.* 1-3
4. Sami M, Ikeda M, Yabuuchi S, (1994). *J ferm bioeng.* 78(3): 212-216
5. Bedner E, Smolewski P, Amastad P, Darzynkiewicz Z. (2000). *Exp. Cell Res.* 259(1): 308-313

OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS DE FRIJOL NEGRO Y QUINOA CON ALCALASA

Diana Jacobo, Cintya Soria-Hernández, Cristina Chuck-Hernández, Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey Nuevo León 64849, México; cristina.chuck@tec.mx

Palabras clave: hidrólisis, proteína, frijol negro, quinoa

Introducción. Actualmente, el consumo de proteínas vegetales ha incrementado debido a que son una alternativa proteica con un buen perfil nutricional y a los beneficios fisiológicos que aportan al organismo. La quinoa y el frijol negro son alimentos con un buen contenido de proteína de 13.1-16.7% y 20.3-26.8%, respectivamente, ambos tienen un perfil balanceado de aminoácidos y se han reportado importantes beneficios a la salud por su consumo (1)(2). Los péptidos bioactivos (PB) son cadenas cortas de aminoácidos con funciones fisiológicas importantes como actividad antioxidante, actividad anti-inflamatoria, actividad anti-hipertensiva, entre otras. Los PB se pueden obtener por distintos métodos como hidrólisis enzimática, fermentación y tratamiento térmico (3). La hidrólisis enzimática es el más utilizado debido a su bajo costo y alta especificidad, este método consiste en la adición de una proteasa para producir péptidos de cadena corta o aminoácidos con bajo peso molecular (4). El objetivo de esta investigación fue extraer proteína de frijol negro (extrudido y sin extrudir) y quinoa (blanca y negra) para determinar las condiciones más adecuadas de hidrólisis.

Metodología. Se utilizó harina de quinoa blanca (QB), harina de quinoa negra (QN), harina de frijol negro (FN) y harina de frijol negro extrudido (FNE), las cuales fueron sometidas a una molienda adicional para reducir más el tamaño de partícula (m). Se realizó una extracción proteica alcalina en las muestras molidas y las no molidas (1). Las muestras fueron hidrolizadas con alcalasa al 1% (p/p proteína) por 1, 2 y 4 horas (3). Para determinar el grado de hidrólisis se utilizó el método de Alfa Amino Nitrógeno (4). El perfil electroforético de las muestras fue determinado utilizando la técnica de SDS-PAGE (5).

Resultados. En la Tabla 1 se observa que el mayor rendimiento de extracción de proteína (REP) se obtuvo en las muestras molidas, por lo que un menor tamaño de partícula favorece la extracción. La QB y QB molida (m) tuvieron el mayor REP con 58.61 y 61.33%, respectivamente. Respecto al frijol, el FNm tuvo mayor REP que el FNE sin moler. En el caso del rendimiento de extracción de sólidos no hubo diferencia significativa entre las muestras.

Tabla 1. Rendimiento de extracción de sólidos y proteína de quinoa y frijol negro.

Harina	Molienda	Codificación de muestra	Extracción de sólidos (%)	Extracción de proteína (% b.s)
Quinoa	Blanca	Sin	21.31±0.63 ^a	58.61±1.40 ^a
	Blanca	Con	26.09±7.80 ^a	61.33±2.83 ^a
	Negra	Sin	21.26±0.90 ^a	50.51±2.06 ^b
	Negra	Con	20.78±0.87 ^a	55.42±1.08 ^{ab}
Frijol	Negro	Sin	31.45±2.29 ^a	51.55±3.20 ^b
	Negro	Con	27.37±8.29 ^a	55.34±0.82 ^{ab}
	Negro Extrudido	Sin	26.39±2.09 ^a	12.57±1.07 ^c
	Negro Extrudido	Con	27.26±1.60 ^a	14.43±0.97 ^c

Los valores son el promedio de al menos tres repeticiones ± desviación estándar. Los promedios con letras diferentes en superíndice dentro de las columnas son estadísticamente diferentes (p<0.05). b.s: base seca.

El FNm tuvo el mayor grado de hidrólisis con 212.78 mg/L de FAN seguido por la QBm de 175.63 mg/L de FAN (Fig. 1).

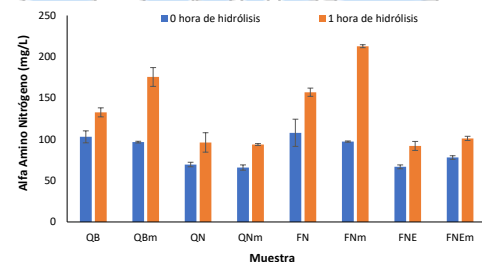


Fig. 1. Grado de hidrólisis de proteína de quinoa y frijol negro.

Conclusiones. Se encontró que la reducción del tamaño de partícula de los materiales, favoreció la extracción de proteína. La QBm y el FNm presentaron los rendimientos más altos de extracción de proteína y de grado de hidrólisis.

Agradecimiento. Al Centro de Investigación y Desarrollo de Proteínas (CIDPRO) por el préstamo de equipos. Así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Tecnológico de Monterrey por la beca de posgrado de Diana Jacobo.

Bibliografía.

1. Vilcacundo, R., & Hernández-Ledesma, B. (2017). *Current Opinion in Food Science* (14), 1-6.
2. Los, F. G. B., Zielinski, A. A. F., Wojeicchowski, J. P., Nogueira, A., & Demiate, I. M. (2018). *Current Opinion in Food Science* (19), 63-71.
3. Bhandari, D., Rafiq, S., Gat, Y., Gat, P., Waghmare, R., & Kumar, V. (2020). *International Journal of Peptide Research and Therapeutics* (26), 139-150.
4. Olatunde, O. O., Owolabi, I. O., Fadairo, O. S., Ghosal, A., Coker, O. J., Soladoye, O. P., Aluko, R. E., & Bandara, N. (2022). *Food and Bioprocess Technology* (16), 1216-1234
5. Laemmli U.K. (1970). *Nature*. 227, 680-685.

COMPARATIVE STUDY OF HEMICELLULOSE EXTRACTION WITH TWO ALKALINE TECHNIQUES FROM MAIN BREWING RESIDUE BREWER'S SPENT GRAIN

Analaura Gómez-Cisneros, Mariel Calderón-Oliver, Liliana Santos-Zea, Tecnológico de Monterrey, Escuela de ingeniería y ciencias, Toluca 50110 E-mail: Analaura.gomez@tec.mx

Palabras clave: hemicelulosa, brewer's spent grain, alkaline extraction.

Introduction. The main residue of beer production process is brewer's spent grain (BSG) which is an 85% of the total residues, and its principal use is as animal feeding (1). One of the major components present in BSG are fibers such as hemicellulose (1). Hemicellulose is a polysaccharide with heterodimers like arabinoxylans, glucomannans, etc. which are part of vegetable walls (2,3). Is classified as soluble fiber, which has human health benefits like prebiotic effect, therefore could be used as functional ingredient (3). Although some extraction processes like acid hydrolysis with sulfuric acid are not ecological, can be toxic and corrosive (4). The objective of this work is to extract hemicellulose from brewing residue by comparing two different methods in order to define performance, sustainability, and management security.

Methodology. The extraction techniques are based on methodology from Yadav, et al. and Taşar, Ş. & Özer, A. presented in Figure 1. Once the fractions were obtained both techniques were scale up with the objective of evaluate their reproducibility.

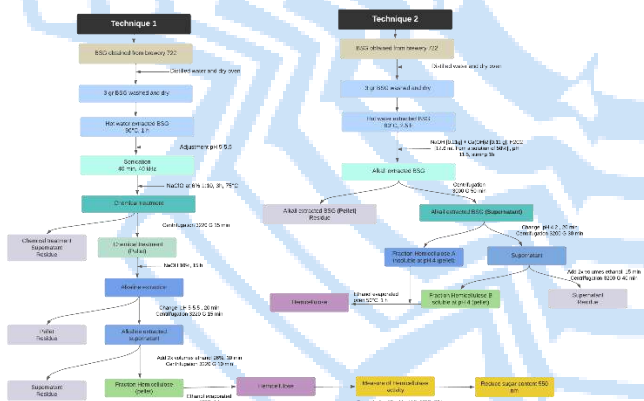


Fig. 1. Techniques diagrams of hemicellulose extraction and enzymatic test.

Results. In both methods the solid fraction obtained present a slightly yellow tone (Figure 3). There was a notable difference between the extraction yields between both methods (Table 1), the second method obtained higher extraction yields. After scaling up both methods, results suggested that are reproducible in extraction yields and physical aspect of the fractions.



Fig. 2. Initial BSG and final hemicellulose fraction extracted from each technique

The presence of hemicellulose was confirmed in both final fractions. Although the second method resulted to obtain a major fraction percentage, less time and higher hemicellulase activity is important to use another technique like a chromatography to quantify the hemicellulose content.

Table 1. Resume and comparison of results from extraction techniques

Extraction technique	Final extracted fraction (g)	Percentage according to initial material (%)	Final fraction obtained after scaling up (%)	Reduced sugar concentration (mg/ml)	Total time of extraction (h)*
Technique 1	0.072	24	24.6	0.570	22
Technique 2	1.050	35	34.7	0.953	7

* Do not consider preparation of equipment and material

Conclusion. The use of both methods resulted in successful hemicellulose extraction from BSG, although is needed further research to quantify the hemicellulose content as well as a try to optimize the process in terms of time and materials. Besides the development of this procedures promotes circular economy, a reduction in environmental impact, the reagent management is safer and are useful to obtain compounds that could help to take care of our health.

Acknowledgments. ITESM, CONACYT CVU 1105636 and Brewery 722.

Bibliografía.

- Mussatto, S. I. (2014) *J. Sci. Food Agric.* Vol (94): 1264-1275.
- Ebringerová, A., Hromádková, Z., & Heinze, T. (2005). Hemicellulose. In *Advances in Polymer Science*. Heinze, T. Springer Berlin, Heidelberg.1-67.
- Wolfaardt, F. J., Leite Fernandes, L. G., Cangussu Oliveira, S. K., Duret, X., Görgens, J. F., & Lavoie, J. M. (2021). *Energy Convers. Manag.* Vol (10).
- Yadav, M. P., & Hicks, K. B. (2015). *Carbohydr. Polym.* Vol (132): 529–536.
- Taşar, Ş., Özer, A. (2022). *Biomass Convers. Biorefin.* Vol(12) 2501–2514

EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE TORTILLAS SUPLEMENTADAS CON AGAVINAS

María Isabel García Vieyra¹, Gerónimo Arámbula Villa², Jorge Gustavo Dzul Cauich¹, Alma Delia Trujillo Santoyo¹, Guadalupe Ingrid Cervantes Vega¹, Gabriela Arroyo Figueroa¹ y Carlos Hernán Herrera Méndez¹. ¹Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato, Salvatierra, C.P. 38900, isabel.garcia@ugto.mx. ²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV IPN), Unidad Querétaro, C.P. 76230, Querétaro, México

Palabras clave: alimento funcional, prebióticos, agavinas

Introducción. La tortilla es un alimento básico en la dieta de la población mexicana (1). Las agavinas son consideradas un ingrediente funcional, ideal para mejorar el contenido de fibra dietética y brindar un efecto prebiótico que ayuda en la prevención de diversas patologías como la obesidad, diabetes, cáncer de colon, entre otras(2). El objetivo de este estudio es desarrollar tortillas mejoradas nutricionalmente suplementadas con Agavinas, obteniendo un producto prebiótico y rico en fibra, conservando las características fisicoquímicas, sensoriales y de aceptabilidad.

Metodología. Las formulaciones se realizaron a partir de harina de maíz nixtamalizado y la adición de diferentes concentraciones de Agavinas, obteniendo cinco tratamientos diferentes (CT0, CT5, CT10, CT15 y CT20). Cada tratamiento se evaluó en cuanto a propiedades fisicoquímicas (adhesión, cohesión, humedad, proteína, grasa y ceniza) y textura (inflado, rolabilidad, tensión, corte) y se realizó una evaluación sensorial.

Resultados. El valor de humedad en la tortilla con Agavinas disminuyó con valores entre un 48.17% y 41.83% en los diferentes niveles de sustitución. La adición de Agavinas no incrementó el contenido de proteína y grasa pero sí incrementó el contenido de cenizas del producto final.

Tortilla + 20% Agavinas. Promedios de tres replicas, Cada replica es el promedio de 40 respuestas. La aceptabilidad fue evaluada usando una escala hedónica. $P < 0.05$.

El grado de inflado y rolabilidad fue similar en todos los tratamientos con un valor entre 1 y 1.2 en una escala subjetiva. En cuanto a tensión y corte se observan diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados del análisis sensorial mostraron que el tratamiento más aceptado en la escala hedónica es la muestra de tortillas de maíz con 20% de agavinas. Los tratamientos con menor aceptación fueron el testigo con 0% de Agavins y el tratamiento con 5%.

Conclusiones. Los resultados obtenidos en este estudio concluyen que se han desarrollado tortillas de maíz mejoradas nutricionalmente incorporando Agavinas como fuente de fibra y prebióticos, conservando las características fisicoquímicas, de textura y sensoriales en relación a una tortilla común con buena aceptabilidad.

Agradecimiento. Agradezco a la Universidad de Guanajuato quien brindo los recursos necesarios para llevar a cabo este estudio.

Bibliografía.

1. Antuna-Grijalva, O., Rodríguez-Herrera, S. A., Arámbula-Villa, G., Palomo-Gil, A., Gutiérrez-Arías, E., Espinoza-Banda, A., ... & Andrio-Enríquez, E. (2008). Calidad nixtamalera y tortillera en maíces criollos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(Especial_3), 23-23.
2. Maldonado-Astudillo, Y. I., Gutiérrez González, A. A., Flores Rogel, Y. L., Arámbula-Villa, G., Flores-Casamayor, V., Jiménez-Hernández, J., & Salazar, R. (2021). Propiedades morfológicas, fisicoquímicas y actividad antiproliferativa de maíces pigmentados de Guerrero. *Nova scientia*, 13(27).

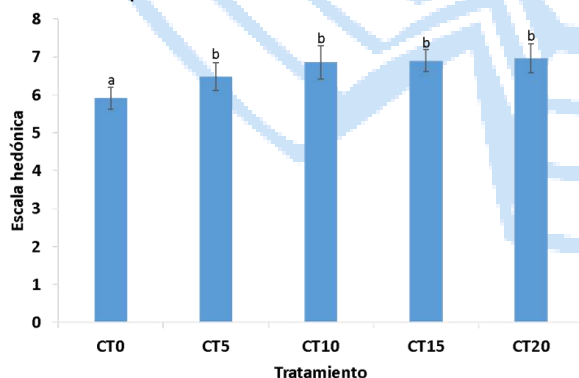


Fig. 1. . Aceptabilidad de las tortillas de maíz suplementadas con Agavinas. CT0 = Tortilla; CT5= Tortilla + 5 % Agavinas; CT10 = Tortilla + 10 % Agavinas; CT15 = Tortilla + 15% Agavinas; CT20 =

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO TRICLOROACÉTICO EN LA EXTRACCIÓN DE KEFIRANO UN EXOPOLISACÁRIDO PRODUCIDO POR LA FERMENTACIÓN DE LECHE CON GRÁNULOS DE KÉFIR

Carlos Jiménez Pérez¹, Lorena Gómez-Ruiz¹, Francisco Guzmán-Rodríguez¹, Gabriela Rodríguez-Serrano¹, Mariano García-Garibay^{1,2}, Alma Cruz-Guerrero¹, Sergio Alatorre-Santamaría¹.

¹Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CDMX, C.P. 09340.

²Departamento de Ciencias de la Alimentación, Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma, Edo. de México, 52006. ibi.cjimenez@xanum.uam.mx.

Palabras clave: exopolisacáridos, kéfir, ácido tricloroacético

Introducción. Los exopolisacáridos (EPS) son polisacáridos de cadena larga formados por unidades ramificadas y repetitivas de azúcares (1). El kéfirano es un EPS producido por la microbiota de los gránulos de kéfir (2). Tienen un extenso uso en la industria alimentaria (1). La producción de EPS consiste en fermentaciones con diferentes medios entre los que se incluye la leche. El proceso de extracción consiste en una precipitación de proteínas con ácido tricloroacético (TCA), seguido de una solvatación del EPS con etanol y una diálisis para remover pequeñas moléculas y iones (1). Uno de los pasos críticos es la concentración de TCA empleada, ya que hay una gran variación entre los autores, donde se reporta el uso que va desde el 4 hasta el 80% (p/v), con lo que se obtienen diferentes concentraciones de EPS (2-5).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos concentraciones de ácido tricloroacético (TCA) al 10 y 80% (p/v) en la disminución de las proteínas asociadas al EPS producido a partir de la fermentación de leche con gránulos de kéfir.

Metodología. La producción del EPS se llevó a cabo mediante la fermentación de leche entera (Alpura®) con gránulos de kéfir en una relación del 10% (p/v) por 24 h a 25 °C. La extracción de los EPS consistió en filtrar la leche fermentada para retirar los gránulos, seguido de una precipitación de proteínas con TCA, posteriormente de una solvatación con etanol absoluto. Finalmente, se realizó una purificación por diálisis con membrana de 10 kDa y una liofilización.

Resultados. De acuerdo con las condiciones empleadas para extraer y purificar el EPS producido por los gránulos de kéfir, se puede observar en la Figura 1 que se obtiene una mayor cantidad de sólidos (166.6 ± 20.14 mg) en la extracción con TCA al 10%, en comparación con el TCA al 80% donde se obtuvieron 131.3 ± 8.14 mg sólidos.

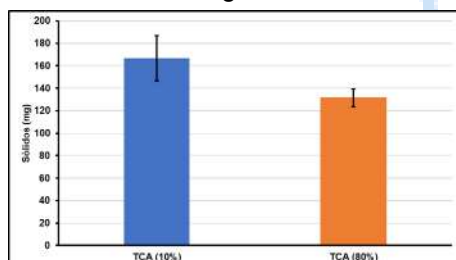


Figura 1. EPS liofilizado obtenido por la extracción empleando las dos concentraciones de TCA.

Estos resultados se compararon con lo reportado por Rimada & Abraham (3) donde de igual forma se fermento leche con el 10% (p/v) de gránulos de kéfir y la extracción la realizaron empleando TCA al 80% obteniendo 118 ± 9 mg de EPS (sólidos), siendo menor a la obtenida en este trabajo, cabe resaltar que su fermentación fue por 96 h a 20 °C.

Por otro lado, al realizar un análisis de la relación entre los carbohidratos y las proteínas (C/P) en los sólidos obtenidos, se determinó que al utilizar TCA al 10% se tenía mayor cantidad de proteínas (C/P=0.28) en comparación al emplear TCA al 80% (C/P=1.35). Con lo que se puede inferir que al disminuir la concentración de TCA, hay un incremento de sólidos (27%), de los cuales pueden ser las proteínas asociadas al EPS.

Con base en los resultados obtenidos se aprecia que, a pesar de que el tratamiento con TCA al 80% disminuye la cantidad de proteínas, es probable que también haya una hidrólisis del EPS, ya que en la diálisis es posible que pequeñas fracciones del EPS sean removidas. En el caso del TCA al 10% es factible que no haya una precipitación eficaz de las proteínas, pero manteniendo el EPS intacto. Algunos autores, sugieren el uso de proteasas previo al proceso de precipitación de las proteínas para asegurar su remoción, lo cual será estudiado posteriormente.

Conclusiones. De acuerdo con los resultados obtenidos, se comprobó que utilizar concentraciones altas de TCA puede afectar la estructura de los EPS, a pesar de ser efectivo en la precipitación de las proteínas.

Bibliografía.

1. Tiwari y col. (2021). Int. J. Biol. Macromol. 183:1585-1595
2. Freitas y col. (2011). Trends Biotechnol. 29(8): 388-398.
3. Rimada & Abraham (2003). Le Lait. 83(1):79-87.
4. Tang y col. (2020). Carbohydr. Polym. 115593
5. Ayyash y col. (2020). Food Chem. 127418

Efecto de mezclas Proteína de Suero de Leche-Pectina en la viabilidad de *L.mesenteroides* SD23 encapsulado por gelación iónica

Angela J. Vélez-Gordillo¹, Aurora Herendira Castillejo-Cortes¹, P. López-Ordaz¹, Yáñez-Fernández¹, Diana Catalina Castro-Rodríguez², ¹Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI), Laboratorio de posgrado de Biotecnología alimentaria, Ciudad de México; CDMx, CP. 07340, ²Departamento de Biotecnología Reproductiva, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, Ciudad de México; CDMx, CP. 14080, iyanezfe.ipn@gmail.com

Palabras clave: probióticos, Leuconostoc mesenteroides SD23, gelación iónica, pectina.

Introducción. Los probióticos son microorganismos (M.O) que tienen un efecto benéfico para la salud del hospedador, sin embargo, los M.O tienden a perder su viabilidad durante la producción, almacenamiento, distribución del alimento y el paso gastrointestinal⁽¹⁾. La industria alimentaria ha estudiado la encapsulación de compuestos ya que asegura la protección de la integridad de los compuestos bioactivos⁽²⁾. Estudios previos han mostrado que *L.mesenteroides* SD23 es una cepa adecuada para actuar como probiótico ⁽³⁾, sin embargo no se tiene información sobre su interacción con matrices encapsulantes que permitan mantener su viabilidad durante el almacenamiento. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes materiales pared (Pectina-proteína de suero de leche) en la viabilidad del probiótico *L.mesenteroides* SD23, empleando el método de encapsulación por gelación iónica con pectina cítrica y proteína de suero de leche.

Metodología. Se prepararon cápsulas por el método de gelación iónica, empleando un diseño experimental con diferentes concentraciones de pectina cítrica (PEC) y proteína de suero de leche (WP) (tabla 1). Las dispersiones encapsulantes fueron adicionadas con 2% de alginato y CaCl₂ (0.1M) como entrecruzante. El inóculo de *Leuconostoc mesenteroides* SD23 fue preparado de acuerdo con la metodología de Castro et al.⁽³⁾ Las respuestas evaluadas fueron la viabilidad durante el almacenamiento y el rendimiento de atrapamiento.

Tabla 1. Preparación de dispersiones.

Mezcla	PEC (%)	WP (%)
1	5	0
2	0	5
3	2.5	2.5
4	3.75	1.25
5	1.25	3.75

Resultados. Los resultados indican (tabla 2) una mayor eficiencia de encapsulación en la mezcla 3, con un rendimiento en atrapamiento de 40%. Sin embargo, la mezcla 1 conserva mejor viabilidad para el microorganismo durante 21 días.

Por otro lado, la eficiencia en la encapsulación se ve afectada por la concentración del WPS. En otros reportes la adición de maltodextrina y proteína de suero de leche, estabilizan las redes de pectina y mejoran el rendimiento de atrapamiento⁽⁴⁾.

Tabla 2. Viabilidad y rendimiento en el atrapamiento de *Leuconostoc mesenteroides* SD23.

Mezcla	Tiempo de almacenamiento			Rendimiento de atrapamiento (%)
	(0 días /UFC/mL)	(7 días /UFC/mL)	(21 días /UFC/mL)	
1	2.22x10 ⁸	3.9x10 ⁸	3.0 x10 ⁸	14.8
2	4.7x10 ⁸	3.8x10 ⁸	3.5 x10 ⁸	18.8
3	10x10 ⁸	7.9x10 ⁸	3.9 x10 ⁸	40
4	4.0x10 ⁸	3.4x10 ⁸	1.0 x10 ⁸	16
5	6.0 x10 ⁸	4.1x10 ⁸	2.8 x10 ⁸	24

Conclusiones. Es posible el atrapamiento de *Leuconostoc mesenteroides* SD23 en una matriz de pectina cítrica y WP, manteniendo una viabilidad de 40%. La WP mejora significativamente la eficiencia de atrapamiento el atrapamiento de *L. mesenteroides*.

Agradecimientos. Los autores agradecen SIP-IPN: 20221197 y 20231779 y al CONACyT por el apoyo económico brindado.

Bibliografía.

1. Qingzhuo Gu YYXLFLDJM. Encapsulation of multiple probiotics, synbiotics, or nutrabiobiotics for improved health effects. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2022;309.
2. Valero-Cases E, Frutos MJ. Effect of different types of encapsulation on the survival of *Lactobacillus plantarum* during storage with inulin and in vitro digestion. *LWT*. 2015;64(2):824–8.
3. Diana, CR., Humberto, HS. & Jorge, Y.F. Probiotic Properties of *Leuconostoc mesenteroides* Isolated from Aguamiel of Agave salmiana. *Probiotics & Antimicro. Prot.* 7, 107–117, 2015 <https://doi.org/10.1007/s12602-015-9187-5>
4. Arranee Chotiko, Subramaniam Sathivel, Three protective agents for pectin-rice bran capsules for encapsulating *Lactobacillus plantarum*, *Food Bioscience*, 16, 2016, 56-65. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2016.10.001>

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA NANOEMULSIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CLAVO

Nathalie Schlienger^a, Marisela González^b, Hugo Espinosa-Andrews^a, José Nabor Haro^a. ^a CIATEJ, A.C. CP 45019 Zapopan, Jal., México. ^bCIATEJ, A.C. CP 44270 Guadalajara, Jal., México.

Contacto: joharo_al@ciatej.edu.mx

Palabras clave: probióticas, patógenas, nanoemulsión

Introducción. La microbiota es esencial para la salud humana, por lo que es importante priorizar la modulación de este ecosistema aún inexplorado. El consumo de probióticos sigue en aumento debido a sus beneficios, como la producción de ácidos grasos de cadena corta, la modulación del sistema inmunológico, la prevención de enfermedades gastrointestinales y la restauración de la mucosa. La industria alimentaria está investigando nuevas estrategias para preservar la viabilidad de los probióticos y equilibrar la microbiota intestinal. Una alternativa estudiada debido al problema de la resistencia a los antibióticos y la demanda de productos naturales es el uso de aceites esenciales con actividad antimicrobiana, como el aceite esencial de clavo (CEO). Actualmente, se está investigando cómo potenciar su bioactividad a través de nanoemulsiones o nanopartículas debido a sus propiedades versátiles, tamaño y capacidad de asegurar una liberación controlada y dirigida (1,2). El objetivo de este trabajo fue evaluar la mejora de la actividad antimicrobiana mediante la nanoemulsión del aceite esencial clavo.

Metodología. Se preparó una nanoemulsión con un ultrasónico equipado con una sonda de 3 mm de diámetro (FB50, FisherBrand, Pittsburgh, PA, EE. UU.) aplicando una amplitud del 90 % durante 5 min. La composición de la nanoemulsión constaba con un volumen de triglicéridos de cadena media 1.25 %, aceite esencial de clavo 1.25 %, emulsionante 1 % (Tween 80) y agua destilada 96.5 %. Se determinó el tamaño inicial y en almacenamiento por un mes (4, 20 y 37 °C) empleando un Zetasizer nano ZS90. Se utilizaron cultivos bacterianos para probar la eficacia antibacteriana de cada tratamiento. Las bacterias fueron inoculadas y diseminadas en la superficie del agar. Se perforó un orificio de d= 6 mm en la superficie sobre el que se colocaron 100 µL de cada tratamiento. Se incubaron Las placas fueron incubadas y por difusión, cada tratamiento inhibió el crecimiento bacteriano. El diámetro de la zona de inhibición se mide para evaluar su eficacia antibacteriana (3).

Resultados. Los tamaños de partícula de cada una e índices de polidispersidad (PDI) de cada nanoemulsión se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Estabilidad de las nanoemulsiones a diferentes temperaturas de almacenamiento.

	Z-Ave		Pdl	
Inicial	93.19 ±	3.92	0.10 ±	0.04
4 °C	146.56 ±	23.62	0.08 ±	0.03
20 °C	272.88 ±	32.97	0.13 ±	0.07
37 °C	673.90 ±	19.07	0.22 ±	0.03

La tabla 2 muestra los diámetros de inhibición de cada una de las cepas microbianas evaluadas contra cada uno de los tratamientos. El diámetro de inhibición fue mayor al para la nanoemulsión. Sin embargo no se presentó efecto contra las bacterias probióticas a las concentraciones evaluadas.

Tabla 2. Actividad antibacteriana in vitro.

Cepas microbianas	Difusión en agar (mm)	
	Nanoemulsión	CEO
<i>S. aureus</i>	10.33 ±0.57	11.5 ±0.5
<i>L. monocytogenes</i>	10.83 ±0.76	11.5 ±0.5
<i>E. coli</i>	17.66 ±0.57	12.33 ±0.57
<i>S. typhi</i>	11.33 ±0.28	11.16 ±0.28
<i>L. plantarum</i>	NA	NA
<i>L. acidophilus</i>	NA	NA
<i>L. rhamnosus</i>	NA	NA

NA, no mostro actividad.

Conclusiones. La nanoemulsión de aceite esencial de clavo presentó distintos grados de inhibición contra patógenas y probióticas. La nanoemulsión aumento la actividad inhibitoria del aceite esencial de clavo de olor. Ninguno de los tratamientos presento efecto contra las bacterias probióticas, por lo que el uso del aceite esencial de clavo o su nanoemulsión podrían ser utilizados en el desarrollo de productos que busquen equilibrar la microbiota.

Bibliografía.

1. Haro-González JN, Castillo-Herrera GA, Martínez-Velázquez M, Espinosa-Andrews H. *Molecules* [Internet]. (2021). Oct 22;26(21):6387. Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/21/6387>
2. Barajas-Álvarez P, González-Ávila M, Espinosa-Andrews H. *LWT*. 2022(1)153: 112485.
3. Nirmala MJ, Durai L, Gopakumar V, Nagarajan R. (2019). *Int J Nanomedicine*. 2019(14) :6439–50.

EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES ADICIONADAS CON EXTRACTO DE COL MORADA COMO INDICADORES DE pH

Daniela Alejandra Robles-Vences², Jorge A. García-Fajardo², Ma. del Carmen Hernández-Jaimes¹
¹Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Ciencias, Toluca, EdoMéx, 50200. ²CIATEJ
 subsede Noreste, Apodaca, N.L., 66628. darobles_al@ciatej.edu.mx

Palabras clave: biopelículas, indicador de pH, antocianinas

Introducción. Los empaques plásticos han generado grandes problemas de contaminación debido a su disposición final (1), aunado a eso y al reciente aumento de la preocupación sobre los alimentos seguros y las actitudes cambiantes de los consumidores, han traído consigo muchas innovaciones en la tecnología de envasado (2). En este trabajo se evaluó la funcionalidad de películas biodegradables adicionadas con extracto de col morada como indicadores de pH debido a su alto contenido de antocianinas.

Metodología.

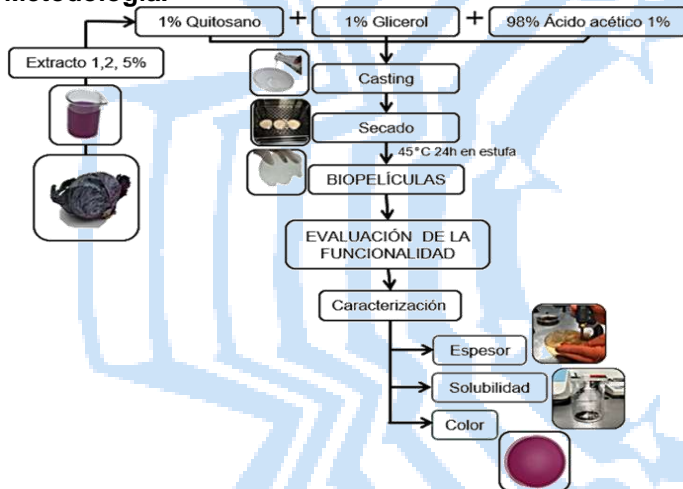


Fig. 1 Metodología empleada para la formulación y elaboración de las biopelículas

Se utilizó la metodología presentada en la Figura 1 para la elaboración de 4 formulaciones con concentraciones diferentes de extracto de col morada (0, 1, 2 y 5%). Los experimentos fueron realizados por triplicado y los datos se analizaron con un ANOVA y una prueba Tukey de comparación de medias con una significancia estadística de $p \leq 0.05$.

Resultados. La solubilidad, el grosor y el color de las películas formadas estuvieron influenciadas por la concentración de antocianinas. El grosor afecta las propiedades mecánicas como resistencia a la ruptura y permeabilidad al vapor de agua, mientras que la solubilidad es un indicador de la resistencia a un medio húmedo. Las películas formuladas con 5% de extracto presentaron mayor solubilidad (74%) y espesor (0.098mm) que las que contenían 1 y 2% de extracto, entre las cuales, no hubo diferencias significativas.



Fig. 2 Obtención de biopelículas por casting. A. Con extracto de col morada. B. Sin extracto

Tabla 1 Caracterización de las propiedades físicas de las biopelículas

% de extracto	Espesor (mm)	Solubilidad %
0	0.047 ± 0.07 ^a	58 ± 2.10 ^d
1	0.091 ± 0.21 ^b	63 ± 1.62 ^e
2	0.093 ± 0.23 ^b	65 ± 1.61 ^e
5	0.098 ± 0.01 ^c	74 ± 4.95 ^f

Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa con un nivel del 95% de confianza. Los datos son expresados como la media ± desviación estándar, n=3



Fig. 3 Cambio visual en la coloración de las biopelículas con concentraciones de extracto de col morada (0, 1, 2 y 5%) sometidas a buffer de ácido cítrico con diferentes valores de pH

Al sumergir trozos de cada película en soluciones tampón con un rango de pH de 1-14 se apreció con éxito que visualmente hubo un cambio secuencial en el color, lo que sugiere una posible aplicación como empaque inteligente en productos alimenticios para poder monitorear su calidad en tiempo real e informar sus condiciones mediante la emisión de una señal colorimétrica.

Conclusiones. Se obtuvieron biopelículas que al ser adicionadas con extracto de col morada modificaron sus propiedades físicas, además, presentaron un cambio de color respecto al pH de la solución en la que se encontraban mostrando diferentes tonalidades, rojas, azules y verdes/amarillas, atribuido a la estructura química de las antocianinas.

Bibliografía.

- Alves, V., Mali, S., Beléia, A., & Grossmann, M. (2007). JFE, 78(3), 941-946.
- Dong, H., Ling, Z., Zhang, X., Zhang, X., Ramaswamy, S., & Xu, F. (2020). S&A B: Chemical, 309

Análisis organoléptico de gomitas a base de chayote para uso como nutraceutico contra enfermedades que afectan a la población mexicana.

Jacqueline Esperón-Carreón, Oscar Enrique Méndez-Guerrero, Arantza Jolie Arechar-Cruz, Daykary Amayrany Mendoza-Rivera, Roberto Delgado-Duran, Aurora Antonio-Pérez, Eduardo Ramón Rivero-Aranda, Ana Laura Torres-Huerta. ITESM Departamento de Ingeniería y Ciencias, Estado de México, 54760. atorresh@tec.mx

Palabras clave: chayote, biopéptidos, nutraceutico.

Introducción. En México, las principales causas de morbilidad son la diabetes, enfermedades cerebrovasculares y cardiovasculares. Por ello, surge el interés de formular alimentos que contengan bio componentes activos contra estas problemáticas. El mercado mundial de alimentos funcionales alcanzó un valor de 183 mil millones de dólares en 2022, y para 2026 alcanzará los 218,300 mdd (1). Por lo que es un área de oportunidad, en la cual se pueden generar productos de alta calidad que pueden incluir efectos beneficiosos para la salud. El chayote contiene bio componentes con propiedades anti-alérgicas, antiinflamatorias, antitumorales, anti-envejecimiento, anti-hipertensivas, entre otras. Los biopéptidos que contiene el chayote podrían ayudar al control de la presión arterial como se ha identificado para otros alimentos como el arroz (2). En este proyecto se ha diseñado un nutraceutico a base de chayote en presentación de "gomitas".

Metodología. Se obtuvo harina de chayote mediante liofilización y se realizó su caracterización bromatológica (3). Posteriormente se realizaron pruebas de formulación para optimizar sabor, consistencia, entre otros aspectos. Se prototiparon 4 distintas formulaciones de gomitas, las cuales se denominaron como se indica en tabla 1.

Tabla 1. Denominación de los prototipos evaluados.

Identificación	Descripción
101	Versión final del producto.
102	Aumento en harina de chayote, ácido ascórbico y jarabe de agave.
103	Aumento en harina de chayote y ácido cítrico, disminución de colorante y jarabe de agave.
104	Incremento de grenetina, ácido ascórbico, goma guar, y disminución de colorante.

Los prototipos fueron evaluadas organolépticamente, con énfasis en aspecto visual, olor, textura, sabor y aceptación global de consumo, desarrollándose 126 pruebas hasta la fecha. Estas encuestas fueron realizadas a un grupo de entre 15 y 88 años de edad.

Resultados. Previo a la ingesta el consumidor, se realizó una encuesta para conocer sus preferencias

sobre el chayote así como otros datos generales. Igualmente, el 65% eligió la receta 101 como la más atractiva para su degustación debido a su color. Además, el 63.49% esperaba del producto un sabor dulce. Se muestra en la **Figura 1**, la preferencia del público ante la formulación 1, en donde se usa una escala en donde 1 es la de mayor agrado mientras el 4 es el menos. En la **figura 2** se observa que un mínimo de personas consideró que el sabor es fuerte.



Fig. 1. Preferencia de sabor de las 4 muestras

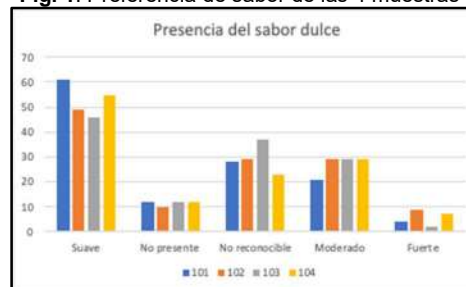


Fig. 2. Preferencia del sabor dulce de las 4 muestras

Conclusiones. Se logró crear una formulación de gomitas nutraceuticas con aceptación positiva entre el público consumidor.

Agradecimiento. Al ITESM-CEM por infraestructura e instalaciones.

Bibliografía.

- EMR. Análisis de la Industria de Alimentos Funcionales. <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-alimentos-funcionales>
- Shobako N, Ohinata K. Anti-Hypertensive Effects of Peptides Derived from Rice Bran Protein. *Nutrients*. 2020 Oct 7;12(10):3060. doi: 10.3390/nu12103060. PMID: 33036355; PMCID: PMC7600238.
- García Espinosa MG, Aprovechamiento de propiedades antihipertensivas de los péptidos de chayote para elaboración de gomitas. 5to Congreso Internacional de Alimentos Funcionales y Nutraceuticos. Junio 2022, Guadalajara, Jal. 203-Aproe al-poster.

ACTIVIDAD ANTIHIPERTENSIVA DE LECHE FERMENTADAS COMERCIALES: ESTUDIO EN UNA CINÉTICA DE REFRIGERACIÓN

José Emiliano Rodríguez Gasca, Elizabeth Contreras López, Castañeda Ovando Araceli, Judith Jaimez Ordaz, Emmanuel Pérez Escalante, Luis Guillermo González Olivares
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma Hidalgo, C.P. 42184.

ro282324@uaeh.edu.mx

Palabras clave: capacidad antihipertensiva, péptidos bioactivos, leches fermentadas, ECA

Introducción. Las proteínas de la leche y los péptidos derivados de ellas, han sido relacionadas con actividad antihipertensiva. Esta bioactividad ha sido encontrada en leches fermentadas con bacterias ácido lácticas (BAL) probióticas y no probióticas. Además, se ha relacionado en la comercialización de ciertas leches fermentadas tales como Calpis^{R(1)}. Sin embargo, diferentes leches comerciales podrían tener este efecto pero los estudios son muy pocos en relación a ello. Sobre todo atendiendo al mantenimiento de la viabilidad de BAL y su metabolismo en refrigeración durante la etapa de vida útil del producto⁽²⁾.

Es por ello que el objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad antihipertensiva de cinco leches fermentadas comerciales, monitoreando durante su almacenamiento en refrigeración.

Metodología. Se eligieron 5 leches fermentadas comerciales codificando desde LF1 hasta LF5. Las leches se eligieron con al menos 30 días de vida útil. Se determinaron: viabilidad, sembrando en agar-MRS; proteólisis analizada por electroforesis y grupos amino libres por la técnica de TNBS; pH y acidez titulable y finalmente capacidad antihipertensiva por medio de la técnica de inhibición de enzima convertidora de angiotensina (ECA).

Resultados. Se observa en la tabla 1 que la concentración de BAL aumenta en la semana uno y se mantiene constante hasta la semana 3, exceptuando a LF5 en la cual la concentración fue menor.

Tabla 1. Viabilidad de BAL (log UFC/ml) en leches fermentadas durante almacenamiento a 4 °C

PRODUCTO	SEMANA0	SEMANA1	SEMANA2	SEMANA3
LF1	3.50±0.00	7.95±0.07	8.04±0.06	7.90±0.08
LF2	3.50±0.00	7.70±0.00	7.87±0.12	7.69±0.12
LF3	6.77±0.10	8.05 ±0.21	8.04±0.27	8.04±0.27
LF4	3.50±0.00	8.02±0.09	8.59±0.10	8.35±0.44
LF5	3.50±0.00	3.50±0.00	7.63±0.21	2.50±0.00

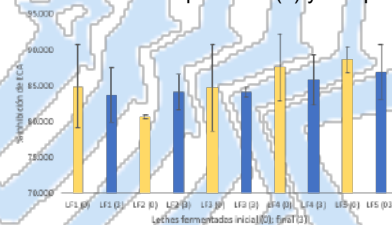
Se sabe que en leches comerciales probióticas es importante la concentración de microorganismos⁽²⁾. Sin embargo, condiciones como la concentración de azúcares y la disponibilidad de oxígeno determinan la capacidad metabólica del microorganismo⁽¹⁾. A pesar de esta concentración no se observó cambio en el pH durante todo el almacenamiento. Solo se observó cambio de pH en LF1. En la tabla 2 se observan los cambios en la concentración de grupos amino libres. Se encontraron concentraciones variables las cuales

ascendían y descendían durante las semanas de monitoreo. Esto es debido al sistema proteolítico de cada cepa. Es por ello que aún cuando se mantiene activo el microorganismo, la concentración de péptidos varía de acuerdo a las necesidades de nitrógeno, como fue determinado a través del análisis de electroforesis. Sin embargo, esto no influyó en la inhibición de ECA (Figura 3) la cual fue superior al 80% en todos los casos pero si tuvo un aumento significativo en LF3 que es la única leche comercial con *S.thermophilus*, la cual es una BAL que ha demostrado su capacidad para producir péptidos antihipertensivos.⁽³⁾

Tabla 1. Concentración de grupos amino libres (mg/mL) en leches fermentadas durante almacenamiento a 4 °C

Producto	SEMANA0	SEMANA1	SEMANA2	SEMANA3
LF1	107.804	297.804	116.065	190.413
LF2	149.109	107.804	178.022	211.065
LF3	186.283	273.022	157.370	256.500
LF4	83.022	264.761	169.761	277.152
LF5	438.239	644.761	558.022	376.283

Fig. 1. Inhibición de ECA durante almacenamiento a 4 °C de leches fermentadas comerciales. Tiempo inicial (0) y tiempo final (3)



Conclusiones. Todas las leches comerciales estudiadas tienen capacidad antihipertensiva superior a 80%, comparable con leches comercializadas con esta actividad. Además la actividad es dependiente de la proteólisis.

Bibliografía.

- Landim, A. P. M., Tiburski, J. H., Mellinger, C. G., Juliano, P., & Rosenthal, A. (2023). Potential Application of High Hydrostatic Pressure on the Production of Hydrolyzed Proteins with Antioxidant and Antihypertensive Properties and Low Allergenicity: A Review. *Foods*, 12(3), 630.
- González-Olivares, L. G., Añorve-Morga, J., Castañeda-Ovando, A., Contreras-López, E., & Jaimez-Ordaz, J. (2014). Peptide separation of commercial fermented milk during refrigerated storage. *Food Science and Technology*, 34, 674-679.
- Chang, O. K., Roux, É., Awussi, A. A., Miclo, L., Jardin, J., Jameh, N., ... & Perrin, C. (2014). Use of a free form of the *Streptococcus thermophilus* cell envelope protease PrtS as a tool to produce bioactive peptides. *International Dairy Journal*, 38(2), 104-115.

USO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA LA OBTENCIÓN DE UN PAN ARTESANAL CON VIDA DE ANAQUEL EXTENDIDA

Bautista-Espinoza, P. I.^{1*}, Di Pierro, P.², García-Almendarez B. E.¹, Amaya-Llano S.L.¹, Mares-Mares E.³, Regalado-González, C.¹.

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010, Querétaro, México. ²Università degli Studi di Napoli Federico II, Corso Umberto I, 40, 80138, Naples, Italy. ³Tecnologico Nacional de México, Carretera Guanajuato-Puentecillas km 10.5, C.P 36242, Guanajuato, México.

Palabras clave: recubrimientos comestibles, pan, aceites esenciales

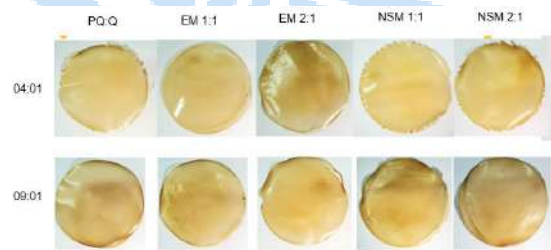
Introducción. El deterioro por hongos es uno de los problemas más comunes en la industria de la panadería. Para controlar este problema, se han utilizado aditivos tales como los sorbatos y benzoatos. El uso de recubrimientos y películas comestibles que contengan agentes antimicrobianos, como los aceites esenciales, se presentan como una alternativa a los aditivos químicos (1). Los aceites esenciales (EOs) han sido ampliamente estudiados debido a la actividad antimicrobiana que muestran (2). Debido a la naturaleza volátil de los aceites esenciales, estos suelen ser encapsulados para poder proteger su naturaleza antifúngica (3). El objetivo del presente trabajo fue elaborar un recubrimiento comestible a base de quitosano y proteína de quinoa, adicionado con aceites esenciales encapsulados en partículas de sílice mesoporosa y evaluar su impacto en la vida de anaquel de un pan de masa madre.

Metodología. La canela (*Cinnamomum verum*) y la hierba limón (*Cymbopogon citratus*) fueron obtenidos en el mercado Josefa Ortiz "la Cruz" (Querétaro, México). Se realizó una extracción de aceite por arrastre de vapor (hidrodestilador UAQ-001). Se realizó un diseño experimental 2³ con los factores siendo la relación de proteína de quinoa (PQ) y quitosano (CH) (4:1 y 9:1) y la relación de aceite esencial de canela (AEC) y aceite esencial de hierba limón (AEL) encapsulados en partículas de sílice mesoporosa (1:1 y 2:1). A los tratamientos se les evaluó las propiedades mecánicas, de color, antimicrobianas, de grosor y permeabilidad al vapor de agua. Se seleccionó el mejor tratamiento y fue aplicado a un pan de masa madre. Los panes fueron luego sometidos a un cámara climática (ClimaCell) y evaluados en condiciones aceleradas y se realizó una evaluación sensorial a un panel de 60 consumidores no entrenados.

Resultados. El tratamiento con relación 1:4 (QT:QU) inhibió al 63% el crecimiento de *Rhizopus stolonifer*, con tamaño de partícula de 2.81±0.13 μm, índice de polidispersión de 0.77±1.4 y potencial ζ de 26.4±1.3 mV. Los tratamientos 1:4 y 1:9 (QT:QU) demostraron propiedades mecánicas similares, aunque el recubrimiento 1:4 demostró tener una estructura más homogénea (figura 1). Todos los recubrimientos tuvieron opacidad de menos del 40%. La actividad antifúngica de las películas incrementó cuando se añadieron las partículas. El recubrimiento fue aplicado

a un pan de masa madre y se realizó la evaluación sensorial y el estudio de vida de anaquel durante 7 días. No se observó crecimiento de coliformes y levaduras a los 7 días. El color de los panes cuando fueron recubiertos se conservó durante toda la extensión del estudio. El endurecimiento de los panes fue retrasado cuando se añadieron los recubrimientos.

Figura 1. Películas obtenidas



Se realizó la evaluación sensorial a un panel de 60 jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de 7 puntos. Para los parámetros de olor, color y sabor no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, con una aceptabilidad general de 6.9. El parámetro de textura mostró diferencias estadísticamente significativas, los jueces prefirieron los tratamientos recubiertos (6.8) al control sin recubrimiento (6.5).

Conclusiones.

Los recubrimientos comestibles se presentan como una buena alternativa como empaques biodegradables para alimentos al conservar las capacidades antifúngicas de los aceites esenciales.

Bibliografía.

1. Abugoch, L. E., Tapia, C., Villamán, M. C., Yazdani-Pedram, M., & Díaz-Dosque, M. (2011). *Food Hydrocolloids*, 25(5), 879-886.
2. Adelbar, M. F., Shams, R. S., Morsy, O. M., Hady, M. A., Shoueir, K., & Abdelmonem, R. (2020). *International Journal of Biological Macromolecules*, 156, 858-868.
3. Bangar, S. P., Singh, A., Trif, M., Kumar, M., Kumar, P., Kaur, R., & Kaur, N. (2021). *Coatings*, 11(9), 1106.

EFFECTO PREBIÓTICO DE FRUCTANOS COMERCIALES SOBRE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS.

Juan Luis Morales-Landa¹, Lorena Moreno-Vilet², Rosa María Camacho-Ruiz², Luis Mario Cordero-Quñones¹, José A. González-Montemayor¹, Jorge Alberto García-Fajardo¹, Noé Luiz Santos^{1*}
¹CIATEJ Noreste, Vía de la Innovación 404. Autopista Mty-Aeropuerto Km 10, Parque PIIT, 66628 Apodaca, N.L. ²CIATEJ Zapopán. Cam. Arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jal.

*nsantos@ciatej.mx

Palabras clave: *Agavina, Inulina, Lactobacillus*

Introducción. Los fructanos son compuestos formados por unidades de fructosa en cadenas lineales o ramificadas que estimulan el crecimiento de bacterias probióticas para la salud (1,2). Dada su importancia, actualmente existe un incremento en su consumo a nivel comercial. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto prebiótico de fructanos comerciales sobre el crecimiento de Bacterias Ácido Lácticas (BAL).

Metodología. Los fructanos comerciales (Tabla 1) fueron caracterizados mediante cromatografía de exclusión por tamaño HPLC-SEC (3). El efecto prebiótico de los fructanos se evaluó sobre el crecimiento de *Lactobacillus plantarum* ATCC[®] 8014 y *Lactobacillus rhamnosus* ATCC[®] 53103 en medio MRS, sustituyendo la glucosa con el respectivo fructano a una concentración de 20 g/L. El crecimiento se midió mediante la unidad nefelométrica de turbidez (NTU), durante 16 horas. Los datos se ajustaron a la función logística para estimar la velocidad máxima de crecimiento (μ_{max}).

Resultados. La caracterización de fructanos de la planta de *Agave tequilana* (Agavina) e inulina de la raíz de achicoria (*Cichorium intybus*) comerciales por HPLC-SEC, permite agrupar de acuerdo con su grado de polimerización (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización del grado de polimerización de fructanos comerciales (n=2)

Fructano	FAPM (%)	FOS (%)	MD (%)	GPP
Inulina HP [®]	98.3±0.7	1.43±0.7	0.3±0.02	25.7±0.6
Inulina P95 [®]	1.97±0.9	91.7±0.1	6.36±1	5.3±0.4
Inulina GR [®]	56.7±2	35.9±2.3	7.4±0.3	11.9±0.3
Olifruktine [®]	65.5±2.6	24.3±0.9	10.2±1.7	16.4±0.9

FAPM = Fructano de alto peso molecular >10 monómeros; FOS = Fructooligosacáridos de 3–10 monómeros; MD = Mono y Disacáridos y GPP = Grado de polimerización promedio. Datos representados por media ± una desviación estándar (DS)

Para ambas bacterias, se observó mayor crecimiento en los fructanos que contienen mezclas de distintos GP (GR y FA). *L. plantarum* tuvo mayor efecto prebiótico con inulina GR (721.94 ± 60.8 NTU) y μ_{max} = 1.67 h⁻¹

(Fig. 1a). Mientras que *L. rhamnosus* tuvo su mayor asimilación con la Agavina Olifruktine[®] (683.7±113.8 NTU), μ_{max} = 0.814 h⁻¹(Fig. 1b).

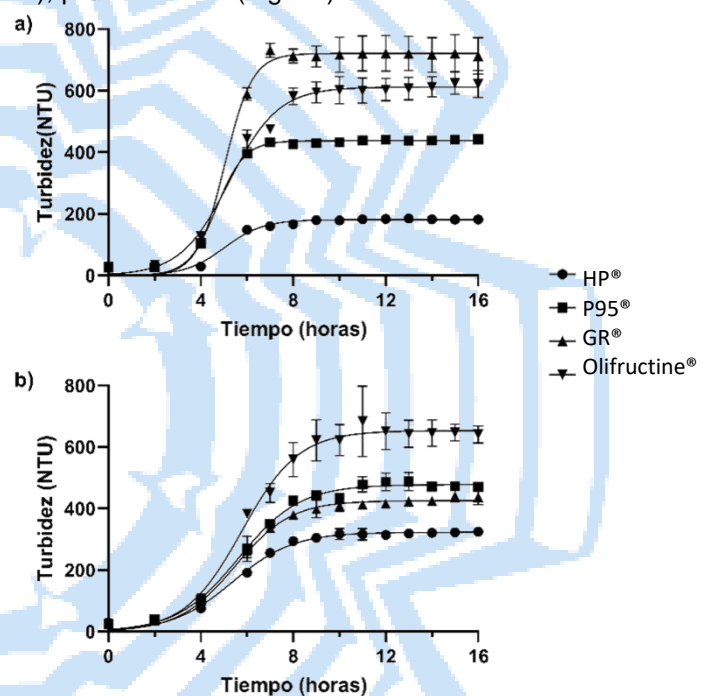


Fig. 1. Curva de crecimiento de *L. plantarum* (a) y *L. rhamnosus* (b) en medio MRS con fructanos comerciales (n=2).

Conclusiones. Se evaluó el efecto prebiótico de cuatro fructanos comerciales sobre BAL, siendo *L. plantarum* ATCC[®] 8014 quien favoreció su crecimiento por fructanos nativos (Inulina GR[®]/ Olifruktine[®]).

Agradecimiento. Proyecto: 9868-2021. De la ciencia al mercado COECYTJAL.

Bibliografía.

- García-Gamboa R., Domínguez-Simi M., Gradilla-Hernández M., Bravo J., Ruiz-Álvarez B., González-Ávila M. (2022). *Antibiotics*. 11 (1135): 1-11.
- Ramírez-Pérez J.I., Álvarez-Gutiérrez P.E., Lujan-Hidalgo M.C., Ovando-Chacón S.L., Soria-Guerra R.E., Ruiz-Cabrera M.A., Grajales-Lagunes A., Abud-Archila M. (2022). *Arch. Microbiol.* 204 (364): 1-15.
- Moreno-Vilet L., Bostyn M., Flores-Montaño J.L., Camacho-Ruiz R.M. (2017). *Food Chem.* 237: 833-840.

DISEÑO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN MODIFICADO Y QUITOSANO REFORZADO CON PARTÍCULAS DE SÍLICE MESOPOROSA

Padilla-Mora, K. N.^{1*}, Bautista-Espinoza, P. I.¹, Regalado-González, C.¹.

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010, Querétaro, México.

Palabras clave: recubrimientos comestibles, fresa, nanopartículas

Introducción. Las fresas son un género de plantas rastreras estoloníferas de la familia *Rosaceae*, altamente consumidas a nivel mundial (1). Sin embargo, se trata de plantas altamente percederas, comúnmente atacadas por hongos, especialmente del género *Rhizopus* y *Botrytis*. Para combatir este problema, se han usado pesticidas y demás químicos. Sin embargo, el uso de este tipo de sustancias no es tan recomendable por razones ambientales y de salud (2). El uso de recubrimientos comestibles se presenta como una alternativa para conservar alimentos perecederos, ya que estos pueden ser adicionados con diversos compuestos antimicrobianos (3). Los aceites esenciales han sido ampliamente utilizados para la conservación de alimentos. El objetivo de este trabajo fue diseñar un recubrimiento comestible a base de almidón modificado y quitosano reforzado con partículas de sílice mesoporosa con aceite esencial de canela.

Metodología. La canela (*Cinnamomum verum*) fue obtenida en el mercado Josefa Ortiz "la Cruz" (Querétaro, México). Se realizó una extracción de aceite por arrastre de vapor (hidrodestilador UAQ-001). Se realizó un diseño experimental, utilizando dos tipos de quitosano: uno con nivel de 75% de des-acetilación (QF) y otro con 90% de des-acetilación (QB). A los tratamientos se les evaluó las propiedades mecánicas, de color, antimicrobianas, de grosor y permeabilidad al vapor de agua. Se seleccionó el mejor tratamiento para ser aplicado en fresas (Central de Abastos, Irapuato, Guanajuato, México) a las cuales se les medirá el efecto en la vida de anaquel del producto.

Resultados. Se obtuvieron partículas de sílice mesoporosa de rangos mayores a 100 nm. Una vez que las partículas fueron cargadas con aceite esencial de canela, se formaron aglomeraciones que llegaron a los 200 nm. Estas aglomeraciones no tuvieron inferencia durante la realización de la película, ya que todos los tratamientos formaron recubrimientos homogéneos, color amarillo pálido (figura 1) y de un grosor de menos de 0.3 mm (203 nm) El tratamiento elaborado con quitosano 75% de des-acetilación (QF) demostró tener las mejores propiedades mecánicas (tabla 1). Todos los tratamientos mostraron opacidad de menos del 40%. Todos los tratamientos fueron 100% solubles en agua, lo cual indica que pudiera ser consumido sin problemas. Todos los tratamientos tomaron una baja permeabilidad a vapor de agua, siendo el de menor permeabilidad el tratamiento QF.

Tabla 1. Propiedades mecánicas de los recubrimientos

Muestra	Elongación (%)	Resistencia a la tensión (N)	Módulo de Young (Mpa)
QF	2.5368	28.4680	735.3567
QF NMS	2.2705	22.0240	612.7567
QB	2.2848	23.9490	667.2233
QB NSM	1.9963	17.5247	613.6433



Figura 1. Recubrimientos obtenidos a partir de los dos tipos de quitosano (QF: izquierda; QB: derecha)

Conclusiones. Los recubrimientos comestibles son una forma de sustituir a los empaques comerciales y así disminuir el impacto ambiental que estos tienen. El quitosano y el almidón oxidado son biopolímeros ampliamente utilizados para realizar recubrimientos comestibles debido a sus propiedades. Se obtuvo un recubrimiento comestible a base de estos polímeros y se adicionó partículas de sílice mesoporosa con aceite esencial de canela para otorgar propiedades antimicrobianas.

Bibliografía.

- Peretto, G., Du, W. X., Avena-Bustillos, R. J., Sarreal, S. B. L., Hua, S. S. T., Sambo, P., & McHugh, T. H. (2014). *Postharvest Biology and Technology*, 89, 11-18.
- Pavinatto, A., de Almeida Mattos, A. V., Malpass, A. C. G., Okura, M. H., Balogh, D. T., & Sanfelice, R. C. (2020). *International Journal of Biological Macromolecules*, 151, 1004-1011.
- Taha, I., Shahat, M., Mohamed, M., & Osheba, A. (2020). *Al-Azhar Journal of Agricultural Research*, 45(2), 1-14.

CARACTERIZACIÓN NUTRIMENTAL Y ANTIOXIDANTE EN ARILOS DE GUAMÚCHIL DEL ESTADO DE JALISCO

Alba Rossana Hernández García^{1*}, Dalia Samanta Aguilar Ávila², Juan Manuel Viveros Paredes², Alma Hortensia Martínez Preciado², Rocío Ivette López Roa²

¹Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara, Sierra Mojada 950, Col. Independencia, C.P. 44340. ²Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI), Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán 1421, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco, México. *Correo: alba.hernandez@academicos.udg.mx

Palabras clave: Leguminosa, pinzan, propiedades nutraceuticas.

Introducción. El Guamúchil (*Pithecellobium dulce*, *Roxb Bent*), es una leguminosa nativa y accesible en México. Su consumo humano es limitado y sus frutos llamados arilos solo maduran una temporada al año, por lo que sus propiedades nutricionales y funcionales son poco conocidas^{1,2}. El contenido nutricional del arilo puede diferir de acuerdo con el lugar de recolección y sus condiciones ambientales¹. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la composición nutrimental y antioxidante de los arilos de guamúchil blancos y rojos frescos (figura1) recolectados en la costa sur de Jalisco (Autlán de Navarro).

Metodología. Se realizó un análisis químico proximal de los arilos frescos del guamúchil de acuerdo con los métodos de análisis oficiales *The Association of Official Analytical Chemists* (AOAC)³, donde se determinó por duplicado la humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra dietética, carbohidratos, azúcares reductores, sodio y contenido energético. Para la evaluación antioxidante se realizó un extracto metanólico de los arilos de guamúchil molido en procesador de alimentos (KitchenAid). Por triplicado, se cuantificó el contenido total de fenoles, flavonoides, taninos y capacidad antioxidante por porcentaje de inhibición al radical libre 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH)⁴. Para las curvas de calibración se utilizaron Ácido gálico, Catequina y Trolox, mediante ecuaciones de regresión lineal. Se reportó el contenido nutrimental y antioxidante en media \pm desviaciones estándar (DE).

Resultados. La tabla 1 muestra el contenido nutrimental en 100 g de muestra fresca de los arilos del guamúchil. Este fruto tiene un bajo aporte calórico; un alta porcentaje de carbohidratos como los azúcares reductores y fibra dietética, además de un bajo contenido en proteína y nulo en grasa. La evaluación antioxidante en extractos de arilos mostró un contenido fenólico total de 68.86 ± 9.51 mg Equivalentes de Ácido Gálico/100 g de muestra húmeda. Se obtuvo un contenido de flavonoides de 138.42 mg Equivalentes de Catequina/100 g de muestra húmeda. Los Taninos

totales se reportan con 77.82 ± 0.07 mg Equivalentes de Catequina/100 g de muestra húmeda. Se observó que el extracto metanólico de los arilos alcanzan un 75.72 ± 6.52 % de inhibición al radical libre DPPH.

Tabla 1. Contenido nutrimental en 100 g de arilos de guamúchil

Determinación	Media	DE (\pm)
Contenido energético (kcal)	82.5	0.42
Proteína (g)	2.7	0.00
Grasa (g)	0.2	0.00
Fibra dietética (g)	2.2	0.14
Carbohidratos (g)	17.5	0.14
Azúcares reductores (g)	13.95	5.16
Sodio (mg)	68.7	6.08
Humedad (%)	76.85	0.07
Cenizas (g)	0.6	0.00

Figura 1. Arilos de guamúchil blancos y rojos sin semilla.



Conclusiones. Estos datos preliminares otorgan un acercamiento sobre el perfil nutrimental y antioxidante de arilos de guamúchil recolectados en el estado de Jalisco. Resultados que darán pauta para seguir estudiando compuestos bioactivos en este fruto con potencial funcional.

Agradecimiento. Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) con el número de becario de 60123 y a la Universidad de Guadalajara (CUCEI/CUCS).

Bibliografía.

1. Pío-León, J., Díaz-Camacho, S., Montes-Ávila, J., López-Angulo, G., Delgado-Vargas, F. (2013). *Fruits*, 68(5), 397-408.
2. Katekhaye, S., and Nagmoti, D. (2013). *Phytopharmacology*, 4(1), 123-130.
3. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. (2012) 19th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method 2008.01.
4. Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). *International journal of molecular sciences*, 22(7), 3380.

CARACTERIZACIÓN DE LA NARANJA ENANA DEL NOROESTE MEXICANO SEGÚN SU ESTADIO DE MADUREZ Y VARIACIÓN ESPACIAL/TEMPORAL

Lourdes Mariana Díaz-Tenorio, Ángela Patricia García-Montoya, Erika Denisse Mercado-Salgado, Luis Alonso Leyva-Soto, Ana María Rentería-Mexía, Estefanía Ramírez-Berrelleza, Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Ciudad Obregón, 85000, lourdes.diaz@itson.edu.mx.

Palabras clave: naranja, madurez, variación espacio-temporal

Introducción. Los cítricos, como el resto de las plantas, presentan frutos cuyas características como tamaño, color, forma, sabor, olor, etc., dependen de la especie/variedad y del medio donde son cultivadas (1). La naranja enana es un producto subutilizado y común en el noroeste mexicano, se considera que tiene un alto potencial para su cultivo comercial, ya que tiene la capacidad de crecer y reproducirse en diferentes condiciones. Por sus propiedades similares al kumquat (2), tiene gran potencial para la industria confitera, sin embargo, es necesario conocerlo como materia prima para conocer las variaciones que presentaría y así ajustar los procesos para mantener la calidad de los productos confitados. El objetivo del estudio es caracterizar a la naranja enana mediante pruebas físicas y químicas. Esto haciendo énfasis en el estadio de madurez, localización y temporada de recolección.

Metodología. Colectamos frutos de árboles ubicados en diferentes sitios, en diferentes estaciones, una vez limpios los clasificamos según la madurez. Se realizó una caracterización fisicoquímica de la naranja enana y su jugo. Del jugo extraído, se midió el rendimiento, volumen y densidad. Como indicadores químicos se tomaron el pH, índice de madurez sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), y la concentración de azúcares reductores (AR).

Resultados. En la figura 1 se muestra la variación del rendimiento del jugo, entre estadios de madurez, de un mismo árbol, pero en diferentes estaciones del año. El estadio maduro, evaluado en primavera presenta un mayor rendimiento, sin ser diferente de manera significativa de frutos maduros en verano o de frutos a penas maduros recolectados en otoño.

En la tabla 1 se muestran las variables evaluadas en frutos de árboles ubicados en sitios diferentes. Para los frutos colectados en otoño 2, solo se observaron diferencias estadísticamente en el pH y concentración de azúcares reductores.

Conclusiones. Basado en los resultados observados, la variación entre frutos es alta, sin embargo, las características como pH y concentración de azúcares

reductores, son de importancia en la industria confitera, ya que inciden en las propiedades sensoriales del producto final.

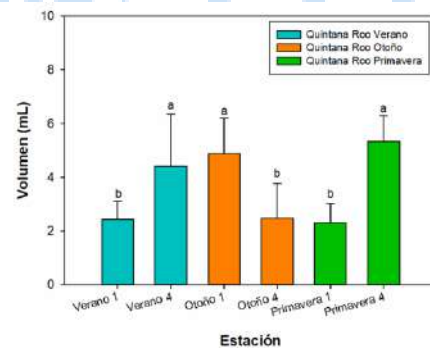


Fig. 1. Gráfica comparativa del rendimiento de jugo mismo sitio y diferente estación.

Tabla 1. Tabla comparativa de variables físico-químicas de arboles en diferentes localizadas.

Variable	Quintana Roo	Jubilados	Arquímedes
Peso (g)	+	+	+
Diámetro (cm)	+	+	+
Radio (cm)	+	+	+
Rendimiento (mL)	+	+	+
Volumen Total (mL)	+	+	+
Densidad (g/mL)	+	+	+
pH	-	-	+
SST	+	+	+
%Acidez	+	+	+
Índice de madurez	+	+	+
Azúcares reductores	+	-	-

Agradecimiento. Al PROFAPI del ITSON por el financiamiento parcial para realizar la investigación.

Bibliografía.

- Perez, Soraya M. (2022). Profile physical and phenolic-chemical of kumquat influenced by the environment analyzed in fresh. *Journal of Ecological Engineering*, 23(2):196-203.
- Pawelczyk, A., Żwawiak, J. y Zaprutko, L. (2021) Kumquat fruits as an important source of food ingredients and utility compounds. *Food Reviews International*, 39(2), 875-895.

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL EXTRACTO SÓLIDO DE *Origanum sp.* Y SU POSIBLE USO COMO CONSERVADOR EN UN PRODUCTO CÁRNICO

Jiménez Camacho Luis Enrique, Ángel Alfredo Núñez Vázquez, Raquel Ortega Muñoz, Jesús Fernando Montiel Aguirre. Depto. de Biología, Facultad de Química, UNAM, Ciudad de México, 04510, enrique.p5@hotmail.com

Palabras clave: extracto, antimicrobiano, conservador

Introducción. Las ETA son aquellas enfermedades de carácter infeccioso o tóxico, causadas por agentes (biológicos, químicos o físicos) que penetran al organismo usando como vehículo un alimento ¹. Los microorganismos están respondiendo y adaptándose constantemente a sus entornos e intervenciones de inocuidad de los alimentos. La carne puede ser el vehículo de toxiinfecciones alimentarias como consecuencia de una deficiente calidad higiénico-sanitaria ¹. Las bacterias identificadas con mayor frecuencia en enfermedades asociadas a productos cárnicos de origen vacuno son *Salmonella spp.*, *C. perfringens* y *S. aureus* e incluso *E. coli* O157:H7 ¹. Las plantas son una fuente prometedora de agentes antimicrobianos con un interés creciente en los alimentos totalmente naturales ². Por lo tanto, los productos derivados de plantas, como extractos y aceites esenciales contienen compuestos activos que pueden actuar como compuestos antimicrobianos que, al incorporarlos en un alimento, prolongarían la vida de almacenamiento, anaquel y la seguridad alimentaria ². Este proyecto busca la determinación de la actividad antimicrobiana del extracto de *Origanum sp.* en carne molida de res y su posible uso como conservador.

Metodología. Se obtuvo un extracto sólido a partir de la maceración de hojas y tallos secos de *Origanum sp.* en acetato de etilo. Posteriormente, el extracto fue granulado e incorporado en una muestra de carne molida de res en dos concentraciones (0.1 g/ 10 g de muestra y 1.0 g/10 g muestra), por otro lado, se utilizó como control una muestra de carne sin extracto, Después de 5 días de refrigeración se les realizó un análisis microbiológico enfocado en la cuenta en placa de mesófilos aerobios, coliformes totales y mohos y levaduras. Dicho análisis es descrito por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-092-SSA1-1994 ³, NOM-113-SSA1-1994 ⁴ y NOM-111-SSA1-1994 ⁵.

Resultados.

La actividad del extracto en su concentración más alta, en todos los análisis, se observó una disminución en la carga bacteriana, corroborado por la disminución en el conteo de UFC/ g de carne molida de res. Por otro lado, la actividad antimicrobiana del

extracto en el análisis de mesófilos aerobios y mohos / levaduras, fue significativa con respecto al control, desde la concentración más baja empleada del extracto (0.1g/10g de carne molida). Sin mencionar que en la cuenta de UFC de mohos y levaduras correspondiente a las diluciones 10^{-3} y 10^{-4} se generó una inhibición total.

Tabla 1. Concentración de células viables presentes en las muestras analizadas de carne molida de res.

g de Extracto / 10 g de muestra	UFC / g de muestra de Coliformes totales	UFC / g de muestra de bacterias Mesofílicas aerobias	UFC / g de muestra de Mohos y Levaduras
0 (control)	12×10^7 *	22×10^6	98×10^2
0.1	71×10^6 *	13×10^6	29×10^2
1	10×10^6	28×10^5	67×10^1

* "valor estimado"

Conclusiones.

El extracto de *Origanum sp.* disminuye la carga microbiana tras ser incorporado en carne molida de res, por lo que disminuye su deterioro en condiciones de refrigeración por parte de hongos y bacterias.

Agradecimiento.

Esta Investigación fue financiada por el Dr. Jesús Fernando Montiel Aguirre y la M.C. Raquel Ortega Muñoz.

Bibliografía.

1. Valtierra, D., Heredia, N.L., García, S., Sánchez, E. (2010). Reduction of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in poultry skin by fruit extracts. *Journal of Food Protection* 73(3):477-482.
2. Zhou G.H., XU, X.L., Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat—A review. *Science*. 86: 119-128
3. Secretaría de Salud. (1994) Norma Oficial Mexicana. NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de Bacterias Aeróbicas en Placa.
4. Secretaría de Salud. (1994) Norma Oficial Mexicana. NOM-113-SSA1-Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
5. Secretaría de Salud. (1995). Norma Oficial Mexicana. NOM-111-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y ESTRUCTURALES DE LEGUMINOSAS MEXICANAS: HARINAS DE FIBRA DE GUAMÚCHIL Y DE MEZQUITE

Dalia Samanta Aguilar Ávila¹, Alba Rossana Rodríguez Gutiérrez², Rocío Ivette López Roa¹, Alma Hortensia Martínez Preciado¹, Juan Manuel Viveros Paredes¹ ¹Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI). Universidad de Guadalajara. Laboratorio de Ingeniería y Biotecnología de los Alimentos. Laboratorio de Investigación y Desarrollo Farmacéutico, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44430, ²Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. C.P. 44340. samanta.aguilar@alumnos.udg.mx

Palabras clave: alimento funcional, fibra dietética, harina prebiótica

Introducción. El mezquite y el guamúchil son árboles que pertenecen a la familia *Leguminosae*. El mezquite se encuentra en zonas áridas y/o semiáridas de México y su fruto entero contiene entre 11 – 17 % de proteína y 13 – 34 % de azúcares¹. El guamúchil presenta entre 5.83 – 6.12 % de fibra dietética, de la cual el 4 -5 % corresponde a fibra soluble y cuenta con la presencia de antioxidantes como el ácido gálico, ácido mandélico, quercetina, entre otros². La caracterización química y física de harinas involucra la evaluación de propiedades químicas, morfológicas, tamaño de partícula y reológicas, las cuales brindan información sobre su estabilidad y control de calidad. Por esta razón, se buscó el evaluar las propiedades químicas, físicas y morfológicas de harinas provenientes de leguminosas mexicanas como la fibra de guamúchil y de mezquite.

Metodología. Las vainas de guamúchil y mezquite se obtuvieron de Autlán de Navarro y Mexicacán Jalisco, respectivamente. Las vainas se deshidrataron a 60°C por 4 días, se molieron y tamizaron. Se determinó el contenido de humedad mediante la técnica establecida por la AOAC y la determinación de color de las harinas se evaluó mediante un colorímetro de la marca BELEY 8 mm, identificando los parámetros *L*, *a* y *b*. Se determinó la viscosidad mediante un viscosímetro de Brookfield (DV1). Se utilizó el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) EVO 18, ZEISS, Germany a 15 KV. Las micrografías se procesaron con el software ImageJ para obtener el tamaño de partícula. Los datos están representados como la media de tres repeticiones ± desviación estándar. Se realizó una *t*-student para determinar diferencias entre grupos. Se evaluaron las diferencias significativas mediante el software estadístico GraphPad 8.0.

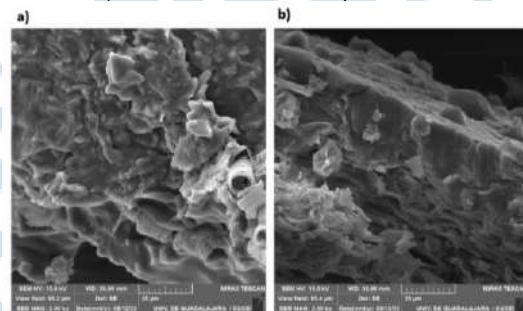
Resultados. En la Tabla 1. Se muestran los datos obtenidos de las propiedades físicas, químicas y estructurales de la fibra de guamúchil y de mezquite. El guamúchil presentó una mayor luminosidad (*L*) (74.31 ± 1.00) con respecto al mezquite (68.85 ± 1.9 En la

Figura 1. Se muestran las micrografías de las harinas de guamúchil y de mezquite a 2000x. Se observó una superficie heterogénea, con la presencia de algunos poros.

Tabla 1. Propiedades químicas, físicas y reológicas de las harinas de fibra de guamúchil y de mezquite.

	Guamúchil	Mezquite
L	74.3 ± 1	68.8 ± 1.9
a	7.8 ± 0.2	6.9 ± 0.7
b	16.6 ± 0.3	10.5 ± 1.6
Viscosidad	8.0 ± 1.0 cP	6.0 ± 0.0 cP
Humedad	16.5 %	15.0 %

Fig. 1. Micrografías obtenidas del MEB a 2000x. a) Harina de fibra de guamúchil. b) Harina de fibra de mezquite.



Conclusiones. Ambas harinas muestran características importantes para considerarlas un alimento funcional con uso potencial en el desarrollo de alimentos prebióticos.

Agradecimiento. CONACYT y UDG.

Bibliografía.

1. Prokopiuk D, Martínez N, Amparo A, Cruz G. (2010). *Int J Food Props.* 13 (4): 692 – 701.
2. Pío J, Díaz S, Montes J, López G, delgado F. (2013). *Fruits.* 68: 397 – 408.

PASTEURIZACIÓN Y ULTRASONICADO COMO PRETRATAMIENTOS EN HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE PIEL DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA OBTENCIÓN DE PÉPTIDOS ANTIOXIDANTES

María Fernanda Escamilla Rosales¹, Luis Guillermo González Olivares¹, Carlos Esteban Jara Gutiérrez², Araceli Castañeda Ovando¹, Mirandeli Bautista Ávila³, Mariel Guadalupe Valencia Córdova¹

¹Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. 42184. ² Centro de Investigaciones Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso, Chile. 2340000. ³Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. 42160. es244926@uaeh.edu.mx

Palabras clave: péptidos bioactivos, hidrólisis, pretratamiento

Introducción. El procesamiento de trucha arcoíris genera un gran porcentaje de desechos, tales como la piel. La cual pocas veces es aprovechada, pero que contiene nutrientes esenciales como las proteínas. Mediante procesos de hidrólisis estas proteínas pueden liberar péptidos con bioactividades de interés para la salud, como los péptidos antioxidantes que tienen capacidad de secuestrar radicales y quelar metales, impidiendo de esta forma la acumulación de radicales libres y previniendo la aparición de enfermedades crónicas⁽¹⁾.

El objetivo fue identificar el efecto de la pasteurización y ultrasonificación como pretratamientos de la hidrólisis enzimática de piel de trucha arcoíris para la obtención de péptidos antioxidantes.

Metodología. Se usó una pasta liofilizada de piel de trucha (PT) para preparar una solución 1:4 con agua desionizada. Se hidrolizaron suspensiones pasteurizadas (P) (90°C x 10 min) y otro grupo ultrasonificadas (U) (40 kHz x 15 min) de PT al 20% en buffer Tris-HCl.1M a pH 9 y pH 7. Se hidrolizó con alcalasa (A: pH 9, 55°C) y flavourzyme (F: pH: 7, 50°C) durante 0, 2, 4, 6 y 8 horas. De cada hidrolizado se analizó por triplicado: proteínas por Bradford, grupos aminos libres por TNBS, separación de péptidos por electroforesis Tris-Tricina SDS-PAGE y capacidad antioxidante por los métodos DPPH y FRAP. Las muestras fueron codificadas: hidrolizadas con alcalasa, pasteurizada (PA), pasteurizada ultrasonificada (PUA); hidrolizadas con Flavourzyme, pasteurizada (PF) y pasteurizada ultrasonificada (PUF).

Resultados. El grado de hidrólisis (GH) de PA y PUA al tiempo 0 fue mayor (>5 g/L) que el de PF y PUF (<1.4 g/L). Después de 2 h fueron los hidrolizados con F los de mayor GH. Las muestras presentaron un GH máximo a las 6 h. Se sabe que, mientras A genera una hidrólisis rápida de las subunidades α1 y 2 del colágeno⁽²⁾, F actúa como endopeptidasa y exopeptidasa. En la tabla 1 se observa que la capacidad antioxidante de PF fue mayor que para PA, y los hidrolizados de 6 h fueron los de mayor actividad

antioxidante. Se ha reportado mayor actividad antioxidante en hidrolizados con Flavourzyme (pH 7)⁽³⁾. Los hidrolizados ultrasonificados no favorecieron la actividad antioxidante.

Tabla 1. Actividad antioxidante por DPPH de hidrolizados de pasta de piel de trucha arcoíris.

Horas de hidrólisis	DPPH (IC50 µg/mL)			
	PA	PF	PUA	PUF
0	21.33 ± 0.46 ^{Ba}	8.20 ± 0.06 ^{Da}	19.73 ± 0.40 ^{Ca}	36.12 ± 1.00 ^{Aa}
2	4.81 ± 0.04 ^{Cc}	2.69 ± 0.03 ^{Dc}	9.00 ± 0.06 ^{Bb}	10.68 ± 0.19 ^{Ab}
4	5.61 ± 0.06 ^{Cb}	2.14 ± 0.02 ^{Dc}	8.40 ± 0.10 ^{Ac}	7.67 ± 0.12 ^{Bc}
6	2.47 ± 0.04 ^{Cd}	1.43 ± 0.01 ^{De}	7.07 ± 0.04 ^{Ad}	4.05 ± 0.07 ^{Bd}
8	1.79 ± 0.02 ^{Ce}	1.74 ± 0.00 ^{Cd}	8.05 ± 0.08 ^{Bc}	9.66 ± 0.13 ^{Ab}

Tabla 2. Actividad antioxidante por FRAP de hidrolizados de pasta de piel de trucha arcoíris.

Horas de hidrólisis	FRAP (mg eq. Fe ²⁺ /100 ml)			
	PA	PF	PUA	PUF
0	2.14 ± 0.15 ^{Ab}	2.14 ± 0.06 ^{Ab}	2.18 ± 0.04 ^{Aa}	2.15 ± 0.06 ^{Ad}
2	2.13 ± 0.23 ^{Bb}	2.86 ± 0.01 ^{Aa}	1.37 ± 0.04 ^{Cc}	1.48 ± 0.05 ^{Ce}
4	1.96 ± 0.00 ^{Bb}	2.02 ± 0.01 ^{Bb}	1.64 ± 0.03 ^{Cb}	3.07 ± 0.02 ^{Ab}
6	2.82 ± 0.05 ^{Ba}	1.89 ± 0.29 ^{Cb}	1.45 ± 0.06 ^{Dc}	3.64 ± 0.06 ^{Aa}
8	3.08 ± 0.03 ^{Aa}	3.12 ± 0.00 ^{Aa}	1.76 ± 0.00 ^{Cb}	2.85 ± 0.11 ^{Bc}

Los resultados de FRAP demostraron mayor actividad antioxidante a las 8 horas en muestras P y en PUF a las 6 horas. No hubo relación entre el grado de hidrólisis o enzima. Por último, las electroforesis de las muestras PF y PUF tuvieron mayor presencia de péptidos >25 kD y en PA y PUA fue <10kDa.

Conclusiones. Las fracciones obtenidas de pasteurizado e hidrólisis de 6 h con Flavourzyme generan tanto mayor grado de hidrólisis como de actividad antioxidante.

Bibliografía.

1. Bruni, L., Husein, Y., Secci, G., Tulli, F., & Parisi, G. (2021). Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Skin as Potential n-3 Fatty Acid Source. *Waste Biomass Valor.* 12(10), 5665–5673
2. Sun, S., Gao, Y., Chen, J., & Liu, R. (2022). Identification and release kinetics of peptides from tilapia skin collagen during alcalase hydrolysis. *Food Chem.* 378: 132089.
3. Mintah, BK., He, R., Dabbour, M., Golly, MK., Agyekum, AA., & Ma, H. (2019). Effect of sonication pretreatment parameters and their optimization on the antioxidant activity of *Hermitia illucens* larvae meal protein hydrolysates. *J Food Process Preserv.* 43:e14093.

CARACTERIZACIÓN POR ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO (FT IR) DE PECTINA DE POLVO DE MAZORCA DE CACAO

Ismael Santiago-Gómez¹, Fanny Adabel González-Alejo¹, Zenaida Guerra-Que², Pedro García-Alamilla¹, ¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, 86298, ²TecNM Campus Villahermosa - Carr. Villahermosa - Frontera Km. 3.5, Cd. Industrial Villahermosa, Tabasco. C.P. 86010. 222C26003@alumno.ujat.mx

Palabras clave: pectina, esterificación, metoxilación.

Introducción. La mazorca es el principal subproducto poscosecha de la producción de cacao (1) y fuente potencial de pectina. La pectina es un polisacárido utilizado en la industria alimentaria (IA) como agente gelificante y estabilizante. Por lo regular su obtención es a partir de cítricos, y debido a su alta demanda la IA se encuentra en la búsqueda de métodos y diferentes orígenes para su recuperación. La calidad de la pectina se determina de acuerdo con su grado de metoxilación.

El objetivo de investigación caracterizar pectina a partir de polvo de mazorca de cacao por espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FT IR).

Metodología. Determinación de hemicelulosa, celulosa y lignina (2) en polvo de mazorca de cacao y caracterización por FT-IR. Extracción de pectina (3 g biomasa seca/100 mL) acidificado con H₂SO₄ (pH de 2-4). El precipitado se filtró, secó y analizó por FTIR. Con los espectros vibracionales se estimó el porcentaje de esterificación (% DE) y metoxilación (% Me).

Resultados. En la Tabla 1 los resultados demuestran que la lignina es el componente principal en el polvo de mazorca de cacao, seguido de hemicelulosa y celulosa respectivamente. Es importante destacar que los valores de lignina superan a resultados como bagazo de agave, semilla de aguacate y la propia cascarilla de cacao (3). Estos resultados son de interés por el potencial del polvo de mazorca para obtener hemicelulosa, celulosa y lignina para la producción de biocombustibles y otros productos de interés industrial.

Tabla 1. Caracterización del polvo de mazorca de cacao.

Variable	Mazorca (mg/g)
Hemicelulosa	13.40 ± 0.47
Lignina	47.73 ± 7.84
Celulosa	18.95 ± 9.61

La Fig 1., comparó los espectros de pectina comercial con la obtenida a pH 2, además de la materia prima inicial. Las diferencias se apreciaron en las señales a 1732 y 1616 cm⁻¹ para pectina y que permiten estimar el % de DE y % Me.

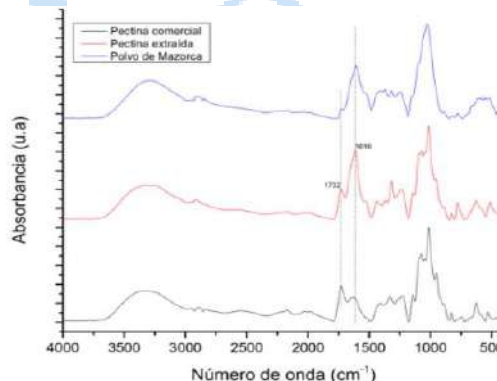


Fig. 1. FTIR del polvo de mazorca de cacao, pectina extraída y pectina comercial.

En la Tabla 2 se muestra el efecto del pH sobre la extracción de la pectina en función del rendimiento, porcentaje de esterificación y metoxilación. Se observó que el pH de 2 presentó el mayor rendimiento, mientras que el pH de 4 el menor rendimiento respectivamente. Además, se puede apreciar la correlación negativa existente entre el pH, el grado de esterificación y de metoxilación.

Tabla 2. Resultados de la extracción de pectina variando la condición de pH.

Condición	% Rendimiento	% DE	% Me
pH 2	2.58 ± 0.18	18.15 ± 4.27	2.96 ± 0.70
pH 3	2.39 ± 0.18	12.82 ± 0.60	2.09 ± 0.10
pH 4	2.49 ± 0.69	9.43 ± 3.02	1.54 ± 0.49

Porcentaje de esterificación (% DE) y de metoxilación (% Me).

Conclusiones. El trabajo realizado demostró que el polvo de la mazorca podría ser una fuente potencial de valiosos polímeros como la hemicelulosa, celulosa, lignina y pectina que podrían ser utilizados para la producción de biocombustibles y otros productos de interés industrial.

Bibliografía.

- Campos-Vega, R., Nieto-Figueroa, K. H., Oomah, B. D. (2018), *TFST*. Vol. (81): pp. 172-184.
- S. Li, S. Xu, S. Liu, C. Yang, y Q. Lu (2004), *FPT*. Vol. (85): pp. 1201-1211.
- Sangaré, D. (2021). Tesis doctoral: *Experimental and Simulation Study of the Hydrothermal Carbonization of Biomasses for the Production of Synthetic Fuels*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.

EVALUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE HUESO DEL MANGO (*Mangifera indica*) VAR. TOMMY ATKINS, ORIENTADO COMO SUSTITUTO DE MANTECA DE CACAO

Román Ariel Gutiérrez Santoyo, Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Departamento de Ingenierías, Úrsulo Galván, Ver. C.P. 91662. Lázaro Gabriel Trujillo Juárez, Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Departamento de Ingenierías, Úrsulo Galván, Ver. C.P. 91662. Brenda Sánchez Salazar Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. Ciudad de México. C.P. 04510, lazaro.tj@ugalvan.tecnm.mx

Palabras clave: mango, aceite, etanol

Introducción.

México es el cuarto productor de mango en el mundo superado únicamente por India, China e Indonesia. Así mismo nuestro país es el principal exportador a nivel mundial con el 24% del volumen de las exportaciones, siendo su principal destino Estados Unidos (SADER, 2023). El porcentaje de desperdicio en la industrialización del mango es de 15-20% de semilla. El aceite de la semilla de mango ha resultado atractiva por su aplicación como sustituto de la manteca de cacao en la elaboración de productos de confitería (Cervantes-Torre, et al., 2015).

El objetivo de este proyecto es el de encontrar las condiciones de extracción favorables para la extracción de aceite se semilla de mango empleando etanol como disolvente.

Metodología. Los mangos fueron adquiridos de los productores locales, se pelaron, despulparon y se confinó la semilla, se retiró el caparazón, y se empleó sólo la almendra, la cual se trituró y se secó hasta llegar a una humedad cercana la crítica, empleando una estufa de secado por convección a 60 °C. El aceite se extrajo empleando un sistema soxhlet de acuerdo a lo reportado por Karunanithi, et al., 2015, utilizando etanol como el disolvente a diferentes relaciones sólido:líquido y diferentes temperaturas de extracción. El etanol se separó en un rotavapor a 60 °C y el aceite se conservó en refrigeración a 4 °C.

Resultados. A partir de la curva de secado de la almendra de mango (Fig. 1), se calculó la humedad “cuasi-crítica” a partir del cambio de la pendiente en la gráfica.

La tabla 1 muestra los rendimientos de extracción, los cuales son similares, sin embargo, la muestra cuatro tiene un rendimiento superior, esto se debe que el proceso de extracción se llevó a cabo en dos etapas, por lo que se establece la hipótesis que, al dividir la extracción en dos etapas continuas se puede obtener

un mayor rendimiento de aceite de mango. Comparando los resultados con el reportado, los valores presentan diferencias en el mismo orden de magnitud.

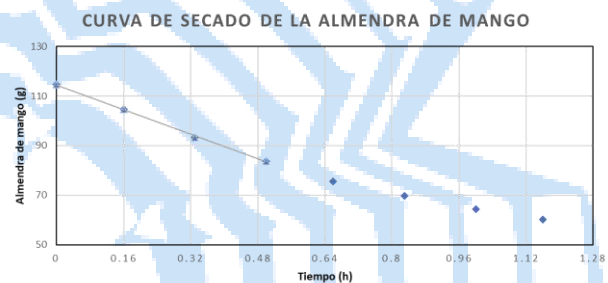


Fig. 1. Curva de secado de la almendra de mango a 60 °C en una estufa de secado convectivo.

Tabla 1. Se pueden insertar Tablas. El título va con letra Arial 8, centrado y arriba. De preferencia evitar el sombreado por renglón.

Muestra	Temperatura (°C)	Relación sólido:líquido	Disolvente	Rendimiento (%)
1	75	1:8	Etanol	1.36
2	79	1:8	Etanol	0.71
3	83	1:10	Etanol	3.50
4	80/83	1:12/1:8	Etanol	6.04
Ohale, 2022	58	1:8	Éter de petróleo	8.00

Conclusiones. La extracción de aceite de semilla de mango empleando disolventes amigables como el etanol es factible, sin embargo es necesario seguir explorando temperaturas y relación sólido:líquido para encontrar condiciones para mejorar el rendimiento.

Bibliografía.

Cervantes-Torre Marín, G., Ramírez-García, A., Corzo-RíosL, J., & Torres, L. G. 4to Congreso Latinoamericano de Biorrefinerías. Concepcion, Chile Nov
Kaur, G., Kaur, D., Kansal, S. K., Garg, M., & Krishania, M. (2022). *Food Chemistry*, 372, 131244.
Ohale, P. E., Nwajobi, O. J., Onu, C. E., Madiabo, E. M., & Ohale, N. J. (2022). *Applied Food Research*, 2(2), 100227.
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SADER. (2023). *El rey de las frutas tropicales: Mango*. gob.mx. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-rey-de-las-frutas-tropicales-mango>.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE BACTERIAS PROBIÓTICAS LIBRES Y ENCAPSULADAS EN LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE UN SUSTITUTO LÁCTEO DE SOYA

Oscar O. Romero-Chapol, Javier Cruz-Medina, Jaspreet Singh, Claudia Y. Figueroa-Hernández, Cynthia Cano-Sarmiento, CONACYT-TecNM Campus Veracruz-Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Veracruz 91897, cynthia.cs@veracruz.tecnm.mx.

Palabras clave: encapsulación, probióticos, alimento funcional

Introducción. El consumo de bacterias probióticas ha presentado una tendencia al alza en los últimos años, los alimentos funcionales son una de las vías más frecuentes de consumo, sin embargo, su mercado de se basa principalmente en productos lácteos o fermentados, limitando de su beneficio a personas con intolerancia a la lactosa o que no sean afines a sabores relacionados con la fermentación.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una alternativa de consumo a través de un sustituto comercial de leche a base de soya y evaluar sus propiedades fisicoquímicas durante el almacenamiento en refrigeración.

Metodología. Se encapsuló a *L. rhamnosus* GG dentro de una matriz de alginato de sodio por gelificación iónica con un pretratamiento de emulsificación. La matriz alimentaria, sustituto lácteo de soya, fue inoculada con células libres o encapsuladas a una concentración de ≥ 6 log UFC/mL. Finalmente, se monitoreó pH, color, sólidos solubles ($^{\circ}$ Bx) y la viabilidad celular durante el almacenamiento del producto a 4 °C por 30 días y durante el proceso de digestión *in vitro* (1,2).

Resultados. Los análisis de concentración celular demostraron que una inoculación del 30 % p/v logra una viabilidad inicial del alimento entre 7.01 y 7.67 log UFC/mL para ambos tratamientos (encapsulado y libre). Durante la evaluación de las cápsulas en condiciones gastrointestinales simuladas se logró conservar hasta un 91.58 %, mientras que las células administradas de forma libre se conservaron en un 68.55 % con respecto a la carga inicial. Durante esta evaluación se pudo observar como la deformación de las cápsulas y liberación del contenido celular sucedió en la etapa intestinal, sustentando la aplicación de técnicas de encapsulación para la protección y el consumo seguro de bacterias probióticas (3).). La Tabla 1 muestra los valores al tiempo 0 y final de la evaluación fisicoquímica del alimento.

Tabla 1. Evaluación fisicoquímica del alimento durante el almacenamiento de los tratamientos: testigo, libre y encapsulado

	Testigo	Encapsulado	Libre
pH día 0	6.75 ± 0.07	6.75 ± 0.07	6.8 ± 0.00
pH día 30	6.80 ± 0.00	5.9 ± 0.00	6.2 ± 0.00
$^{\circ}$ Bx día 0	7.65 ± 0.35	7.75 ± 0.35	6.9 ± 0.00
$^{\circ}$ Bx día 30	7.2 ± 0.14	4.75 ± 0.07	6.3 ± 0.07
día 0 UFC/mL	-	7.01 ± 0.04	7.67 ± 0.00
día 30 UFC/mL	-	6.52 ± 0.00	6.07 ± 0.07

Se sugiere que la acidificación del alimento (cambios de pH) es consecuencia del metabolismo de las bacterias dada su generación de ácido láctico por el consumo de azúcares disponibles. Lo anterior mencionado tiene sustento con los valores reportados de sólidos solubles donde los tratamientos inoculados presentan una disminución de $^{\circ}$ Bx con respecto a la leche testigo y con las altas viabilidades celulares. Por otra parte, el color del sistema correspondiente al sustituto lácteo inoculado con cápsulas mostró un oscurecimiento atribuido a la desintegración de las paredes de las cápsulas mientras que en los sistemas con células libres y el testigo no se mostraron cambios durante el almacenamiento.

Conclusiones. La preservación de bacterias probióticas en sustitutos de leche es posible mediante la encapsulación con materiales que permiten el intercambio de materia con su entorno y que, a su vez, resisten los distintos tipos de estrés que el tracto gastrointestinal presenta. No obstante, la adición de estos agentes vivos modifica aspectos fisicoquímicos del alimento y por ende, sus aspectos sensoriales lo que abre una puerta de mejora de dichos sistemas mediante la modificación del material de pared.

Agradecimiento. Al TecNM, CONACYT y a UNIDA-ITVER.

Bibliografía.

- 1.- Romero-Chapol, O.O., Varela-Pérez, A., Castillo-Olmos, A.G., García, H. S., Singh, J., García-Ramírez, P. J., Viveros-Contreras, R., Figueroa-Hernández, C.Y. & Cano-Sarmiento, C. (2022). *Applied Sciences*, 12(4), 2141.
- 2.- Senadeera, S.S., Prasanna, P.H.P., Jayawardana, N.W.I.A., Gunasekara, D.C.S., Senadeera, P. & Chandrasekara, A. (2018). *Heliyon*, 4(11), e00955.
- 3.- Kumar, N.A. & Saquib, H.M. (2020) Alginates in Drug Delivery. Academic Press, U.S., 1-416.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área V. Biotecnología ambiental

VC002	SELECCIÓN DE UN SOPORTE PARA LA INMOVILIZACIÓN DE UN CONSORCIO CAPAZ DE ELIMINAR XENOBIÓTICOS PRESENTES EN EFLUENTES INDUSTRIALES. Autores: Karina Aguila Sánchez, Víctor Eric López y López, Fabiola Eloísa Jiménez Montejo, Erik Ocaranza Sánchez, Diana V. Cortés-Espinosa	442
VC003	DECAIMIENTO DE CR (VI) EN UNA BIOPELICULA BACTERIANA SOPORTADA SOBRE CASCARA DE CACAHUATE. Autores: Mónica Jacqueline Martínez-Ramírez, Sandra Elena Anguiano-Cuellar, Tzayam Pérez-Segura, Zeferino Gamiño Arroyo, Fernando de Jesús Amezcuita-López, Elcia Margareth Souza Brito	443
VC004	EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA A COMPUESTOS XENOBIÓTICOS POR LEVADURAS AISLADAS DE ANÉLIDOS ENCONTRADOS EN SEDIMENTOS CONTAMINADOS. Autores: Harold Yesid Bermon Bayona*, Miguel Ángel Plascencia Espinosa, Diana Verónica Cortes Espinosa	444
VC006	EVALUACIÓN DE LA MÁXIMA PRODUCCIÓN DE METANO A PARTIR DE DIFERENTES SUSTRATOS AGROINDUSTRIALES. Autores: Denisse Serrano, Juan F. Maldonado, Perla González ¹ , Edna R. Meza, Luis H. Álvarez	445
VC008	SELECCIÓN DE LAS CONDICIONES DE CULTIVO SÓLIDO PARA LA DEGRADACIÓN DE BFA POR UN CONSORCIO FÚNGICO EMPLEANDO UN SOPORTE INERTE. Autores: José Luis Torres-García, Miriam Ahuactzin-Pérez, Francisco José Fernández-Perrino, Diana V. Cortés-Espinosa	446
VC009	APLICACIÓN DE VAPOR HÚMEDO PARA DISMINUIR LA VIABILIDAD DE SEMILLAS DE MALEZAS EN CULTIVOS DE TRIGO: UN ENFOQUE A DISMINUIR EL USO DE HERBICIDAS. Autores: Saúl Alonso Mora Munguía, Jesús Rubén Torres García, Guadalupe Oyoque Salcedo, Sergio Arias Martínez, Ernesto Oregel Zamudio	447
VC010	ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA ANAEROBIO-AEROBIO PARA EL TRATAMIENTO CONJUNTO DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. Autores: Ivonne Abigail Rivera Bueno, Alberto Zarate Zamora, Sergio Esteban Viguera Carmona, Carmen Kikey Chang Solís, Gabriela Zafra Jiménez	448

VC011	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD METANOGENICA ESPECÍFICA PARA CONDICIONES DE MULTISUBSTRATOS. Autores: Ana Maria Borjas Rubio, Sergio Esteban Viguera Carmona, Mayola García Rivero, María Aurora Martínez Trujillo	449
VC012	EVALUACIÓN DE DIFERENTES DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA LA DEGRADACIÓN DE BISFENOL-A EN SUELOS CONTAMINADOS. Autores: Diana V. Cortés-Espinosa, Gerardo López Garrido, Angel E. Absalón	450
VC013	CLASIFICACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN LA ZONA INTERMAREAL DE LAS PLAYAS ARENOSAS DEL LITORAL CENTRAL DE VERACRUZ. Autores: Fabiola Castaneda Garcia, Maria del Refugio Castaneda Chávez, Alejandro Granados Barba, Fabiola Lango Reynoso	451
VC014	RESIDUOS DE LA INDUSTRIA TEQUILERA: UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL. Autores: J. A. Regalado-Aguirre ¹ , M. Lona-Elorza, G. E. Cea-Barcia, M. C. del Rincón-Castro, F. López Caamal, H. Hernández-Escoto	452
VC015	BIORREACTORES COMO ALTERNATIVA PARA BIORREMEDIACIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUA DEL RÍO VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO. Autores: Elber José Sandoval Herazo, Israel Rodríguez Torres, Guillermo Espinosa Reyes, Manuel Alejandro Lizardi Jiménez	453
VC016	RELACION ENTRE LA PRODUCCIÓN DE ENZIMAS LIGNOLITICAS Y LA DEGRADACIÓN DEL COLORANTE NEGRO REACTIVO 5. Autores: Ruiz-Pérez J.L., Martínez-Trujillo M.A. y García-Rivero M.	454
VC017	INFLUENCIA DEL CAMPO ELÉCTRICO EN EL METABOLISMO DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA EN CONDICIONES MESÓFILAS. Autores: Mendoza-Tinoco, T. P., Durán-Hinojosa, U.; Sánchez-Vázquez V., Fajardo-Ortiz M.C, Beristain Cardoso R., González.	455
VC018	EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD MICROBIANA DE UN BIORREACTOR HÍBRIDO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA. Autores: Ma. E. Ochoa-Hernández, Andrea Reynoso-Varela, Denisse Serrano-Palacios, Kadiya Calderón.	456
VC019	SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS TOLERANTES A ANTIINFLAMATORIOS NO ESTEROIDEOS. Autores: José Manuel Carrillo-Tepole, César Augusto Barrales-Cortés, Rita Karen Pacheco-Cabañas	457
VC020	AISLAMIENTO DE BACTERIAS METALOTOLERANTES AL CU (II) PROVENIENTES DEL JAL MINERO DE SAN FELIPE DE JESÚS, SONORA. Autores: Francisca A. Trujillo Peralta, Kadiya Calderón, Guadalupe López.	458
VC021	EFFECTO DE LA ATRAZINA EN MINIPLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DEL BIOENRIQUECIMIENTO CON MICROORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS. Autores: Valeria Gómez Murcia, Cutberto José Juvencio Galíndez Mayer, Nora Ruiz Ordaz, Fortunata Santoyo Tepole, Cleotilde Juárez Ramírez.	459
VC022	AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS TOLERANTES A PERCLORATO EN SUELOS DEL ESTADO DE GUANAJUATO Y EVALUACIÓN DE SU USO	460

	POTENCIAL COMO BIOFERTILIZANTES EN LA AGRICULTURA DEL PLANETA MARTE. Autores: Daniel Fernando Cortez Acosta, John Paul Délano Frier, Luc Dendooven, Luis Eugenio González de la Vara y Víctor Olalde Portugal.	
VC024	BIODEGRADACIÓN DE ESPONJAS DE BAÑO Y SUS EMPAQUES, ELABORADOS CON TEREFTALATO DE POLIETILENO, POR MICROORGANISMOS AISLADOS DE SUELO. Autores: Florina Valdez-Barrera, Juan Oropeza-Oropeza, Daniel Alejandro Vergara-Solís y Gabriel Pineda Flores.	461
VC025	BIODEGRADACIÓN DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD GRADO MATERIA PRIMA POR UN CONSORCIO MICROBIANO PREVIAMENTE ADAPTADO A ESTA FUENTE DE CARBONO. Autores: Rosalina Jenaro-García, Juan Oropeza-Oropeza, Daniel Alejandro Vergara-Solís y Gabriel Pineda Flores.	462
VC026	APLICACIÓN DE VINAZAS DE TEQUILA IN SITU, PARA SU APROVECHAMIENTO COMO MEJORADOR DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO. Autores: Tuesta-Popolizio, D.A., Verduzco-Garibay, M., Alejandro Moran-Horowich, M., González-López, M.E., Gradilla-Hernández, M.S.	463
VC028	EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE OOCYSTIS SP. EN UN ESTANQUE ABIERTO A ESCALA PILOTO. Autores: Blanca Urbina Medina, Mauricio Carrasco González, León Sánchez-García, Marcia Morales-Ibarría.	464
VC030	USO POTENCIAL DE LAS CORRIENTES DE DESECHO DE LA PLANTA PILOTO DE BIOETANOL 2G DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ EN LA GENERACIÓN DE BIOFERTILIZANTES. Autores: Nayeli Anaid Belmonte Campos, Sandra Trinidad del Moral Ventura, María Inés Infanzón Rodríguez, Javier Gómez Rodríguez, Beatriz Torrestiana Sánchez, María Guadalupe Aguilar Uscanga.	465
VC032	EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE FENOL SOBRE EL CRECIMIENTO SPIRULINA MAXIMA. Autores: Luis Itzael Martínez Méndez, Ricardo Aguilar-López y Alma Rosa Domínguez-Bocanegra.	466
VC034	SUBESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: EL CASO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. Autores: Pablo Morales-Rico, Frédéric Thalasso, Alberto Ordáz-Cortés.	467
VC035	ESTUDIO CINÉTICO DEL POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO DE AGUAS DE DESCARGA DE LA INDUSTRIA SARDINERA. Autores: Cynthia Loreto, Citlali Gastelum, Guadalupe Lopez, Maribel Plascencia, Francisco Almendariz.	468
VC036	AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS TOLERANTES A METALES PESADOS A PARTIR DE RAÍCES DE PLANTAS QUE CRECEN EN JALES MINEROS. Autores: Treviño Quintanilla Luis Gerardo, Guillén Garcés Rosa Angélica, Bustos Terrones Victoria, Gabriela Eleonora Moeller Chávez.	469
VC037	DEGRADACIÓN DE ACETAMINOFÉN USANDO POBLACIONES MICROBIANAS AISLADAS DE LODOS ACTIVADOS. Autores: Ximena Hernández-Vázquez, Francisco Javier Bacame-Valenzuela, Yolanda Reyes-Vidal.	470
VC040	CRECIMIENTO DE CEPAS DEL GÉNERO PSEUDOMONAS SPP. PROVENIENTES DE COMPOSTA PARA LA DEGRADACIÓN DE NAPROXENO SÓDICO. Autores:	471

Samantha Jiménez-Vargas, Leillany Labra-López, Ximena Romero-García, Lester Emmanuel, López-Cruz

VC044	CRECIMIENTO DE CHORELLA VULGARIS EN AGUA RESIDUAL SISTENTICA CONTAMINADA CON FENOL. Autores: Luis Itzael Martínez Méndez, Ricardo Aguilar-López y Alma Rosa Domínguez-Bocanegra.	472
VC045	REMOCIÓN DE METRONIDAZOL UTILIZANDO LA CASCARILLA DE ARROZ COMO MATERIAL ADSORBENTE. Autores: Mara Patricia Mortera Lucio, María del Refugio Castañeda Chávez, Ángel Ruiz Sánchez, Rosa Elena Zamudio Alemán, Fabiola Lango Reynoso.	473
VC047	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ACINETOBACTER BAYLYI PARA DEGRADAR DDT. Autores: Cristina Reyes, Adriana Casanova, Juan-Carlos Sigala, Irmene Ortiz.	474
VC048	BIODEGRADACIÓN DE PAPEL PERIÓDICO BAJO CULTIVO SUMERGIDO POR TRICHODERMA EN UN BIORREACTOR AIR-LIFT. Autores: Dulce Jazmín Hernández-Melchor, Ronald Ferrera-Cerrato, Alejandro Alarcón.	475
VC053	CONSORCIOS MICROBIANOS COMO MÉTODO DE REMEDIACIÓN PARA RESIDUOS DE UN SOLO USO: CASO CUBREBOCAS. Autores: Luz María Campos García, María del Refugio Castañeda Chávez, David Reynier Valdes, Isabel Araceli Amaro Espejo, Manuel Alejandro Lizardi Jiménez	476
VC054	ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE ALTO VALOR AGREGADO UTILIZANDO CULTIVOS MICROBIANOS FOTOSINTÉTICOS. Autores: Ajelet S. Pérez Olguín, Pablo A. López Pérez, Mónica I. Sánchez Contreras, Dulce J. Hernández-Melchor.	477
VC055	NON-THERMAL PLASMA AS NOVEL PRE-TREATMENT OF SOTOL BAGASSE (DASYLIRION SP.) FOR LIGNIN REMOTION. Autores: Itzcóatl Muñoz-Jiménez, Yadira K. Reyes-Acosta, Rosa Idalia Narro, Daniel Tobías-Soria, Juan C. Contreras-Esquivel, Iván Salmerón-Ochoa, Julio Montañez, Lourdes Morales-Oyervides.	478
VC060	USO DE AGRO RESIDUO COMO SOPORTE PARA EL DESARROLLO DE UN BIOFILM BACTERIANO REDUCTOR DE CR (VI): CÁSCARA DE ARROZ. Autores: Sandra Anguiano, Mónica Martínez, Elcia Brito, Tzayam Pérez, Zeferino Gamiño, Fernando Amézquita.	479
VC061	REACTOR AEROBIO SECUENCIAL COMBINADO CON CARBÓN ACTIVADO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN ANIMAL. Autores: Perla Alejandrina Gonzalez Tineo, Denisse Serrano Palacios, Edna Rosalba Meza Escalante, Victoria Argelia Saucedo Robles.	480
VC062	DESMINERALIZACIÓN DE DESECHOS DE CRUSTÁCEOS PARA LA OBTENCIÓN DE QUITOSANO CON CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE CROMO (VI). Autores: Saraí Espinoza Ibarra, Natalia Jocelyn Padilla Villegas, Karla Lizbeth Macias Sanchez, Estefania O. Juárez-Hernández.	481
VC063	BIORREMOCIÓN DE PB (II) Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PIOCIANINA POR PSEUDOMONAS AERUGINOSA NEJ07R. Autores: Jesús Alberto Pérez-	482

	García, Stephania Sánchez-López, Yolanda Reyes-Vidal, Francisco Javier Bacame-Valenzuela.	
VC064	OBTENCIÓN DE BIOETANOL POR FERMENTACIÓN CON <i>Saccharomyces cerevisiae</i> A PARTIR DE DESECHOS DE LACTOSUERO DE LA REGIÓN VALLES, JALISCO. Autores: Marcos Morales Quintero, Brenda Acevedo Juárez y Aracely Suggey Guerra Rentería.	483
VC065	EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO DE LODOS ANAEROBIOS EN PRUEBAS DE POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO. Autores: Jennifer Perea, Sebastián Neri-Pérez, Florina Ramírez-Vives, Oscar Monroy, Rosalinda Campuzano.	484
VC067	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA CARGA ORGÁNICA EN LA DEGRADACIÓN ANAEROBIA DEL LIRIO ACUÁTICO. Autores: Miguel Del Valle, Ulises Durán, Patricia Castilla, Beatriz Schettino, Mónica Meraz.	485
VC068	DISEÑO DE HIDROGELES BASADOS EN COMPLEJOS DE QUITOSANO Y ALGINATO FUNCIONALIZADOS CON NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE HIERRO CON CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE METALES PESADOS. Autores: Linda Mey Lin Niño Parra, Angélica Román Guerrero, Jaime Vernon Carter.	486
VC069	MODELO CINÉTICO INTEGRAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR UN CONSORCIO MICROALGA-BACTERIA. Autores: Luis Eduardo García Martínez, Alejandro Vargas-Casillas, Guillermo Quijano Govantes.	487
VC073	PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE BIOBUTANOL A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN DE LACTOSUERO CON <i>Kluyveromyces marxianus</i> . Autores: Laura Conde Báez, Cuauhtémoc F. Pineda Muñoz, Alfredo Méndez Bahena, Jesús B. Páez Lerma.	488
VC074	USO DE NANOPARTÍCULAS DE CUZNO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE LA INDUSTRIA TEXTILERA. Autores: Daniel Alejandro Ramírez Castañeda, Leonel Vargas Esperanza, Javier Cabal Velarde, Bernabé Rebollo Plata, Mercedes Portillo Sanpedro, María Guadalupe Gómez-Espinoza, Guzmán-Altamirano Miguel Ángel.	489
VC075	TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS POR UN PROCESO SECUENCIAL NITRIFICANTE-DESNITRIFICANTE. Autores: Miguel Martínez Jardines, Flor Cuervo-López, Sergio Martínez Hernández.	490
VC076	KEY ROLE OF PH ON THE PERFORMANCE OF CONTINUOUS ANAEROBIC METHANE OXIDATION COUPLED TO DENITRIFICATION. Autores: José A. Contreras, Luis E. de la Pascua and Guillermo Quijano.	491
VC078	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE BIOSORCIÓN DE COLORANTES SINTÉTICOS POR PELLETS DE MICELIO DE PLEUROTUS OSTREATUS. Autores: Guadalupe Lizbeth Daniel Gonzalez, Gerardo Díaz Godínez, Soley Berenice Nava Galicia, Martha Dolores Bibbins Martínez.	492
VC079	CULTIVO DE MICROALGAS EN AGUAS RESIDUALES TRATADAS PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES. Autores: Mauricio Peregrina González, Fernanda Hernández Soto, Rebeca Pérez García, León Sánchez García, Marcia Morales Ibarría.	493

VC080	EFFECTO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE UN CAMPO ELÉCTRICO SOBRE LA VIRULENCIA DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO METARHIZIUM ANISOPLIAE VAR ACRIDUM. Autores: Mauricio Rueda González, Yulisa L. Baltazar González, Nancy Velasco Alvarez.	494
VC081	EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO BACTERIANO POR TÉCNICA DE MICRO CULTIVO PARA LA DEGRADACIÓN DE IBUPROFENO COMO ÚNICA FUENTE DE CARBONO. Autores: Isabella Luna-Landa, Sigrid Paola Ortiz-Rios, Mariana Pérez-López, Lesther Emmanuel López-Cruz.	495
VC082	ADAPTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ASPERGILLUS NIGER EN MEDIO SUPLEMENTADO CON VINAZAS TEQUILERAS. Autores: Diego M. Amador-Guerra, Jorge L. Chimal-Ayala, Ana S. Márquez-García, Óscar A. Rojas-Rejón, Alejandro Torres-Haro.	496
VC083	REDUCCIÓN DE CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN FLEMAZAS POR ELECTROOXIDACIÓN. Autores: Edgardo Martínez-Orozco, Juan Nápoles-Armenta, Pablo Gortáres-Moroyoqui, Norberto Santiago-Olivares, Ruth Gabriela Ulloa-Mercado, Celia De la Mora-Orozco, Luis Alonso Leyva-Soto, Luis Humberto Alvarez-Valencia, Ana María Rentería-Mexia.	497
VC085	USO DE ENERGÍA SOLAR PARA TRATAR AGUAS RESIDUALES PORCÍCOLAS. Autores: Luis Alonso Leyva Soto, Karla Z. Gastélum González, Lourdes Mariana Díaz Tenorio, Raúl Balam Martínez Pérez, Pablo Gortares Moroyoqui.	498
VC086	QUITINASA COMO INDICADOR DE LA CAPACIDAD DE AMORTIGUAMIENTO ANTE LOS EFECTOS ECOTOXICOLÓGICOS DE RADIACIÓN UV-B EN EL ORGANISMO MODELO DAPHNIA MAGNA. Autores: Yessica Alejandra Linares González, Ricardo Peña Moreno, Vladimir N Serkin, Laura Morales Lara.	499
VC088	DETERMINACIÓN DE BACTERIAS FECALES RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS EN CENOTES DE CANCÚN, QUINTANA ROO. Autores: Job Alí Díaz Hernández y Jessica Borbolla Vázquez.	500
VC089	TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL BOVINA APLICANDO HUMEDALES ARTIFICIALES. Autores: Doriluz Corona-Zárate; Abraham Lara-Páez; Ana Line Vázquez-Larios; Elizabeth del Carmen Varela Santos; Karen Aylin Vargas-García; Paula Natalia Robledo-Narváez.	501
VC090	CARACTERIZACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO OBTENIDO DE CÁSCARAS DE CITRUS SINENSIS (NARANJA). Autores: Job Ali Diaz-Hernández, Ana María Valenzuela-Muñiz, Jessica Borbolla Vázquez.	502
VC091	EFFECTO DE LA ADSORCIÓN DE UN METABOLITO REDOX DE PSEUDOMONAS AERUGINOSA NEJ07 EN LA VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE ELECTRONES, DE UTILIDAD PARA TECNOLOGÍAS ELECTROQUÍMICAS MICROBIANAS. Autores: Jesús Alberto Pérez-García, Francisco Javier Bacame-Valenzuela, Luis Ortiz-Frade, Federico Castañeda-Zaldívar, Yolanda Reyes-Vidal.	503
VC092	EFFECTO DE LIXIVIADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS SOBRE LA COMUNIDAD MICROBIANA DE LODOS NITRIFICANTES Y DESNITRIFICANTES.	504

	Autores: Miguel Martínez-Jardines, Flor Cuervo-López, Sergio Martínez Hernández.	
VC093	BIOCOMPÓSITO DE CÁSCARA DE NUEZ PECANA (CARYA ILLINOINENSIS) PARA EL DESARROLLO DE UN BIOFILTRO INOCULADO CON UN CONSORCIO DE BACTERIAS PARA LA REMOCIÓN DE METALES DE AGUA CONTAMINADA. Autores: Parades-Aguilar, J., Medina-Juárez L.A., Calderón, K.	505
VC094	ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE BIOCMPUESTOS REFORZADOS CON FIBRA DE BAGAZO DE AGAVE: EL CASO DE JALISCO, MÉXICO. Autores: Gary Ossmar Lara-Topete, Juan Daniel Castanier-Rivas, Misael Sebastián Gradilla-Hernández, Martín Esteban González-López.	506
VC095	REMOCIÓN DE MICROCONTAMINANTES POR ADSORCIÓN-BIODESORCIÓN EMPLEANDO CARBÓN BIOACTIVADO. Autores: Maria Isabel Ambriz Mexicano, Juvencio Galíndez Mayer, Nora Ruiz Ordaz, Fortunata Santoyo Tepole, Cleotilde Juárez Ramírez, Marcela Galar Martinez.	507
VC096	AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MICROALGA COCCOMYXA SP. POR METHYLOBACTERIUM ORYZAE. Autores: Monserrat Velázquez Rodríguez, Francisco Figueroa-Martínez, Tania Volke Sepúlveda.	508
VC098	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN UN AGENTE TÓXICO EN UN SISTEMA BIOLÓGICO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Autores: Abraham Moises Yehezkel Cortes, Cutberto José Juvencio Galíndez Mayer, Nora Ruiz Ordaz, Oswaldo Arturo Ramos Monroy, Fortunata Santoyo Tepole.	509
VC100	EVALUACIÓN DE BIOPROCESO PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES (DIAZINON) EN UN BIORREACTOR DE LECHO EMPACADO MIXTO. Autores: Soledad González Juárez, J. C. Juvencio Galíndez Mayer, Nora Ruiz Ordaz, Fortunata Santoyo Tepole, Clotilde Juárez Ramirez.	510
VC101	CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE BAGAZO DE MAGUEY DESPERDICIADO DE LA INDUSTRIA MEZCALERA. Autores: Blanca Nallely García Eusebio, Tesa Galilea Dorantes Gutiérrez, Silvia Luna Suárez, Donaciano Flores Robles, Pavel Sierra Martínez.	511
VC104	REMOCIÓN DE AMOXICILINA UTILIZANDO POBLACIONES MICROBIANAS AISLADAS DE LODOS ACTIVADOS DE UNA PLANTA TRATADORA DE AGUA RESIDUAL PILOTO. Autores: Roberto Hernández Posadas, Francisco Javier Bacame Valenzuela, Luis Alberto Arellano García, Yolanda Reyes Vidal.	512
VC105	USO DE POBLACIONES MICROBIANAS PARA OBTENCIÓN DE ENERGÍA. Autores: P. García Sánchez, Y. Reyes-Vidal, J.A. Pérez-García, F.J. Bacame Valenzuela.	513
VC106	BIODEGRADACIÓN EN CULTIVO CONTINUO DE MEZCLA DE PLAGUICIDAS POTENCIALMENTE TÓXICAS PARA ORGANISMOS PARASITOIDES. Autores: Salazar Salazar Zuyin , Valdez González Jazmín, Monroy Ramos Arturo Oswaldo, Galíndez Mayer Juvencio, Ruiz Ordaz Nora, Juárez Ramírez Cleotilde.	514
VC107	EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUA DE LA ACUACULTURA EN UN BIORREACTOR AIR-LIFT. Autores: Adriana Tronco Rodríguez, Joanna Ramirez	515

	Ramírez, Martín Rogelio Cruz Díaz, Jorge Noel Gracida Rodríguez, Rodrigo Melgarejo Torres, Dulce María Palmerín Carreño.	
VC109	PIEDRA PÓMEZ COMO SOPORTE PARA LA BIODEGRADACIÓN DE FUNGICIDAS AZÓLICOS. Autores: Valdez Gonzalez Jazmín, Ramos Monroy Oswaldo Arturo, Galíndez Mayer Juvencio, Ruiz Ordaz Nora, Juárez Ramírez Cleotilde.	516
VC110	DESARROLLO DE SENSORES POR SOFTWARE PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTIAGO. Autores: Luis Fernando Amador-Castro, Martín Esteban González-López, Alejandro García-González, Misael Sebastián Gradilla-Hernández.	517
VC111	MODELOS PREDICTIVOS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO SANTIAGO. Autores: Alberto Fernández del Castillo, Marycarmen Verduzco Garibay, Diego Díaz-Vázquez, Alejandro García González, Misael Sebastián Gradilla-Hernández.	518
VC112	VALORIZACIÓN DE LAS VINAZAS TEQUILERAS MEDIANTE TRATAMIENTO CON LEVADURAS Y HONGOS FILAMENTOSOS. Autores: María Fernanda Ramos-Reyes, Diego Diaz-Vázquez, Martín Esteban González-López, Diego A. Tuesta-Popolizio, Misael Sebastián Gradilla-Hernández.	519
VC113	VALORIZACIÓN DE RESIDUOS GANADEROS MEDIANTE DIGESTIÓN ANAERÓBICA COMBINADA CON TRATAMIENTO BASADO EN MICROALGAS EN MÉXICO. Autores: Ana Laura Silva-Gálvez, Anaid López-Sánchez, Luis Fernando Casillas-García, Martín Esteban González, Misael Sebastián Gradilla Hernández.	520
VC115	CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE BIOSÓLIDOS COMPOSTEADOS PARA FINES DE RECUPERACIÓN DE SUELOS. Autores: Ileana Castro-González, María de la Luz Xóchilt Negrete-Rodríguez, Héctor Iván Bedolla-Rivera, Omar Surisadai Castillo-Baltazar, Dioselina Álvarez-Bernal, Francisco Paúl Gámez-Vázquez, Eloy Conde-Barajas.	521
VC118	PROPUESTA DE UN MATERIAL SUSTENTABLE PARA LA CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA. Autores: Daniel Anzaldo Anzaldo; Luis Alejandro Ramírez Mancilla; Uriel Carbajal Rendon; Ana Gabriela Rojas Labrada; Luz Mariana Pérez Montoya.	522

SELECCIÓN DE UN SOPORTE PARA LA INMOVILIZACIÓN DE UN CONSORCIO CAPAZ DE ELIMINAR XENOBIÓTICOS PRESENTES EN EFLUENTES INDUSTRIALES

Karina Aguila Sánchez, Víctor Eric López y López, Fabiola Eloísa Jiménez Montejo, Erik Ocaranza Sánchez, Diana V. Cortés-Espinosa. Instituto Politécnico Nacional- Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Tepetitla, Tlaxcala C.P. 90700. kaguilars2102@alumno.ipn.mx.

Palabras clave: Inmovilización, xenobióticos, biodegradación.

Introducción. Los tratamientos biológicos tradicionales para la descontaminación de agua residual emplean microorganismos libres (Bouabidi *et al.*, 2019) que no siempre son tolerantes a compuestos xenobióticos presentes en efluentes industriales, tal es el caso de los efluentes textiles que contienen altas concentraciones de colorantes sintéticos (Rima *et al.*, 2022), los cuales son muy recalcitrantes y difíciles de biodegradar, por lo que pueden acumularse en diferentes matrices ambientales, causando daño en la salud de los organismos acuáticos y de los seres humanos.

El objetivo de esta investigación fue probar 3 soportes para la inmovilización de un consorcio microbiano capaz de degradar colorantes en efluentes textiles.

Metodología. Se evaluaron como soporte, rocas de basalto, tepojal y agrolita de diferentes tamaños.

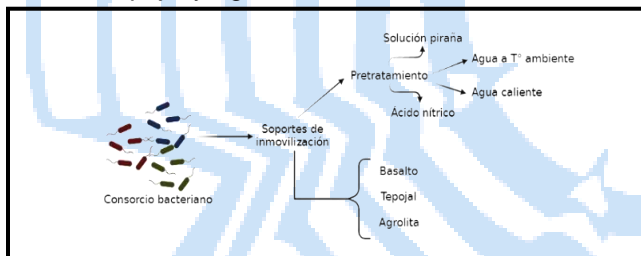


Figura 1. Metodología para el tratamiento del soporte inerte para la inmovilización del consorcio microbiano.

El consorcio microbiano fue preparado en cultivo líquido y fue puesto en contacto con los soportes. Se secaron, se almacenaron en bolsas plásticas a T_{amb} y se determinó la viabilidad a diferentes tiempos de almacenamiento.

Resultados.

Se observó que al poner en contacto con agua al tepojal y agrolita, se desprendieron partículas mismas del soporte provocando un desgaste de las rocas a diferencia del basalto que se mantuvo intacto.

Los 4 pretratamientos a los soportes evaluados presentaron diferencias significativas en la viabilidad de los microorganismos, siendo el mejor pretratamiento el lavado con agua a T_{amb} (fig. 2), siendo

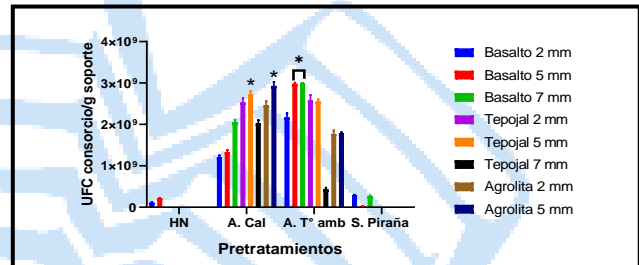


Figura 2. Cuantificación de UFCs inmovilizadas en 3 soportes sometidos a diferentes pretratamientos.

el basalto (5 y 7 mm) donde se obtuvo la mayor cuenta viable (3×10^9 UFC/g soporte).

En agrolita y tepojal la mayor viabilidad se obtuvo en las rocas de 5 mm.

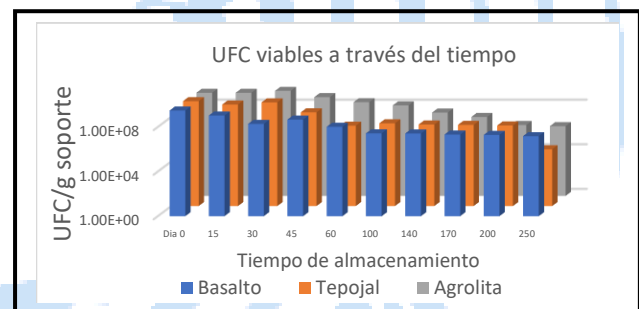


Figura 3. Cuantificación de la viabilidad del consorcio inmovilizado en 3 soportes a diferentes tiempos de almacenamiento.

Después de 250 días de almacenamiento, se encontró la mayor viabilidad del consorcio bacteriano en el basalto (1.5×10^7 UFC/g soporte) (Fig. 3).

Conclusiones. El pretratamiento óptimo de las rocas para lograr un mayor número de células inmovilizadas es el agua a T_{amb} . Las rocas han mantenido viable al consorcio inmovilizado por al menos 8 meses.

Agradecimiento. Al CONACYT por el financiamiento brindado para la realización de este proyecto, así como al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo brindado a través del proyecto SIP20230878.

Bibliografía.

- Bouabidi, ZB, El-Naas, MH y Zhang, Z. (2019) *Environ Chem.* 17: 241-257.
- Rima, S. A. J., Paul, G. K., Islam, S., Akhtar-E-Ekram, M., Zaman, S., Saleh, M. A., & Uddin, M. S. (2022) *Journal of Haz Mat.* 3: 100068.

DECAIMIENTO DE Cr (VI) EN UNA BIOPELICULA BACTERIANA SOPORTADA SOBRE CASCARA DE CACAHUATE

Mónica Jacqueline Martínez-Ramírez^a, Sandra Elena Anguiano-Cuellar^a, Tzayam Pérez-Segura^b, Zeferino Gamiño Arroyo^b, Fernando de Jesús Amezcuita-López^b, Elcia Margareth Souza Brito^{a*}.

^aLab. Microbiología Ambiental y Biología Molecular Aplicada (LMA&BMA), DI, Campus Gto.

^bDCNE, Campus Gto. U. Guanajuato. C.P. 36000, emsbrito@gmail.com*

Palabras clave: cromo, microorganismos, cascara de cacahuete, tratamiento de efluentes

Introducción. Dentro de los distintos metales pesados, la contaminación por cromo hexavalente (Cr^{6+}) es una de las más tóxicas y presenta gran preocupación en la salud por su incremento en sus niveles de acuerdo con la normatividad vigente [1]. Para la remoción de estos iones en solución, se han utilizado metodologías convencionales, sin embargo, presentan algunas desventajas como remoción incompleta, altos costos, etc. [2]. Actualmente, diversos materiales naturales de bajo costo como la cascara de cacahuete poseen características adecuadas para ser usados como bioadsorbentes y fuente de carbono para microorganismos heterótrofos. Estos forman estructuras biológicas con capacidad de albergar comunidades formadas por múltiples especies distintas [3] adoptando el modo de vida de biopelícula. Este trabajo tiene como principal objetivo evaluar el decaimiento de Cr^{6+} de la biopelícula bacteriana sobre la cascara de cacahuete para el tratamiento de efluentes.

Metodología. La cascara de cacahuete (CC) se sometió a reducción de tamaño, lavado y esterilización para la formación de pellets. Los experimentos de remoción se realizaron en reactores de 150 mL con medio LB/mineral M9, se inocularon con los consorcios (C55, C33 y mezcla 2:1) para la formación de la biopelícula durante 4 semanas a 37°C con una concentración de 200 ppm de Cr^{6+} . La determinación de la concentración de Cr^{6+} en las muestras se realizó por la técnica de la difenilcarbazida [4] y cromo total por el método de espectrofotometría de absorción atómica en llama utilizando el espectrofotómetro marca Perkin Elmer.

Resultados. En los diferentes tratamientos con CC y los consorcios C55, C33 y mezcla 2:1, se observó que el experimento con la mezcla 2:1 presentó una disminución de Cr^{6+} entre el 94 y 98%, en sus réplicas, durante el tiempo de 140 horas (fig. 1a) en comparación con los demás tratamientos. Por otro lado, la biopelícula desarrollada en los reactores mostró adherencia a la superficie de los pellets y paredes del reactor, así como algunas deposiciones

en el fondo de este (fig. 1b), siendo la mezcla 2:1 la que mostró mejor desarrollo de biopelícula.

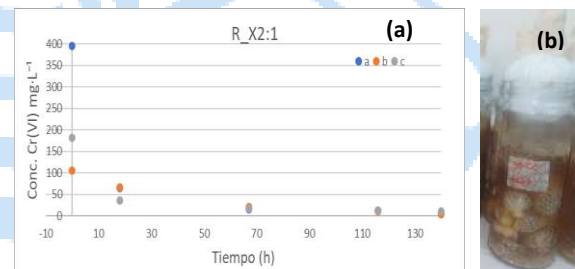


Fig. 1. (a) Decaimiento de cromo en el experimento R (soporte CC + biopelícula + Cr^{6+}) durante el tiempo de 140 horas y (b) biopelícula desarrollada en CC.

El cromo total en los diferentes experimentos con los consorcios C55, C33 y la mezcla 2:1 obtuvieron un porcentaje de remoción del 91.32%, 88.41% y 89.36%, respectivamente; con una concentración residual de 17 a 23 mg/L presente en el influente.

Conclusiones. La mezcla 2:1 presentó mejores resultados tanto en formación de biopelícula, como en el decaimiento de Cr^{6+} a partir de 200 ppm, mostrando una remoción del 94%, y una concentración residual en el influente de 21.26 mg/L. Por lo anterior, resulta viable el empleo de este material natural como soporte para el desarrollo de biopelícula y remover el Cr^{6+} en efluentes.

Agradecimiento. Se agradece Universidad de Guanajuato, a SAPAL, al financiamiento parcial otorgado por IDEA vía convenio 1122830 302/200502/ PR/AF/ R0503.107.012.

Bibliografía.

- Fu, F. & Wang, Q. (2011). *Journal Environmental Management*, 92, 407-418
- Schiewer, S. & Iqbal, M. (2010). *Journal Hazardous Materials*, 177, 899-907.
- Espeso D.R., Martínez-García E. & De Lorenzo V. (2021). *Water Research*. Volume 188: 116468.
- Norma Mexicana NMX-AA-044-SCFI-2014. Norma Mexicana para el análisis del agua: mediciones de Cromo Hexavalente en aguas naturales, salinas, residuales y residuales tratadas. Método de prueba que cancela la NMX-AA-044-SCFI-2001.

Evaluación de la tolerancia a compuestos xenobióticos por levaduras aisladas de anélidos encontrados en sedimentos contaminados

Harold Yesid Bermon Bayona*, Miguel Ángel Plascencia Espinosa, Diana Verónica Cortes Espinosa.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplica. Tepetitla, Tlaxcala. C.P. 90700, hbermonb2100@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Anélidos, Levaduras, tolerancia, xenobióticos.

Introducción. Las actividades antropogénicas han incrementado drásticamente la acumulación de compuestos xenobióticos en las matrices ambientales ocasionando afectaciones graves en la salud humana (1). Debido a esto, se han buscado microorganismos capaces de degradar estos compuestos, uno de estos son las levaduras, las cuales pueden acumular en sus membranas cantidades considerables de compuestos tóxicos llegando a mineralizarlos (2). Organismos acuáticos como los oligochaetes pueden vivir en aguas dulces contaminadas con baja oxigenación y alta carga de materia orgánica, se ha demostrado que estos organismos poseen una variedad de microorganismos simbios (3). El objetivo de este trabajo fue aislar y seleccionar levaduras por su capacidad para tolerar diferentes compuestos xenobióticos a partir de anélidos encontrados en sedimentos del cauce del río Zahuapan-Atoyac.

Metodología. El aislamiento de levaduras a partir de muestras de anélidos se llevó a cabo siguiendo la metodología descrita por Salvador et al., 2014 (4). Los cultivos puros se conservaron en glicerol al 35% (p/v), se realizaron pruebas de preselección y selección de aislados tolerantes a concentraciones medias y altas de compuestos xenobióticos. Se evaluó el crecimiento partir de una escala nominal: Bueno (1), moderado (2), escaso (3) y nulo (0), en un medio mínimo de levaduras descrito por Al-Dhabaann, 2021 (5) en diferentes concentraciones de los xenobióticos (BPA, Textil efluente, creosota, petróleo crudo, glifosato, mezcla de plaguicidas y Di(2-etilhexil) ftalato. Se usó un modelo ARTool para encontrar diferencias significativas entre las cepas por contaminantes y se usó una regresión ordinal para evaluar las cepas por los 7 contaminantes en las 6 concentraciones diferentes.

Resultados. Se obtuvieron 12 levaduras capaces de crecer en xenobióticos, las cepas C007PL, C013PL, C014PL y C022PL tuvieron un crecimiento de 2 a 3 en las concentraciones más altas de los xenobióticos siendo estadísticamente significativas a las demás con un p de (0,05) (Figura 1). Se observó un cambio en la morfología de las cepas en contacto con los xenobióticos (Figura 2); la presencia de pseudohifas en

su morfología indica estrés metabólico por la presencia de compuestos tóxicos (6).

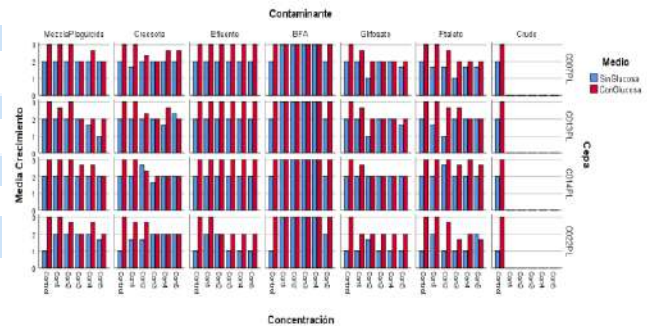


Fig. 1. Efecto de los factores evaluados sobre las levaduras.

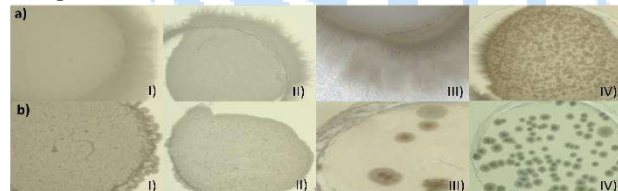


Fig. 2. Efecto tóxico de los xenobióticos sobre la morfología de las cepas. a) C007PL, I. MML con glucosa, II. MML sin glucosa, III. Efluente textil 100%, IV. Di(2-etilhexil) Ftalato 1500 ppm. b) C022PL, I. MML con glucosa, II. MML sin glucosa, III. Di(2-ethylhexyl) Ftalato 1500 ppm, IV. Glifosato 2000 ppm.

Conclusiones. Se lograron aislar levaduras capaces de tolerar compuestos xenobióticos en altas concentraciones, presentaron cambios morfológicos desarrollando estructuras de resistencia (pseudohifas).

Agradecimiento. Instituto Politécnico Nacional por el apoyo a través del proyecto SIP20230878 y al CONACYT por su beca otorgada No. 1150968.

Bibliografía.

[1]. Filipowicz, N., Momotko, M., Boczkaj, G., & Cieśliński, H. (2020). *Enzyme and Microbial Technology*, 141, 109663.
 [2]. Ali, S, Al-Tohamy, R., & Sun, J. (2022). *Science of The Total Environment*, 806, 150665.
 [3]. Pérez, R. (2005). *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 36(1), 5-10.
 [4]. Salvador, C., Rojas, M., Kouperman, G., Yépez, L., Suárez, J., Mesa, L., & Paz, C. (2012). *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 33(1-2), 57-64.
 [5]. Al-Dhabaann, F. (2021). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 5786-5792.
 [6]. Kurtzman, C., Fell, J. & Boekhout, T. (Eds.). (2011). *The yeasts: a taxonomic study*. Elsevier.

EVALUACIÓN DE LA MÁXIMA PRODUCCIÓN DE METANO A PARTIR DE DIFERENTES SUSTRATOS AGROINDUSTRIALES

Denisse Serrano¹, Juan F. Maldonado¹, Perla González¹, Edna R. Meza¹, Luis H. Álvarez²

¹Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de febrero 818 Sur. Col. Centro. Cd. Obregón, Sonora, México. e-mail:

denisse.serrano@itson.edu.mx ²Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Instituto Tecnológico de Sonora.

Palabras clave: residuos agroindustriales, energía renovable, digestión anaerobia.

Introducción. Una opción importante para la producción de energía renovable es la digestión anaerobia (DA), que convierte la materia orgánica degradable en biogás, en ausencia de oxígeno. Algunos sustratos utilizados en DA proceden de efluentes agroindustriales, generados en grandes cantidades en todo el mundo, como los mataderos, las vinazas, los aceites vegetales o el procesado de la leche, etc. Algunos de ellos, como las aguas residuales de la vinaza, contienen altas concentraciones de materia orgánica (DQO), con una media de 55 g/L. El contenido energético de los efluentes se atribuye principalmente al contenido de materia orgánica; así, pueden contener una energía elevada como los efluentes de la vinaza (132 kWh/m³). Sin embargo, efluentes como los del matadero o la leche son aguas residuales con menor contenido energético, pero su uso podría justificarse por los elevados volúmenes generados (Martínez-Burgos et al., 2021). El objetivo principal de este estudio fue evaluar la producción de biogás obtenido a partir de aguas residuales agroindustriales con alta carga orgánica (láctea, avícola, porcícola y nixtamal), mediante el uso de un consorcio anaerobio metanogénico.

Metodología. Durante la investigación, se determinaron parámetros fisicoquímicos de las 4 aguas residuales evaluadas (DQOt y DQOs, alcalinidad, pH, amonio, de acuerdo al método analítico (APHA, 2015). Se realizó la prueba con la misma concentración de DQOs para todas las botellas (1300 mg/L) y un pH cercano a 7. Mediante el ensayo de biodegradabilidad, se determinó la máxima producción de metano que contiene cada agua residual. Los ensayos se hicieron en botellas serológicas de 75 mL, con un volumen de trabajo de 25 mL, utilizando 20 mL de cada agua residual, como sustratos, y 5 mL de lodo a una concentración de 13,7 g VSS/L. Los ensayos fueron hechos por triplicado más un control.

Resultados. En la figura 1, se puede observar la comparación de cada agua residual evaluada junto con el sustrato altamente degradable utilizado. Analizando los resultados obtenidos en el ensayo de biodegradabilidad, se puede deducir que el agua

residual de Nixtamal tiene mejores resultados de entre las 4 aguas evaluadas. De acuerdo a los valores obtenidos, se pudo determinar las eficiencias que pueden llegar a tener cada agua residual evaluada, dando una producción de metano para el agua residual porcina de 15.8 mL, para nixtamal de 22.9 mL, para la láctea de 12.7 mL y para la avícola 9.3 mL, obteniendo mejores resultados en el agua residual de Nixtamal con una velocidad específica de consumo de 0.96 gDQO/gSSV*día, un rendimiento de metano de 2.53 gDQO-CH₄/gDQOin y una eficiencia de remoción de 37.5%.

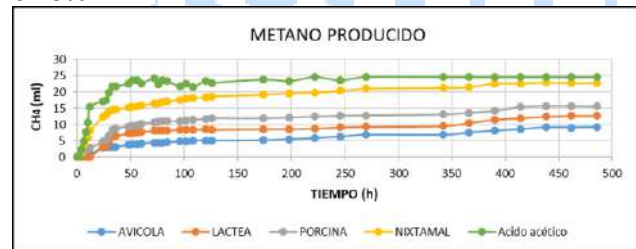


Fig. 1. Producción de CH₄ a través del tiempo de las aguas residuales evaluadas.

Conclusiones.

Con los resultados obtenidos, se puede deducir que el agua residual de Nixtamal puede ser aprovechada como una fuente alternativa de energía mediante un proceso metanogénico, ya que su composición en materia orgánica y nutrientes, ayudan a facilitar el proceso de degradación y obtener una mayor producción de metano.

Agradecimiento. Este trabajo ha sido financiado por el fondo PROFAPI_2023 y apoyo para Cuerpos Académicos de la Dirección de Recursos Naturales del ITSON.

Bibliografía.

- Martínez-Burgos, W. J., Sydney, E. B., Medeiros, A. B. P., Magalhães, A. I., de Carvalho, J. C., Karp, S. G., ... & Soccol, C. R. (2021). Agro-industrial wastewater in a circular economy: Characteristics, impacts and applications for bioenergy and biochemicals. *Bioresource Technology*, 341, 125795.
- APHA. (2005). "Standard methods for the examination of water and waste water", 21st edn. Washington, DC: American Public Health Association.

SELECCIÓN DE LAS CONDICIONES DE CULTIVO SÓLIDO PARA LA DEGRADACIÓN DE BFA POR UN CONSORCIO FÚNGICO EMPLEANDO UN SOPORTE INERTE

¹José Luis Torres-García, ²Miriam Ahuactzin-Pérez, ¹Francisco José Fernández-Perrino, ³Diana V. Cortés-Espinosa

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. CDMX, 09340, México. ² Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Agrobiología, Ixtacuixtla, Tlax., 90120, México. ³Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Ingeniería Genética de Microorganismos Industriales, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tepetitla de Lardizabal, Tlax., 90700, México.

dcortes@ipn.mx

Palabras clave: Bisfenol A, Consorcio fúngico, Fermentación sólida

Introducción. El bisfenol-A (BFA) [4,4'-dihidroxi-2,2-difenilpropano] es un compuesto sintético utilizado en la síntesis de diversos productos de uso diario (1). Este compuesto es considerado mutagénico, carcinogénico y teratogénico (2). Las descargas industriales se consideran la principal fuente de contaminación por este compuesto (3). El uso de poblaciones microbianas autóctonas ha sido una opción para la degradación de BFA, debido a su alta tolerancia, capacidad metabólica y fácil crecimiento (1).

El objetivo del presente estudio seleccionar las condiciones de cultivo para la degradación de BFA por un consorcio fúngico crecido en un soporte inerte.

Metodología. Se empleó un consorcio fúngico estructurado por 9 colonias de hongos filamentosos. Las condiciones de cultivo fueron sobre 1.5 g de espuma de poliuretano (PUF) impregnado con 12 y 14 mL de medio de cultivo Czapek modificado en una concentración de sales minerales al 2X y 3X más 10 g/L de glucosa, contaminado con 200 ppm de BFA. Todos los tratamientos fueron inoculados con una suspensión de esporas de 2.6×10^6 cel/g de PUF. Fueron incubados por 12 días y las variables a medir fueron, producción de CO₂ instantáneo y acumulado, perfil del pH, UFC y remoción en tiempo final.

Resultados. La mayor producción de CO₂ instantáneo se produjo durante las primeras 24 horas de crecimiento en todos los tratamientos. Los tratamientos conteniendo 14 mL de medio de cultivo 3X permitió incrementos del CO₂ instantáneo durante el día 8 obteniendo valores de 48 y 42 mg/g PUF en los medios con y sin BFA, respectivamente (Fig. 1a). La mayor producción de CO₂max acumulado fue de 378 y 370 mg/g PUF en los medios con y sin BFA en una concentración de sales minerales 3X y un volumen de 14 mL de medio de cultivo (Fig. 1b).

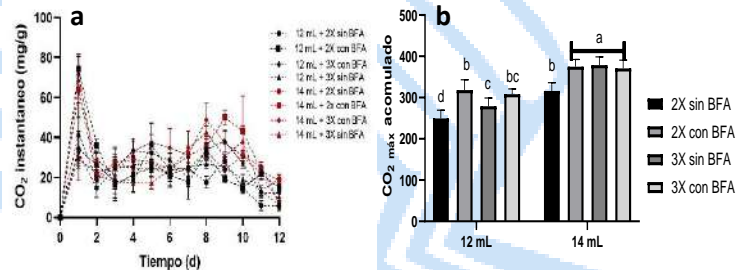


Figura 1. Producción de CO₂ instantáneo (a) y CO₂max acumulado (b) del consorcio fúngico crecido en fermentación sólida.

El mayor número de UFC en todos los tratamientos se mostró durante el día 6. El tratamiento con 14 mL de medio de cultivo 3X mostró un valor de 8.2×10^7 (Fig. 2a). Con respecto al porcentaje de remoción en todos los tratamientos se removió por arriba del 99 %, sin embargo, durante el día 6, el tratamiento con 12 mL de medio de cultivo y una concentración mineral 3X mostró el 70 % de la remoción (Fig. 2b).

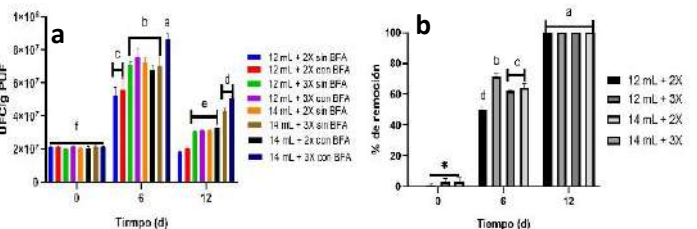


Figura 2. Seguimiento de las UFC de consorcio fúngico (a) y porcentaje de remoción de 200 ppm de BFA (b).

Conclusiones. Este es el primer estudio donde se evaluaron las condiciones de cultivo de un consorcio fúngico crecido en un soporte inerte de crecimiento. El medio de cultivo a una concentración mineral de 3X en un volumen de 12 mL es la mejor condición de cultivo que permitió el mayor % de remoción de BFA.

Agradecimiento. Al CONACyT por la beca No. 489259 otorgada a JLTG.

Bibliografía.

- Torres-García *et al.* (2022) *Chemosphere*. 110:181-188.
- Flint S *et al.* (2012) *J. Environ. Manage.* 104:19-34.
- Klecka GM *et al.* (2009) *Environ. Sci. Technol.* 43:6145-6150.

APLICACIÓN DE VAPOR HÚMEDO PARA DISMINUIR LA VIABILIDAD DE SEMILLAS DE MALEZAS EN CULTIVOS DE TRIGO: UN ENFOQUE A DISMINUIR EL USO DE HERBICIDAS

Saúl Alonso Mora Munquía¹, Jesús Rubén Torres García¹, Guadalupe Oyoque Salcedo¹, Sergio Arias Martínez¹, Ernesto Oregel Zamudio¹

¹ Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán. Justo Sierra 28, Col. Centro, Jiquilpan 59510, México, tel: 353 533 0218, smoram2200@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Malezas, herbicidas, tratamiento térmico.

Introducción. Las malezas compiten con las plantas de trigo por nutrientes, luz y agua, lo que afecta el rendimiento del cultivo[1]. El uso excesivo de herbicidas para el control de estas malezas tiene tener efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana [2]. Se ha reportado la resistencia a estos por la intensa presión de selección impuesta[3]. Una alternativa es aumentar la temperatura del suelo, donde se ha demostrado que al generar un incremento suficiente de la temperatura del suelo logra afectar la viabilidad de las semillas [4]. El vapor húmedo contiene una alta energía cinética, lo cual, le propicia la capacidad de conducir calor por convección generando el aumento de la temperatura inhibiendo las semillas de las malezas. El objetivo es evaluar el efecto de la aplicación de vapor húmedo para reducir la viabilidad de semillas de malezas en cultivos de trigo.

Metodología. Se recolectaron semillas de malezas en campos de trigo, posteriormente se reprodujeron en invernadero y se recolectaron las semillas, las semillas recolectadas se sometieron a un tratamiento de vapor a 3 bar y 105°C en diferentes tiempos (0, 15, 30, 45, 60 segundos) y en diversas profundidades en Peat Moss (2.5, 5 y 10 centímetros), utilizando 45 semillas en cada profundidad. Se evaluó el porcentaje de germinación postratamiento para observar el efecto generado por el vapor húmedo sobre las malezas.

Resultados. Los resultados fueron concluyentes, existe una relación directa entre la exposición al vapor húmedo y la viabilidad de las semillas, siendo que el vapor húmedo genero un aumento de temperatura suficiente para afectar la viabilidad de varias semillas de maleza.

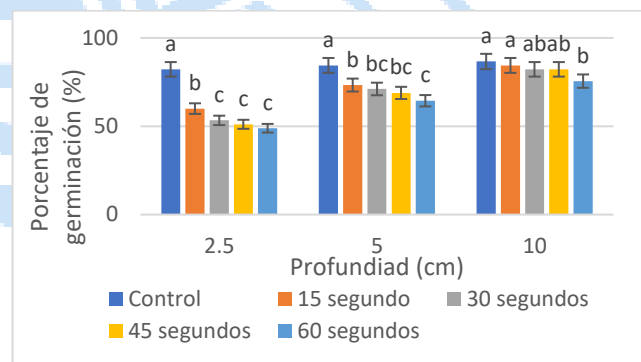


Fig. 1. Porcentaje de germinación de malezas postratamiento. Los valores muestran el promedio \pm desviación estándar de los diferentes porcentajes de germinación. Letras diferentes indican diferencias significativas entre el tiempo de aplicación del vapor, según un ANOVA con prueba de Tukey ($\leq 0,05$).

Conclusiones. El tiempo de exposición al vapor húmedo tuvo un efecto positivo ante la reducción de la viabilidad de las semillas. A mayor tiempo mayor efecto. Por contrario, la profundidad logro amortiguar el efecto del vapor.

Agradecimiento. Instituto Politécnico Nacional. Secretaria de investigación y Posgrado.

Bibliografía.

- [1] M. Shahzad *et al.*, "The impact of different crop rotations by weed management strategies' interactions on weed infestation and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.)," *Agronomy*, vol. 11, no. 10, Oct. 2021,
- [2] A. van der Meulen and B. S. Chauhan, "A review of weed management in wheat using crop competition," *Crop Protection*, vol. 95, pp. 38–44, May 2017,
- [3] J. A. Tafoya-Razo, J. Núñez-Farfán, and J. R. Torres-García, "Migration by seed dispersal of ACCase-inhibitor-resistant *Avena fatua* in north-western Mexico," *Pest Manag Sci*, vol. 73, no. 1, pp. 167–173,
- [4] R. M. Dahlquist, T. S. Prather, and J. J. Stapleton, "Time and Temperature Requirements for Weed Seed Thermal Death," *Weed Sci*, vol. 55, no. 6, pp. 619–625, Dec. 2007.

ADAPTACION DE UN SISTEMA ANAEROBIO-AEROBIO PARA EL TRATAMIENTO CONJUNTO DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Ivonne Abigail Rivera Bueno, Alberto Zarate Zamora, Sergio Esteban Viguera Carmona, Carmen Kikay Chang Solís, Gabriela Zafrá Jiménez. Tecnológico Nacional de México/TES de Ecatepec, División de Ingeniería Química Y Bioquímica, México 57130, abirivbn@hotmail.com.

Palabras clave: residuos de frutas y hortalizas, Agua Residual, Agua tratada

Introducción. Considerando que el consumo per cápita de agua en actividades escolares y de oficina está entre 20 L/hab/d y 56 L/hab/d, en el TESE se generan en promedio 4 L/s de agua residual, que son tratados en la planta de tratamiento de aguas residuales del TESE (PTAR-TESE), diseñada para tratar 3.0 L/s. Sin embargo, el crecimiento no planificado del campus generó que a la PTAR solo llegue en promedio $0.473 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1} \pm 0.152$, esto provoca que su operación sea discontinua y su eficiencia se encuentre alrededor del 30 %. El objetivo del proyecto fue crear una estrategia de operación de la PTAR-TESE para que su funcionamiento sea continuo y así mejore su eficiencia de operación.

Metodología.

El tren de tratamiento de la PTAR-TESE consta de un canal de pretratamiento, un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA), un reactor aerobio de lodos activados (RALA), un sedimentador secundario, y una etapa de postratamiento que consta de un filtro de arenas y lámparas UV. También consta de un lecho de secado para lodos residuales.

Con la intención de operar el sistema de manera continua durante la jornada de trabajo (10 h) se diseñó un tanque de regulación, este deberá aumentar la carga orgánica (Bv) a la entrada de la PTAR-TESE y mantener un flujo constante de alimentación de agua. El aumento de la carga orgánica se logra mezclando agua tratada y residuos de frutas y hortalizas (RFH).

Resultados. El RAFA de la PTAR-TESE es un reactor compartimentado de 165 m^3 . Las condiciones de

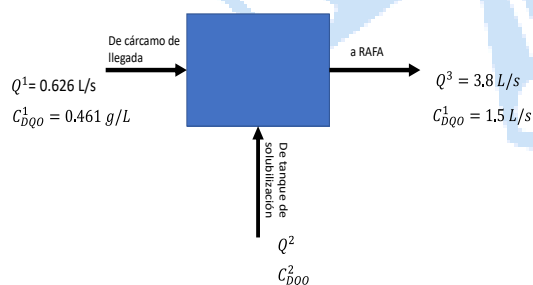


Fig. 1. Balance de DQO para la entrada de RAFA operación del RAFA son las establecidas por Montes et al. 2019 (1), TRH de 12 h, Bv de $3 \text{ g DQO}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$. Así

la concentración de DQO del efluente es: ($\text{DQO}=\text{Bv}\cdot\text{TRH}=1.5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Las proporciones agua residual y mezcla de RFH se obtienen por balance entre los flujos volumétricos (Q) y la concentración de los efluentes de entrada y salida (figura 1).

A partir de esta información se diseñó el tanque de regulación. La determinación de las condiciones de operación del tanque se realizó por simulación, considerando un tanque agitado de alimentación continua y la dinámica de solubilización descrita por Zarate et al., 2020 (2), Figura 2. Las condiciones de operación para este tanque de solubilización deberán ser: $Q = 11.4 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ de agua y un flujo másico de sólidos de $5.55 \text{ kg}\cdot\text{SS}\cdot\text{h}^{-1}$, es decir, $55.5 \text{ kg RFH}\cdot\text{h}^{-1}$, lo que implica procesar $1.33 \text{ t RFH}\cdot\text{d}^{-1}$.

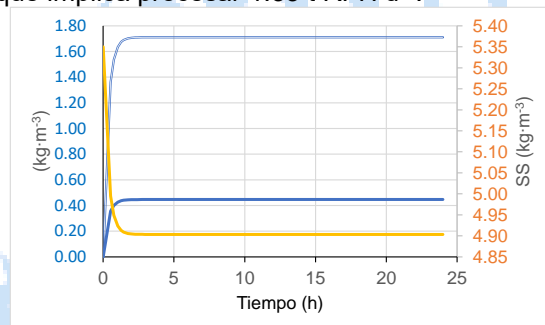


Fig. 2. Simulación de la solubilización de RFH en agua, en tanque agitado de flujo continuo. un factor de conversión de $3.83 \text{ kg DQO}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ SS}$, es utilizado para establecer la DQOs a la salida del tanque. SS (---), SD (---), DQOs (===).

Conclusiones.

Los trabajos a futuro en el grupo de Tecnología Anaerobia del TESE es la puesta en marcha del tanque de solubilización de RFH y la evaluación final de la adecuación para determinar si es técnica y económicamente factible la reconfiguración de la PTAR-TESE.

Agradecimiento. COMECyT por su financiamiento

Bibliografía.

- Montes G., M. M., Viguera C., S. E., Pérez V., J., Zafrá J., G., Velasco P., A., & Chang S., C. (2019). Two-stage anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes. *Journal of Biotech Research*, 10, 29-37.
- Zarate, C. O., Montes, M. M., Viguera-Carmona, S. E. (2020). Producción de digestato anaerobio a partir de residuos de frutas y verduras. *Journal CIM*, 10 (1), II-13-II-22.

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD METANOGÉNICA ESPECÍFICA PARA CONDICIONES DE MULTISUSTRATOS

Ana Maria Borjas Rubio, Sergio Esteban Viguera Carmona, Mayola García Rivero, María Aurora Martínez Trujillo. Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Bioquímica, México, 55210, ana-br99@outlook.com

Palabras clave: Cinética de Monod, Multisustratos, Metanogénesis.

Introducción.

La ecuación de Monod se usa ampliamente para describir el crecimiento celular en condiciones limitantes de un solo nutriente. Su atractivo se basa en su simplicidad y ajuste razonable de los datos experimentales. La ecuación depende solo de dos parámetros que representan la tasa de crecimiento específica máxima (μ_{max}) y la constante de semisaturación (K_s). Estos parámetros se utilizan comúnmente para la interpretación de mecanismos cinéticos a partir de datos experimentales, por lo que se han propuesto muchas extensiones a la ecuación de Monod en las últimas décadas, en su mayoría a partir de motivos heurísticos.

La cinética de crecimiento microbiano con múltiples sustratos en sistemas reales implica una genética celular y mecanismos de transporte complejos. Sin embargo, la derivación de modelos para ajustar datos experimentales requiere simplificaciones inevitables. La derivación matemática reportada por Meraz (1) partió de la utilización paralela de cada sustrato. Cuando la generación de nuevas unidades microbianas es el paso limitante en el esquema cinético los procesos bioquímicos que suceden pueden reducirse a la siguiente ecuación de Monod multisustrato:

$$\mu_T = \mu_i \quad \text{Ec. 1}$$

En donde:

$$\mu_i = \frac{\mu_{max,i} \frac{S_i}{K_{S,i}}}{1 + \sum_{j=1}^N \frac{S_j}{K_{S,j}}}$$

La Ec.1 describe la contribución individual del i-ésimo sustrato al crecimiento celular. En general, podemos sugerir que la ecuación de Monod multisustratos puede aceptarse como un modelo que puede describir los procesos bioquímicos internos que dependen de la formación de nuevas células microbianas.

En este trabajo se propone utilizar el modelo de Monod multisustratos para evaluar la velocidad de biodegradación de diversos sustratos utilizando un consorcio microbiano anaerobio. Se utiliza la actividad metanogénica específica (AME) como parámetro de velocidad de producción de metano para diversos sustratos.

Metodología.

La actividad metanogénica específica (AME) fue determinada según lo establecido por Shelton y Tiedje

(2). Las curvas AME en función de las concentraciones de sustrato (acetato, glucosa, sacarosa y albumina) se obtuvieron a partir de las velocidades de producción de metano y se estimaron los parámetros cinéticos para cada sustrato, $AME_{max,i}$ y $K_{s,i}$, mediante el método de mínimos cuadrados del recíproco de la AME y el recíproco de la concentración de sustrato. Posteriormente en función de la concentración de sustrato "normalizada" se determinó la AME_T para el consorcio microbiano ensayado para los cuatro sustratos ensayados.

Resultados.

La producción de metano a diferentes concentraciones iniciales para los sustratos ensayados fue determinada. Una vez calcula la AME se determinaron los valores de AME_{max} y K_s , **Tabla 1**.

Tabla 1. Parámetros cinéticos obtenidos para los sustratos empleados

Sustrato	AME_{max} (g DQO _{CH4} ·g ⁻¹ SSV·d ⁻¹)	K_s (g·L ⁻¹)	$AME_{max,i}$ (g DQO _{CH4} ·g ⁻¹ SSV·d ⁻¹)
Acetato de sodio	1.94	5.91	0.467
Glucosa	1.67	7.75	0.402
Sacarosa	2.71	14.01	0.653
Albumina de huevo	0.86	4.54	0.207

La AME_T determinada es entonces 1.73 g DQO_{CH4}·g⁻¹ SSV·d⁻¹. Este valor puede ser utilizado para simular la digestión anaerobia multisustratos de fácil degradación. El uso de este parámetro evita utilizar concentraciones de la biomasa estimadas o proyectadas que se usan más como parámetros de ajuste que de comportamiento real del proceso bioquímico.

Conclusiones.

La AME_T es un parámetro global que puede ser utilizado como parámetro cinético en los procesos en donde la medición de la densidad celular es complejo.

Agradecimiento. Al COMECyT por el financiamiento

Bibliografía.

- Meraz, M., Sanchez-Vazquez, V., & Martinez-Martinez, F., (2022). Revista Mexicana de Ingeniería Química 21(2), Bio2798.
- Shelton D. y Tiedje J. M. (1984). Applied and Environmental microbiology, 47 (4): 850-857

EVALUACIÓN DE DIFERENTES DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA LA DEGRADACIÓN DE BISFENOL-A EN SUELOS CONTAMINADOS

Diana V. Cortés-Espinosa¹, Gerardo López Garrido¹, Angel E. Absalón²

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tepetitla de Lardizabal, Tlaxcala, C.P. 90700, ²Vaxbiotek, Puebla, C.P. 72070. dcortes@ipn.mx

Palabras clave: hongo filamentoso, bisfenol A (BFA), residuo agroindustrial

Introducción. La selección de los residuos agroindustriales (RA) para su aplicación como texturizante en cultivo sólido para la biorremediación de suelo contaminados con xenobióticos es muy importante, ya que además favorecen la aireación, aportan humedad al cultivo debido a la alta retención de agua, sirven como sustrato y soporte para el crecimiento microbiano y estimular la producción enzimática. El BFA es un contaminante emergente altamente tóxico, este compuesto se libera de la matriz plástica que lo contiene y migra a través de las cadenas tróficas, provocando un desequilibrio ecológico⁽¹⁾. La biorremediación es una alternativa para la degradación de BFA en suelos contaminados por la aplicación de consorcios fúngicos⁽²⁾.

El objetivo de este trabajo es seleccionar un residuo agroindustrial que favorezca el crecimiento y la degradación de BFA en suelos contaminados por un consorcio fúngico en cultivo sólido.

Metodología. Se evaluaron 5 RA en caja de Petri de 4 divisiones y se inmovilizaron con medio Czapek con 200 ppm de BFA y controles sin contaminar. Las placas se inocularon individualmente con esporas de las 5 cepas fúngicas seleccionadas (H13R, H20R, A15N, A17F, A12N) en el centro de cada cuadrante y se incubaron a 30 °C por 4 días. Se monitorearon cada 24 h para medir la velocidad de crecimiento radial y observar el comportamiento de cada cepa con respecto a los residuos empleados y la adición de BFA.

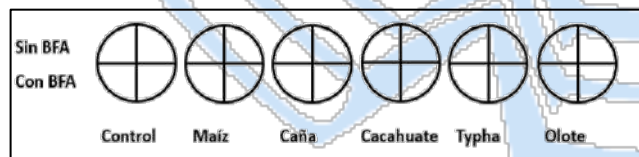


Fig. 1. Diseño experimental para la selección de residuo agroindustrial para la degradación de BFA por hongos filamentosos

Resultados. Se observó que el mejor RA que favorece el crecimiento de la cepa H13R es *Typha latifolia*, seguido del rastrojo de maíz y olote (Fig. 2). Al realizar un análisis estadístico no se encontró diferencia significativa entre el medio suplementado con 200 ppm de BFA y el control sin BFA, sin embargo, si hubo

diferencia significativa con respecto a los controles que no contenían residuo agroindustrial (Fig. 2).



Fig. 2. Crecimiento radial de la cepa H13R sobre diferentes residuos agroindustriales

La cáscara de cacahuete fue la que menos favoreció al crecimiento de todos los hongos, a excepción de A15N, el bagazo de caña solo favoreció el crecimiento de A17F, ambos residuos fueron descartados. Los 3 residuos seleccionados fueron evaluados en cultivo sólido para la degradación de BFA por un consorcio en suelo.

Tabla 1. Velocidad de crecimiento radial (cm d⁻¹) de los hongos en diferentes residuos agroindustriales

HONGO	Rastrojo maíz	Bagazo caña	Typha	olote
H13R	0.57		0.60	0.55
H20R	0.55		0.59	0.56
A15N	0.60		0.60	0.60
A17F		0.54	0.57	0.58
A12N	0.56		0.56	0.56

Conclusiones. El RA presentó un efecto sobre el crecimiento de los hongos, acelerando su crecimiento en presencia de BFA. La composición del residuo agroindustrial en porcentaje de celulosa, hemicelulosa y lignina tienen un efecto sobre el crecimiento de los hongos en cultivo sólido.

Agradecimiento. Al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo otorgado a través del proyecto SIP20230878.

Bibliografía.

- Mileva, G., Baker, S.L., Konkle, A., Bielajew, C. (2014). *International journal of environmental research and public health*. 11:7537-7561.
- Daâssi, D., Prieto, A., Zouari-Mechichi, H., Martínez, M. J., Nasri, M., & Mechichi, T. (2016). *International Biodeterioration and Biodegradation*, 110, 181–188.

CLASIFICACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN LA ZONA INTERMAERIAL DE LAS PLAYAS ARENOSAS DEL LITORAL CENTRAL DE VERACRUZ.

Fabiola Castaneda Garcia, Maria del Refugio Castaneda Chávez, Alejandro Granados Barba, Fabiola Lango Reynoso. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Rio México. Carretera Veracruz-Córdoba Km 12. Boca del Río, Ver. C.P 94290. contacto: m22990001@bdelrio.tecnm.mx, mariacastaneda@bdelrio.tecnm.mx.

Palabras clave: Microplásticos, Playas arenosas, Contaminación marina

Introducción. En el último siglo los plásticos nos han permitido satisfacer nuestras demandas funcionales y estéticas ofreciéndonos soluciones innovadoras, duraderas y ergonómicas, provienen de una familia de materiales con ciencia e innovación en su ADN, sin embargo su dificultad de reciclaje y degradación generan un impacto negativo al medio ambiente; principalmente la biota marina. Los microplásticos, son un problema global de la última década [4] y hay poca información de los microplásticos en la zona intermareal del litoral central Veracruzano, mismo que ha sido el puerto más longevo de México [5]. Anteriormente se reportó en Tecolutla Veracruz México, 181 microplásticos de <5 mm hasta .333 µm; de diferente color, longitud, textura y abundancia, predominaron las fibras con 166 partículas (92 %) películas (6 %) fragmentos (2%) el color abundante fue el negro [1]. Nuestro estudio sugiere la hipótesis siguiente: los microplásticos recolectados en la zona intermareal de las playas arenosas del litoral central de Veracruz presentarán diferente número, forma, tamaño y color en cada una de las cinco playas estudiadas, con mayor a menor número a partir del puerto de Veracruz. El objetivo de la investigación es evaluar la cantidad, número, forma, tamaño y color de microplásticos en la zona intermareal de las playas arenosas durante una temporada climática.

Metodología. Se ubicaron 3 transectos con 3 puntos de muestreo en las playas Farallón, Antepuerto, Villa del Mar, Mocambo, Arrollo Jiote, se tomó muestra de 60g por punto con 3 repeticiones en la parte superior y 3 en el fondo, se obtuvieron 270 muestras en total, se realizó la separación de los plásticos uno a uno, se añadió peróxido de hidrogeno al 30% para eliminar la materia orgánica [3] seguido por extracción y decantación se eliminó cualquier líquido, se colocó la muestra directamente bajo luz cálida de 40 watts a una distancia de 15 cm para evaporar los líquidos restantes, se pesó en balanza analítica, se calculó el tamaño sobre una base milimétrica. La clasificación de los microplásticos fue fibras/filamentos, foams, pellets, films, fragmentos y microbeads [2]

Resultados. Se encontraron 18,445 microplásticos, se aplicó el análisis estadístico ANOVA y prueba Tukey al

95% de confianza, junto con una regresión lineal múltiple. Si los datos muestran una distribución normal la hipótesis nula es (H0) cantidad y diversidad de microplásticos es igual en todas las playas. La hipótesis alternativa (HA) indicará que las playas con mayor cercanía al puerto.

Tabla 1. La distancia de las playas arenosas seleccionadas con respecto al puerto de Veracruz.

Playas	Farallón	Mar y Tierra	Villa del Mar	Mocambo	Arroyo Jiote
Localización aproximada al núcleo urbano	Rural (60 km)	Urbana (0 km)	Urbana (menor 1 km)	Urbana (menor 10 km)	Rural (menor 30 km)
Acceso	Limitada	Amplia	Amplia	Moderada	Moderada
Turismo (#personas por 100 m²)	Pequeños grupos por periodos (menor 100)	Masiva casi todo el año (mayor 300)	Masiva casi todo el año (mayor 300)	De escasa a masiva por periodos (menor 300)	Pequeños grupos por periodos (menor 100)
Presencia de escolleras	No modificada	Modificada	Modificada	Modificada	No modificada

Conclusiones. Se encontró una relación estrecha entre la densidad de residentes permanentes cercanos y la contaminación por MP en un lugar específico mientras que los residentes temporales generan una afectación en las aguas costeras por medio de las actividades urbanas y terrestres como escorrentía y aguas fluviales, más que por las actividades relacionadas con la pesca.

Agradecimiento. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo otorgado a través de la beca con numero de apoyo 997893.

Bibliografía. 1 Flores-Cortés, M., & Armstrong-Altrin. (2022). *Textural characteristics and abundance of microplastics in Tecolutla beach sediments, Gulf of Mexico*. Environmental Monitoring and Assessment, 194(10).
2 Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., (2016). *Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis*. Journal of Visualized.
3 Marine Debris Program, N. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*.
4 Ronda, A. C., Menéndez, M. C., Tombesi, N., Álvarez, M., (2023). *Microplastic levels on sandy beaches: Are the effects of tourism and coastal recreation is really important?* Chemosphere, 316.
5 Siemens, (2006). *The Metabolization of Dunes and Wetlands by the City of Veracruz, Mexico*

RESIDUOS DE LA INDUSTRIA TEQUILERA: UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL

J. A. Regalado-Aguirre¹, M. Lona-Elorza¹, G. E. Cea-Barcia¹, M. C. del Rincón-Castro², F. López-Caamal³, H. Hernández-Escoto³, ¹Departamento de Ciencias Ambientales. ²Departamento de Alimentos, Universidad de Guanajuato, Irapuato, Gto. C.P. 36824. ³Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, Gto. C.P. 36050 ja.regaladoaguirre@ugto.mx.

Palabras clave: economía circular, biorrefinería, fermentación

Introducción. Durante la producción del tequila se generan vinazas tequileras y bagazo como residuos. Las vinazas son aguas residuales con elevada carga orgánica, pH ácido y compuestos recalcitrantes que en conjunto dificultan su tratamiento y ocasionan problemas ecológicos al ser desechados. Así mismo, el bagazo es la biomasa lignocelulósica residual la cual generalmente se desecha en el ambiente sin control^[1]. Ante esto ha surgido la economía circular que permite la revalorización de residuos agrícolas en biorrefinerías con levaduras para la obtención de diversos productos como compuestos orgánicos o biocombustibles, como el bioetanol. Sin embargo, los hidrolizados lignocelulósicos y las vinazas contienen compuestos inhibitorios del crecimiento celular^[2,3].

Por lo tanto, en este trabajo se pretende evaluar la viabilidad del uso de vinazas e hidrolizados de bagazo como materia prima para la producción de etanol mediante el uso de levaduras.

Metodología. La vinaza y bagazo fueron colectadas en una destilería local. El hidrolizado de bagazo se obtuvo por hidrólisis con HCl diluido (1.2%) a 121 °C por 3 h. Las fermentaciones se llevaron a cabo en medio de cultivo vinaza al 100% (V) enriquecida (dextrosa 6%, peptona 2%, extracto de levadura 1%), medio YPD enriquecido (dextrosa 6%) como control y en mix de vinaza diluida (40%) con hidrolizado de agave (V-HBA) utilizando una levadura aislada previamente (A) y una levadura comercial *S. cerevisiae* (Sc). Durante la fermentación se determinó biomasa por peso seco (105 °C), azúcares reductores por el método de DNS y etanol mediante un analizador bioquímico YSI 2900.

Resultados. En la hidrólisis se logró obtener hasta 15 g glucosa/kg bagazo. La levadura Sc presentó mayor crecimiento en vinaza (alcanzando 4.3 g/L), que A, que vio inhibido su crecimiento (llegando a 2.3 g/L)(Fig. 1). La producción de etanol más alta se obtuvo con Sc en vinaza con un rendimiento etanólico de $91 \pm 4.6\%$ respecto al valor máximo reportado para *S. cerevisiae* (Tabla 1). Por otro lado, ambas levaduras presentaron un consumo total de sustrato que varió en el rango de 95% a 98% en las condiciones del medio evaluadas.

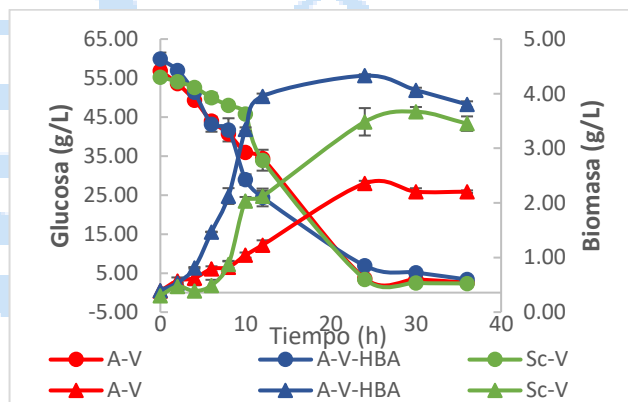


Fig. 1. Consumo de sustrato (círculo sólido) y crecimiento celular (triángulo sólido) de: Aislada en vinaza (A-V), Aislada en mix de vinaza e hidrolizado (V-HBA) y *S. cerevisiae* en vinaza (Sc-V).

Tabla 1. Rendimientos fermentativos en vinaza (V), YPD y mix de vinaza con hidrolizado (V-HBA) para las levaduras A y Sc.

Medio de cultivo	Cepa	$Y_{x/s}$ (g biomasa/g glucosa)	$Y_{p/s}$ (g etanol/g glucosa)
V (100%)	A	0.026 ± 0.002	0.455 ± 0.012
	Sc	0.050 ± 0.002	0.465 ± 0.023
YPD	A	0.068 ± 0.002	0.447 ± 0.007
	Sc	0.053 ± 0.001	0.472 ± 0.015
V-HBA (40%)	A	0.058 ± 0.002	0.463 ± 0.025
	Sc	--	--

Conclusiones. Las levaduras evaluadas lograron producción de etanol similar en medio de cultivo con inhibidores (V y mix V-HBA) y en medio óptimo (YPD), sin embargo, la levadura aislada obtuvo mejor desempeño fermentativo en vinaza diluida (V-HBA). Los datos obtenidos muestran el gran potencial que presentan las vinazas y el hidrolizado de bagazo como medio fermentativo para la producción de bioetanol.

Agradecimientos. A CONACYT por la beca otorgada a Juan Alberto Regalado-Aguirre.

Bibliografía.

- López-López, A., Davila, G., León, E., Villegas, E., & Gallardo, J. (2010). *Rev Environ Sci Biotechnol*, 9(2), 109–116.
- Rodríguez, E., Contreras, S., Davila, G., Rodríguez, J., & Marino, E. (2018). *Energies*, 11(3),
- Klosowski, G., y Mikulski, D. (2021) *Molecules* 26(4).

BIORREACTORES COMO ALTERNATIVA PARA BIORREMEDIACIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUA DEL RÍO VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

¹Elber José Sandoval Herazo, ²Israel Rodríguez Torres, ³Guillermo Espinosa Reyes, ⁴Manuel Alejandro Lizardi Jiménez. ¹PMPCA-UASLP, San Luis Potosí, CP 78210, ²Instituto de Metalurgia, Facultad de Ingeniería, UASLP, San Luis Potosí, CP 78210, ³Facultad de Medicina-CIACYT, UASLP, San Luis Potosí, CP 78210, ⁴CONACyT-UASLP, MDHa San Luis Potosí, CP 78210.

dydelber@gmail.com

Palabras clave: Hidrocarburos, biorreactores, biorremediación

Introducción. Ciudad Valles es la cabecera municipal del municipio homónimo, en San Luis Potosí, México. La ciudad está ubicada a orillas del río Valles, sus principales actividades económicas son el turismo, la agricultura y la ganadería, la industria azucarera y cementera (Pérez-medina et al., 2022). Estas actividades generan contaminación por hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (Abdel-Shafy y Mansour, 2016). Los HAP son un grupo de contaminantes emergentes, posiblemente carcinogénicos, y representan una preocupación para la salud humana y ambiental (Rodil et al., 2019).

El objetivo de este trabajo es evaluar la contaminación por hidrocarburos en agua del río Valles, Ciudad Valles y proponer un biorreactor como alternativa de biorremediación.

Metodología. Se tomaron cinco muestras en la sección del río Valles aledaña a Ciudad Valles, con base a las normas mexicanas NOM-014-SSA1-1993 y NMX-AA-117-SCFI-2001. Los hidrocarburos se extrajeron utilizando el método líquido-líquido y su concentración se determinó usando cromatografía de gases acoplada a espectrofotometría de masas. El crecimiento de la biomasa fue medido como sólidos suspendidos (SS) (Sandoval-Herazo y col., 2020). Para eliminar los hidrocarburos se utilizó un biorreactor de columna de burbujas con un medio mineral y volumen operativo de 1 L, durante 15 días. El consorcio usado estaba conformado por *Acinetobacter bouvetii*, *Deffluvibacter Lusatiensis*, *Shewanella sp.* y *Xanthomonas sp.* (Sandoval-Herazo y col., 2020).

Resultados. En el punto CV4 se encontró la concentración más alta de pireno (1058.41 $\mu\text{g/L}$), que fue el único compuesto encontrado en todos los puntos de muestreo. También, se encontraron HAP pesados en los puntos CV2 y CV4, como el criseno, benzo[k]fluoranteno, Indeno[1,2,3-cd]pireno y Benzo[g,h,i]perileno. Después de 15 días el consorcio logró consumir 99% del diésel y presentó una disminución de SS después del día 9.



Fig. 1. Σ HAP ($\mu\text{g/L}$) encontrados en puntos de muestreo río Valles, Ciudad Valles, San Luis Potosí, México.

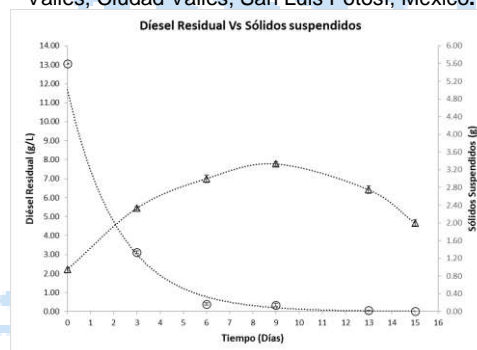


Fig. 2. Cinética de 15 días de diésel residual y crecimiento del consorcio (medido en sólidos suspendidos).

Conclusiones. Las concentraciones encontradas indicarían que el desarrollo de actividades agrícolas e industriales en Ciudad Valles contribuyen a la contaminación por HAP del río Valles. La velocidad de transformación del diésel en el biorreactor muestra que este sistema puede ser una alternativa para mitigar la contaminación por HAP en el río Valles.

Agradecimiento. Becas CONACyT No. 856534.

Bibliografía.

1. Abdel-Shafy, H. I., y Mansour (2016). M.S.M., 25(1), 107–123.
2. Pérez-medina, P., Galindo-Mendoza, M. G., y Barrera, V. A. (2022). *Research Square*, 1–22.
3. Rodil, R., Villaverde-de-Sáa, E., Cobas, J., Quintana, J. B., Cela, R., y Carro, N. (2019). *Environ. Int.* 129(May), 364–375.
4. Sandoval-Herazo, E. J., Saucedo-Rivalcoba, V., Gutiérrez-Rivera, B., Hernández-Martínez, R., y Lizardi-Jiménez, M. A. (2020). *Rev Mex Ing Quim*, 19(3), 1227–1241.

RELACION ENTRE LA PRODUCCIÓN DE ENZIMAS LIGNOLITICAS Y LA DEGRADACIÓN DEL COLORANTE NEGRO REACTIVO 5

Ruiz-Pérez J.L., Martínez-Trujillo M.A. y García-Rivero M.

TecNM: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico esq. Av. Carlos Hank González. Ecatepec, Estado de México, CP 55210, México, mgarcia@tese.edu.mx

Palabras clave: colorantes azoicos, enzimas ligninolíticas, cultivo inmovilizado

Introducción. La industria textil usualmente libera el agua residual sin un tratamiento adecuado, provocando la contaminación del ambiente por los colorantes que contiene (Almeida & Corso, 2014). La biodegradación de los colorantes por hongos de pudrición blanca es altamente eficiente debido a las enzimas ligninolíticas inespecíficas que producen: lacasa (Lacc), lignina peroxidasa (LiP), manganeso peroxidasa (MnP) y versátil peroxidasa (Vep) (Wesenberg et al., 2003). Sin embargo, poco se sabe sobre la contribución de cada enzima en el proceso de degradación (Adnan et al., 2015). El objetivo de este trabajo fue evaluar la participación de las enzimas ligninolíticas producidas por *Trametes versicolor* en la degradación del colorante negro reactivo 5 (NR5).

Metodología. El proceso se llevó a cabo con *T. versicolor* inmovilizado en trozos de tela de yute (Lemus-Gómez et al., 2018) en un reactor de 1 L que contenía medio mineral y 100 ppm del NR5. El reactor se operó por lote durante 14 días con una aireación de 0.9 vvm. Se tomaron muestras para obtener la actividad enzimática de Lacc, MnP, LiP (Lemus-Gómez et al., 2018) y Vep; la glucosa residual por DNS y barridos espectrofotométricos entre 200 y 700 nm.

Resultados. La mayor actividad enzimática se observó a las 200 h para VeP y Lacc con 65.20 y 8.23 U L⁻¹, respectivamente. Mientras que la actividad de las otras enzimas se mantuvo por debajo de 5 U L⁻¹ durante las 350 h de cultivo.

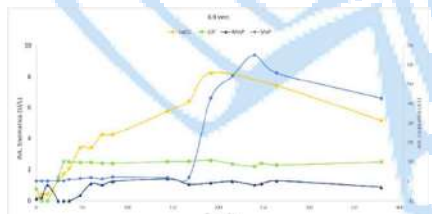


Fig. 1. Actividad de las enzimas ligninolíticas durante la decoloración de NR5 por *T. Versicolor* inmovilizado en trozos de tela yute.

En la Fig. 2 se muestra la evolución de la densidad óptica (DO) de la absorbancia en 595, 310 y 255 nm del NR5. El decremento de DO en 595 nm durante las primeras 24 horas sucedió por la sorción del NR5 en la biomasa inmovilizada y el soporte (Lemus-Gómez et

al., 2018). Alrededor de las 50 h la DO en 595 es prácticamente cero, debió a la degradación del grupo cromóforo con la consecuente generación de anillos de naftaleno y benceno que absorben en 310 y 255 nm, respectivamente (Damodar & You, 2010).

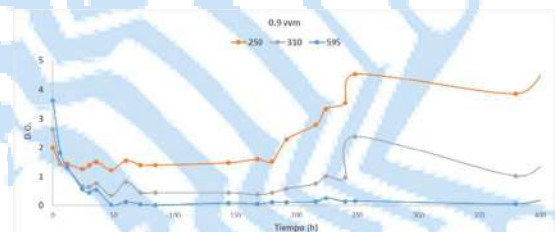


Fig. 2. Cambio de la absorbancia en 250, 310 y 595 nm durante la degradación del NR5 por *T. Versicolor* inmovilizado en yute.

El decremento en la DO del grupo cromóforo estuvo ligado al aumento de actividad de Lac, Lip y Vep con 3.42, 2.45 y 1.45 U L⁻¹ para las primeras 48 h, respectivamente. La biodegradación del NR5 muy probablemente se inició por la escisión oxidativa del enlace azoico mediada por la lacasa (Adnan et al., 2015). El cambio de DO para el pico de 310 parece seguir un patrón similar, mientras que el cambio en 250 nm no parece estar asociado a la actividad enzimática.

Conclusiones. Las cuatro enzimas producidas por *T. versicolor* no tienen la misma contribución en la degradación del NR5.

Agradecimiento. JLRP agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de manutención de maestría otorgada, con número de CVU 1104529.

Bibliografía.

- Almeida, E. J. R., & Corso, C. R. (2014). *C*, 112, 317–322.
- Wesenberg, D., Kyriakides, I., & Agathos, S. N. (2003), 22(1–2), 161–187.
- Adnan, L. A., Sathishkumar, P., Mohd Yusoff, A. R., & Hadibarata, T. (2015). *IB and B*, 104, 274–282.
- Lemus-Gómez, L. E., Martínez-Trujillo, M. A., Membrillo-Venegas, I., & García-Rivero, M. (2018). *EES*, 35(12), 1322–1328.
- Damodar, R. A., & You, S. J. (2010). *S and PT*, 71(1), 44–49.

INFLUENCIA DEL CAMPO ELÉCTRICO EN EL METABOLISMO DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA EN CONDICIONES MESÓFILAS

Mendoza-Tinoco, T. P¹., Durán-Hinojosa, U¹.; Sánchez-Vázquez V²., Fajardo-Ortiz M.C¹, Beristain-Cardoso R³., González I⁴.¹Departamento de Biotecnología. ²Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica. ⁴Departamento de Química. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ra Secc, Iztapalapa, 09310, CDMX (México).³Departamento de Recursos de la Tierra. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Lerma. Av. de las Garzas No 10, El panteón, 52005 Lerma de Villada, Méx (México).
taniamt91@outlook.com

Palabras clave: Digestión anaerobia, campo eléctrico, ORP

Introducción. La combinación de un sistema electroquímico con digestión anaerobia (DA) ha sido ampliamente estudiada en la última década, para mejorar la producción de metano (1); sin embargo, la DA es un proceso metabólico complejo y sinérgico en el que un campo eléctrico podría promover varios efectos dependiendo de la estrategia de aplicación (2-3). En ese contexto, los estudios para cada etapa de la DA son escasos, más aún en condiciones mesófilas, donde la DA es poco eficiente.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento de los metabolismos de la digestión anaerobia al imponer un campo eléctrico de baja magnitud durante el tratamiento de un agua residual sintética a temperatura mesófila <25 °C en cultivos en lote.

Metodología. Inicialmente, los lodos anaerobios se cultivaron en un reactor UASB alimentado con un agua residual sintética, a un TRH de 1 día, como fuente de inóculo. En el estado estacionario, el lodo metabólicamente estable se utilizó para evaluar el efecto del campo eléctrico aplicando una intensidad de corriente de 5, 10 y 15 mA en cada etapa de la DA a una temperatura de 23 ± 1.3 °C.

Resultados. Los resultados mostraron lo siguiente, i) la actividad hidrolítica mejoró en un 40-67 %, utilizando sacarosa como fuente de carbono; ii) en la acidogénesis, el rendimiento de la producción de ácidos grasos volátiles (AGVs) no cambió, pero la relación entre ellos cambió significativamente; iii) en la acetogénesis, a la menor intensidad de corriente aplicada, el rendimiento de producción de ácido acético mejoró en un 68 %; iv) la producción de biogás aumentó un 37 % con la intensidad de corriente más baja aplicada (Fig.1); v) las intensidades de corriente aplicadas no alteraron el pH; y vi) el potencial de oxidación reducción (ORP) cambió a valores menos negativos en la hidrólisis, acetogénesis y metanogénesis, mientras que, en la acidogénesis, el ORP cambió a valores más negativos.

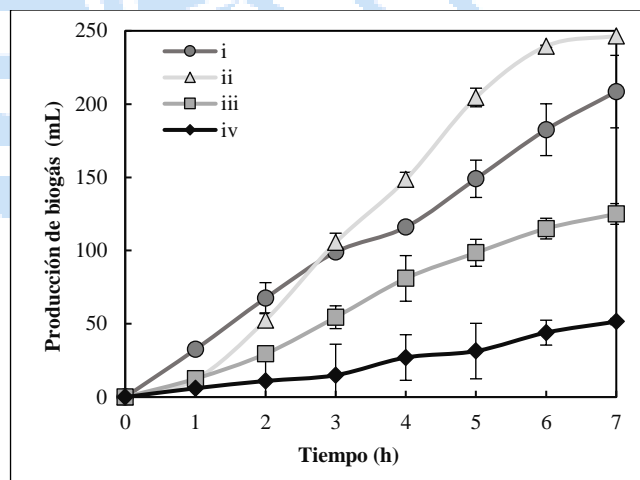


Fig. 1. Perfil de producción de biogás. i) estudio de control, ii) 5 mA, iii) 10 mA, y iv) 15 mA.

Conclusiones. Los resultados de esta investigación evidenciaron que el campo eléctrico influye en cada etapa de la digestión anaerobia, ya sea cinética o metabólicamente, mejorando la producción global de metano.

Agradecimiento. El primer autor agradece el apoyo del CONACyT-México a través de una beca para cursar el Doctorado dentro del Posgrado de Biotecnología de la UAM-Iztapalapa.

Bibliografía.

- Pawar, A. A., Karthic, A., Lee, S., Pandit, S., & Jung, S. P. (2022). Microbial electrolysis cells for electromethanogenesis: Materials, configurations and operations. *Environmental Engineering Research*, 27(1).
- Park, J. H., Kang, H. J., Park, K. H., & Park, H. D. (2018). Direct interspecies electron transfer via conductive materials: a perspective for anaerobic digestion applications. *Bioresource Technology*, 254, 300-311.
- Zhang, Z., Song, Y., Zheng, S., Zhen, G., Lu, X., Kobayashi, T., ... & Bakonyi, P. (2019). Electro-conversion of carbon dioxide (CO₂) to low-carbon methane by bioelectromethanogenesis process in microbial electrolysis cells: The current status and future perspective. *Bioresource technology*, 279, 339-349.

EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD MICROBIANA DE UN BIORREACTOR HÍBRIDO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA

Ma. E. Ochoa-Hernández¹, Andrea Reynoso-Varela², Denisse Serrano-Palacios², Kadiya Calderón¹

¹Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, CP 83000, ²Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 Sur. Ciudad Obregón, Sonora CP.85000, México, kadiya.calderon@unison.mx

Palabras clave: sistema híbrido, comunidad microbiana, agua residual porcícola

Introducción. Debido a las elevadas concentraciones de contaminantes que posee el agua residual porcícola, ésta debe ser tratada previo a su disposición [1]. Un solo tratamiento biológico convencional suele ser insuficiente por lo que la combinación de tecnología anaerobia y aerobia en un solo sistema híbrido hace posible obtener agua tratada de mejor calidad [2]. Dado que el desempeño y el éxito del sistema híbrido dependen de la comunidad microbiana presente [3]. El objetivo de este trabajo fue evaluar la comunidad microbiana total y metabólicamente activa de un sistema híbrido para el tratamiento de agua residual porcícola.

Metodología. Se utilizó un sistema híbrido a escala laboratorio de 2.5L que combinaba en la primera etapa la tecnología de un reactor UASB y en la segunda etapa un reactor aeróbico de lecho empacado. La secuenciación de genes ARNr 16S parcial se realizó utilizando Illumina a partir de ADN y ADNc extraídos de muestras de las etapas anaerobia y aerobia del sistema híbrido, así como de un biorreactor UASB operado en paralelo, ambos alimentados con el mismo afluente de aguas residuales porcícolas, y del influente. Se evaluaron la α y β diversidad de las comunidades microbianas y las funciones metagenómicas principales mediante la predicción del perfil taxonómico funcional por PICRUST.

Resultados. Las poblaciones predominantes encontradas en todas las muestras correspondieron a los filos Proteobacteria y Firmicutes, y al género arqueal Methanosaeta. Se encontraron diferencias entre la abundancia relativa de algunos géneros entre las muestras de ADN y ADNc, lo que indicó un aumento de la diversidad en la comunidad metabólicamente activa. El análisis de la beta diversidad reveló que la estructura de la comunidad microbiana fue significativamente diferente entre las muestras ($p < 0,05$); además, las bacterias nitrificantes fueron más abundantes en el biorreactor híbrido. Finalmente, las funciones metagenómicas, como las principales

vías metabólicas, incluida la biosíntesis de aminoácidos y antibióticos, se encontraron mediante la predicción del perfil taxonómico. El biorreactor híbrido anaeróbico-aeróbico presentó una mejor tasa de remoción de amoníaco, que fue del 99% en comparación con el sistema UASB convencional; sin embargo, la eliminación total de nitrógeno no fue posible alcanzarla.

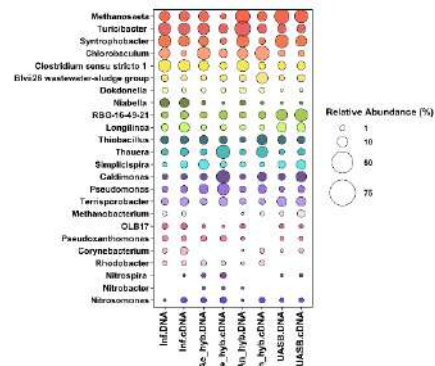


Fig 1. Abundancia relativa de los 20 principales géneros encontrados en la microbiota asociada al estudio

Conclusiones. Las estructuras de las cuatro comunidades microbianas caracterizadas en el estudio fueron estadísticamente diferentes entre sí dado los diferentes inóculos y el entorno anaerobio-aerobio en el que se desarrollaron. La presencia de bacterias nitrificantes en el biorreactor híbrido indicó que al acoplar la sección aeróbica empacada a un sistema UASB mejora la remoción de especies nitrogenadas, reportando procesos simultáneos de nitrificación-desnitrificación.

Agradecimiento. CONACyT A1-S-43472, CVU 1076858) y CVU 928977 por la beca recibida.

Bibliografía.

- Giraldi-Díaz, M.R., Castillo-González, E., Medina-Salas et al., 2021. *Sustain. Sci.* 13(20), 11248.
- Ali, M., Elreedy, A., Ibrahim, M.G., et al., 2019. *Energy Convers Manag.* 186, 1-14.
- Zhang, L., Shen, Z., Fang, W., Gao, G., 2019. *Sci. Total Environ.* 689, 1181-1191.

SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS TOLERANTES A ANTINFAMATORIOS NO ESTERIOIDEOS

José Manuel Carrillo-Tepole, César Augusto Barrales-Cortés, Rita Karen Pacheco-Cabañas.
Universidad Iberoamericana de Puebla, Departamento de Ciencias e Ingenierías, Blvd del Niño
Poblanco 2901 Reserva Territorial Atlixcáyotl, San Andrés Cholula, Puebla, 72810.
rita.pacheco@iberopuebla.mx.

Palabras clave: microorganismos, antiinflamatorios no esteroideos, tolerancia.

Introducción. Una problemática actual derivada del uso excesivo de productos farmacéuticos como los antibióticos, antiinflamatorios, hormonas y esteroides es que se han determinado en aguas superficiales, aguas subterráneas, efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales y efluentes de lodos (1). En la actualidad las técnicas que se utilizan para remover los contaminantes de fármacos suelen tener ciertas desventajas, por lo que se ha buscado la remoción a partir de estrategias biotecnológicas. En el caso de la biorremediación, las actividades catabólicas de los microorganismos y por consiguiente de su capacidad para utilizar los contaminantes como fuente de carbono y energía, logran convertir las sustancias contaminantes peligrosas en sustancias menos tóxicas o no tóxicas. Adicionalmente, los hongos por ejemplo pueden reducir las concentraciones de contaminantes adsorbiendo físicamente varios contaminantes a través de la pared celular compuesta de quitina y celulosa [2]. Por lo que en esta investigación tuvo por objetivo realizar pruebas de tolerancia a fármacos antiinflamatorios no esteroideos de hongos y bacterias aisladas, a partir de muestras de suelo y agua contaminadas, para seleccionar e identificar cepas con potencial aplicación en biorremediación de los fármacos.

Metodología. El proceso experimental se muestra en la Fig. 1 y se basó en cuatro etapas, muestreo, aislamiento, tolerancia e identificación taxonomica, en donde se realizaron actividades específicas respecto a cada etapa.

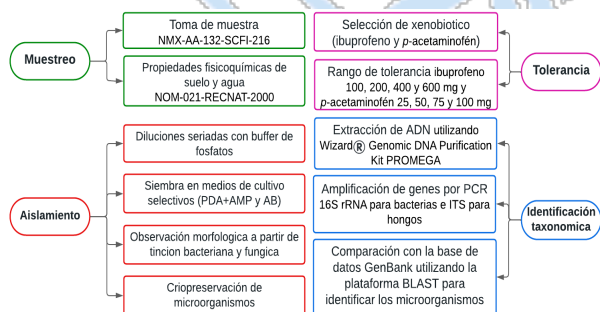


Fig. 1. Diagrama del proceso experimental.

Resultados. En total se aislaron 34 cepas de microorganismos diferentes, en donde 18 fueron bacterias y 16 hongos de donde por que no dice la fig 1. En la Fig 2. Se muestra las morfologías de algunos de los microorganismos aislados.

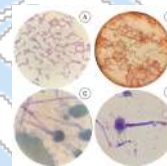


Fig. 2. Tinción de microorganismos. Tinción de Gram positiva, morfología de bacilo cepa B009 (A); tinción de Gram negativa, morfología de bacilo cepa B002 (B); tinción fúngica, perteneciente de la cepa H009 (C) y H010 (D) del grupo aspergillus.

En la prueba de tolerancia con los antiinflamatorios no esteroideos, 10 cepas fúngicas y 13 cepas bacterianas mostraron tolerancia al fármaco p-acetaminofén e ibuprofeno, pero solo 3 cepas fúngicas y 4 bacterianas fueron capaces de tolerar las concentraciones más altas de ambos fármacos, en el caso del ibuprofeno fue de 600 mg/l y p-acetaminofén 100 mg/l.

Conclusiones. El ibuprofeno y el acetaminofén mostro un efecto de inhibición en crecimiento para 13 hongos y 14 bacterias, sin embargo, las cepas fungicas H010, H016, H018 y las bacterias B003, B005, B008, B045 demostraron resistencia ante estos compuestos. Por lo tanto podemos decir que pueden ser candidatas para la biorremediación.

Bibliografía.

- Falahi, O. A. A., Abdullah, S. R. S., Hasan, H. A., Othman, A. R., Ewadh, H. M., Al-Baldawi, I. A., ... & Kurniawan, S. B. (2022). Elimination of mixed ibuprofen and paracetamol from spiked domestic wastewater via a pilot continuous aerated sub-surface constructed wetland system. *Journal of Water Process Engineering*, 50, 103308.
- Miglani, R., Parveen, N., Kumar, A., Ansari, M. A., Khanna, S., Rawat, G., Panda, A. K., Bisht, S. S., Upadhyay, J., & Ansari, M. N. (2022). Degradation of Xenobiotic Pollutants: An Environmentally Sustainable Approach. *Metabolites*, 12(9), 818. <https://doi.org/10.3390/metabo12090818>
- Nunes, B., Antunes, S. C., Santos, J., Martins, L., & Castro, B. B. (2014). Toxic potential of paracetamol to freshwater organisms: a headache to environmental regulators?. *Ecotoxicology and environmental safety*, 107, 178–185. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.05.027>

AISLAMIENTO DE BACTERIAS METALOTOLERANTES AL CU (II) PROVENIENTES DEL JAL MINERO DE SAN FELIPE DE JESÚS, SONORA

Francisca A. Trujillo Peralta¹, Kadiya Calderón¹, Guadalupe López², ¹Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, CP 83000, ²Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, CP 83000, a214205632@unison.mx

Palabras clave: bacteria, biorremediación, cobre

Introducción. La contaminación ambiental por metales es un problema persistente que afecta a los seres vivos [1], el cual ha ido en aumento en los últimos años por actividades humanas, en las cuales destaca la minería [2]. En Sonora se han reportado altas concentraciones que sobrepasan los límites máximos permisibles nacionales e internacionales de elementos potencialmente tóxicos (EPT) como As, Cd, Cu y Pb [3]. Se han empleado métodos para solucionar esta problemática, de los cuales destacan los tratamientos biológicos por su bajo costo y alta efectividad [4]. El presente trabajo tiene como objetivo aislar y caracterizar bacterias tolerantes y/o resistentes al Cu (II) provenientes del jal minero de San Felipe de Jesús, Sonora para una posible aplicación biotecnológica.

Metodología. Se colectaron dos tipos de muestras (húmeda y seca) del jal minero abandonado de San Felipe de Jesús, Sonora, las cuáles se homogenizaron y se calculó el porcentaje de humedad para identificarlas como MSC y MHC, después se caracterizaron fisicoquímicamente según la NOM-021-RECNAT-2000, se determinó la concentración de sólidos (APHA/SM 2540), también se analizó el contenido elemental por espectroscopia de rayos X (EDS) y la concentración elemental de Cu (II) por absorción atómica. Para la aclimatación y aislamiento de las bacterias, se puso en contacto 10 g de suelo en caldo nutritivo a 30°C y 150 rpm por 120 h en una incubadora. Posteriormente se pasarán las muestras a un medio selectivo [5], el cual tiene una duración de 6 días, donde la concentración inicial y final de D-glucosa será de 1000 mg/L y 0 mg/L respectivamente, mientras que la del Cu (II) aumentarán de 2 mg/L a 50 mg/L. Se seleccionarán las cepas serán capaces de tolerar altas concentraciones de Cu (II) y serán identificadas por secuenciación.

Resultados. Las muestras MHC revelaron un suelo fuertemente ácido, salino, con poca presencia de materia orgánica, con un tipo de suelo franco y la concentración de Cu (II) de 766.66 ppm. Las de MSC presentaron un suelo fuertemente ácido,

moderadamente salino, con poca materia orgánica, una consistencia franco-arenosa y la concentración de Cu (II) de 533.33 ppm (Tabla 1).

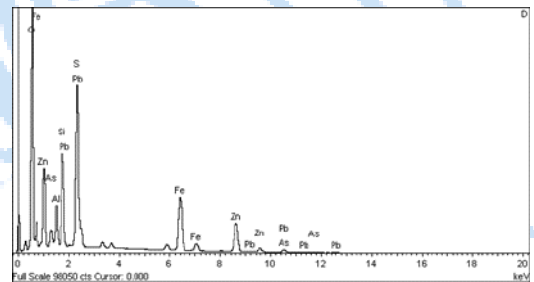


Fig. 1. Espectroscopia de rayos X (EDS) de MHC.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de los sedimentos.

Parámetros	MSC	MHC
pH	3.36 ^a ±0.011	3.76 ^b ±0.026
Conductividad	3.87 ^a ±0.23 µS/cm	5.715 ^b ±0.015 µS/cm
STT	0.97 ^a ±0.002 g	0.723 ^b ±0.004 g
SFT	0.92 ^a ±0.002 g	0.68 ^b ±0.003 g
SVT	0.049 ^a ±0.003 g	0.042 ^a ±0.004g

Los valores son promedios ± E.E. de 3 réplicas. Los promedios con diferente superíndice son significativamente diferentes (P≤0.05).

Conclusiones. La caracterización fisicoquímica de los sedimentos muestreados indicó que las bacterias aisladas son capaces de tolerar condiciones estresantes de Cu (II) y podrían ser utilizadas en biorremediación de suelo.

Agradecimiento. CONACyT (CVU 1152939) UNISON (USO316008341).

Bibliografía.

- Vaid, N., Sudan, J., Dave, Mangla, H., and Pathak, H. (2022). *Current Microbiology*, 79 (5)
- Verma, S., and Kula, A. (2019) *Environmental Technology & Innovation*, 14
- Del Rio-Salas R. et al., (2019) *Natural Resources Research*, 28 (4). Pp. 1485-1503
- Priyadarshane M and Das, S. (2020). *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9 (1).
- Majumder, S. Gangadhar, G. Raghuvanshi, S. and Gupta, S. (2015). *Bioprocess Biosyst Eng.* 38 (9). Pp. 1749-60.

EFFECTO DE LA ATRAZINA EN MINIPLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DEL BIOENRIQUECIMIENTO CON MICROORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Valeria Gómez Murcia, Cutberto José Juvencio Galíndez Mayer, Nora Ruiz Ordaz, Fortunata Santoyo Tepole, Cleotilde Juárez Ramírez, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Departamento de Bioingeniería, Ciudad de México 07738, valemommur@gmail.com

Palabras clave: Lodos biológicos, atrazina, bioenriquecimiento.

Introducción. El incremento en la demanda de alimentos ha dado como resultado el uso excesivo de pesticidas, como la atrazina para el control de malezas y optimización de cultivos. Las aguas residuales mixtas provenientes de la mezcla de aguas agrícolas, municipales e industriales, donde se ha encontrado atrazina en concentraciones importantes, son tratadas en plantas de tratamiento de aguas residuales, pero sin mucho éxito en la remoción ya que se han hallado concentraciones de ésta en los efluentes (1), además de ser un compuesto tóxico para diferentes especies (2), e incluso para los lodos biológicos (3).

En el presente trabajo se evaluó la degradación de atrazina en una miniplanta de tratamiento de aguas residuales con lodos biológicos antes y después de ser bioenriquecidos con microorganismos selectos.

Metodología. Se diseñó e instaló una miniplanta de tratamiento de aguas residuales (Vop=2.5 L), alimentada con agua residual sintética (ARS). Cuando estuvieron estables los valores de DQO, SST, velocidad de sedimentación de los lodos y turbiedad del efluente (As600nm), sin modificar el TRH, se sustituyó el suministro por ARS adicionada con atrazina (ARSA, 20 ppm), y se continuo el registro de las variables y de la concentración de atrazina. Esta última se determinó en el efluente y la adsorbida en los lodos. Para mejorar, en su caso, la remoción de atrazina se seleccionó un inóculo con capacidad para degradar atrazina y se verificó la presencia de los genes catabólicos correspondientes. Finalmente se adicionó el inóculo a los lodos y se continuó la evaluación sin modificar el TRH.

Resultados. El ingreso de la atrazina al reactor causó una disminución de los SST y un ligero incremento de la turbiedad del efluente. La remoción de atrazina observada se atribuyó principalmente al fenómeno de adsorción (Figura 1).

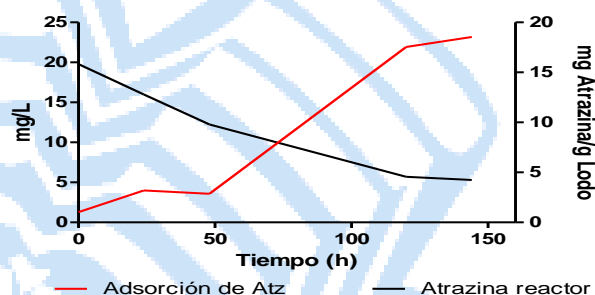


Figura 1. Concentración de atrazina en el efluente del reactor y la adsorbida en el lodo.

Para el bioenriquecimiento se seleccionó un inóculo formado por una comunidad previamente aclimata en ARSA capaz de degradar atrazina y la cepa *E. coli* 171 λ pir (genéticamente modificada) portadora de todos los genes *atz(A-F)* (4). Los resultados mostraron una mejora en la eficiencia de remoción de la atrazina, sin embargo, ésta fue transitoria; ya que no se pudo alcanzar la estabilidad del reactor.

Conclusiones. La remoción de la atrazina en el reactor fue principalmente por adsorción, las altas concentraciones del agrotóxico modificaron algunas características del lodo biológico y el bioenriquecimiento de éste no logró la degradación total del compuesto.

Agradecimiento. SIP-IPN, CONACyT (becaria).

Bibliografía.

1. Kamaz M, Jones S M, Qian X, Watts, M J, Zhang W, y Wickramasinghe S R, (2020). *Inter J Environ Res Public Health*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph17072567>
2. Nsabimana E, Bohatier J, Belan A, Pepin D, y Charles L (1996). *Chemosphere*, 33(3), 479-494. [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(96\)00182-8](https://doi.org/10.1016/0045-6535(96)00182-8)
3. Sene L, Converti A, Secchi G A R, y Simão R de C G (2010). *Braz Arch Biol Technol*, 53(2), 487-496. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000200030>
4. Lazarini-Martínez A, Pérez-Valdespino A, Martínez F H, Ruiz-Ordaz N, Galíndez-Mayer J, Juárez-Ramírez C, y Curiel-Quesada E, (2019). *FEMS 67 Microbiol Lett*, 366(19), 1-9. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz233>

AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS TOLERANTES A PERCLORATO EN SUELOS DEL ESTADO DE GUANAJUATO Y EVALUACIÓN DE SU USO POTENCIAL COMO BIOFERTILIZANTES EN LA AGRICULTURA DEL PLANETA MARTE

Daniel Fernando Cortez Acosta¹, John Paul Délano Frier¹, Luc Dendooven², Luis Eugenio González de la Vara¹ y Víctor Olalde Portugal¹

¹Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Irapuato, Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Irapuato, Gto. 36824 ²Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Biotecnología y

Bioingeniería, CDMX 07360

daniel.cortez@cinvestav.mx

Palabras clave: perclorato, regolito, biofertilizantes

Introducción. El regolito marciano es un sustrato interesante que puede representar un suelo poco fértil y poco evolucionado, ya que contiene muchos nutrientes en formas minerales insolubles y altas cantidades de perclorato, por lo que no es apto para la agricultura. En este contexto, encontrar alternativas para incrementar la fertilidad del regolito marciano podría ayudar a resolver problemas de fertilidad en suelos terrestres poco evolucionados, en suelos contaminados con perclorato y, a largo plazo, ayudar a la colonización futura de Marte.

El objetivo de este trabajo fue aislar bacterias que tengan el potencial de ser utilizadas como biofertilizantes en cultivos mantenidos sobre regolito marciano y suelos infértiles con características similares.

Metodología. Se seleccionaron como sitios de muestreo de suelos los terrenos del CINVESTAV unidad Irapuato y la mina “La Tortuga” ubicada en el municipio de Valle de Santiago, Guanajuato. Se utilizó la metodología propuesta por Gaete *et al.* (2020) para el aislamiento primario. Se realizó a un segundo aislamiento por el método de estría cruzada en medio con perclorato de magnesio al 1% usando una modificación del medio de cultivo utilizado por Ghosh *et al.* (2011). Finalmente, las bacterias aisladas se incubaron en agar Pikovskaya, agar Aleksandrov (Rajawat *et al.* 2016), agar cromo azul S (Louden *et al.* 2011) y medio NFB para determinar la solubilización de fósforo y de potasio, la producción de sideróforos y la fijación de nitrógeno, respectivamente. Las bacterias que presentaron dichas características fueron subsiguientemente identificadas mediante secuenciación del ADNr 16S.

Resultados. Se obtuvieron 14 cepas tolerantes al perclorato y los resultados de las pruebas realizadas se muestran en la Tabla 1; cuatro de ellas cumplieron con

los requerimientos planteados y fueron identificadas por secuenciación del ADNr 16S como *Enterobacter spp.* (C2A, P1A y M1B1H) y *Klebsiella spp.* (V21AHO).

Tabla 1. Resultados de los ensayos de caracterización bioquímica en las cepas aisladas. X significa que la bacteria no presenta dicha propiedad y ✓ que sí presenta dicha propiedad.

Cepa	Solubilización de P	Solubilización de K	Producción de Sideróforos	Fijación de Nitrógeno
C2A	✓	✓	✓	✓
M1A1B	✓	X	X	X
M1A2B	X	X	X	X
M2A1P	X	X	X	X
M1B1H	✓	✓	✓	✓
M1B2B	✓	X	X	X
P1A	✓	✓	✓	✓
V11AB	X	X	X	✓
V11AP	X	X	X	✓
V11AR	X	X	X	✓
V21AHO	✓	✓	✓	✓
V22BR	X	X	X	X
V31BB	X	X	X	X
V32AO	✓	X	X	✓

Conclusiones. Se encontraron cuatro bacterias con potencial para usarse como biofertilizantes en el regolito marciano; la secuenciación por ADNr 16S indica que 3 de ellas son del género *Enterobacter* y 1 de ellas del género *Klebsiella*.

Agradecimiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada (206275) y a Rosalinda Serrato Flores por su apoyo en la realización de técnicas de laboratorio.

Bibliografía.

1. Gaete A., Mandakovic D. y González M. (2020) *Microorganisms*. 8 (1213): 1-13.
2. Ghosh A., Pakshirajan K., Ghosh P. y Sahoo N. (2011) *Journal of Hazardous Materials*. 187 (1-3): 133-139.
3. Rajawat M., Singh S., Tyagi S. y Saxena A. (2016) *Pedosphere*. 26 (5): 768-773.
4. Louden B., Haarman D. y Lynne M. (2011) *Journal of Microbiology & Biology Education*. 12 (1): 51-53.

BIODEGRADACIÓN DE ESPONJAS DE BAÑO Y SUS EMPAQUES, ELABORADOS CON TEREFALATO DE POLIETILENO, POR MICROORGANISMOS AISLADOS DE SUELO

Florina Valdez-Barrera¹, Juan Oropeza-Oropeza¹, Daniel Alejandro Vergara-Solís² y Gabriel Pineda Flores²

¹Instituto Tecnológico Superior de la Montaña. Ampliación del Ejido San Francisco S/N, C.P. 41304, Tlapa de Comonfort, Guerrero, México.

²Centro Mexicano para la Producción más Limpia-IPN. Av. Acueducto S/N, La Laguna Ticomán, Gustavo A. Madero, C.P. 07340, CDMX, México. gpineda@ipn.mx

Palabras clave: residuos, plásticos, tratamiento

Introducción. El tereftalato de polietileno (TP) tiene un gran impacto en nuestra sociedad por su amplia aplicación en productos y servicios (De la Luz et al. 2020). La biodegradación de materiales elaborados con TP es una actividad que se realiza con muy poca frecuencia en México y es un proceso que puede ayudar al consumidor a seleccionar los productos con menor probabilidad de ocasionar efectos negativos al ambiente, cuando éstos se conviertan en residuos. En relación con lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la biodegradación de dos muestras de esponjas de baño y sus empaques, ambos elaborados con TP, aplicando microorganismos aislados de suelo.

Metodología. La prueba de biodegradabilidad de los materiales y la determinación de los grupos microbianos presentes se realizaron conforme a lo descrito en Sandoval et al. 2020. La caracterización de estos materiales se realizó por espectrometría de infrarrojo por transformada de Fourier, antes y después del proceso de biodegradación, de acuerdo a lo descrito en De la Luz et al. 2020.

Resultados. La forma en la que se empaican los productos evaluados en el presente trabajo es la siguiente: esponja blanca contenida en bolsa blanca, esponja morada contenida en bolsa transparente. El producto denominado popote blanco se compone de celulosa y es el testigo biodegradable para esta prueba. En la figura 1 se muestran las cinéticas de biodegradación por pérdida de peso de los productos de TP evaluados. Las pérdidas de peso más pronunciadas se presentaron para los productos denominados popote blanco y bolsa blanca. Las pérdidas de peso menos pronunciadas se presentaron para los productos denominados esponja blanca, esponja morada y bolsa transparente. Los porcentajes de biodegradabilidad obtenidos se muestran en la tabla 1. Se observa que los cuatro productos tienen un porcentaje notablemente menor comparado con el compuesto testigo biodegradable.

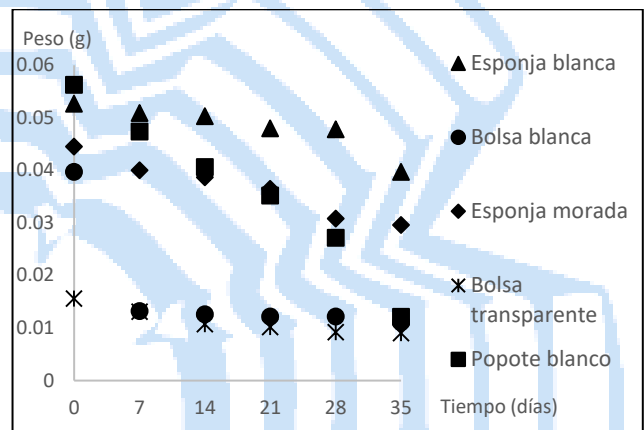


Fig. 1. Cinéticas de biodegradación evaluando la pérdida de peso de los materiales sometidos a la prueba. Los datos mostrados son el promedio de tres repeticiones.

Tabla 1. Porcentajes de biodegradabilidad obtenidos para las esponjas de baño y sus empaques.

Producto	% biodegradabilidad**
Esponja blanca	1.00
Bolsa blanca	8.1
Esponja morada	0.8
Bolsa transparente	0.72
Popote blanco*	49.4

*Testigo biodegradable, **después de 35 días de prueba.

Conclusiones. Por la baja biodegradabilidad de estos productos es muy posible que se acumulen en el ambiente cuando sean eliminados como residuos.

Bibliografía.

De la Luz Ramos, A., Pineda-Flores, G., Palma-Ramírez, D., & Dorantes-Rosales, H. (2020). Structural, thermal and morphological studies of bio-based straws under aerobic degradation process. *MRS Advances*, 5(61), 3113-3121.

Sandoval, R.Y., Santiago R.R. y Pineda-Flores G. (2020). Biodegradación por microorganismos de suelo de popotes desechables elaborados con polietileno y ácido poliláctico. *Medio ambiente, bioenergías y sostenibilidad 2020*, ABIAER A.C., Cinvestav, México, 17 y 18 septiembre 2020, 447-451.

BIODEGRADACIÓN DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD GRADO MATERIA PRIMA POR UN CONSORCIO MICROBIANO PREVIAMENTE ADAPTADO A ESTA FUENTE DE CARBONO

Rosalina Jenaro-García¹, Juan Oropeza-Oropeza¹, Daniel Alejandro Vergara-Solís² y Gabriel Pineda Flores²

¹Instituto Tecnológico Superior de la Montaña. Ampliación del Ejido San Francisco S/N, C.P. 41304, Tlapa de Comonfort, Guerrero, México.

²Centro Mexicano para la Producción más Limpia-IPN. Av. Acueducto S/N, La Laguna Ticomán, Gustavo A. Madero, C.P. 07340, CDMX, México. gpineda@ipn.mx

Palabras clave: tratamiento, plásticos, mineralización

Introducción. La biodegradación de productos elaborados con tereftalato de polietileno de alta densidad (PAD) frecuentemente presenta valores de alrededor del 10 % como máximo (Gómez et al. 2020). Esto limita su aplicación en la elaboración de productos, ya que se acumularán en el ambiente cuando se conviertan en residuos (De la Luz et al. 2020). Para fomentar su biodegradabilidad, es posible utilizar una fuente de inóculo microbiano previamente adaptada con PAD como una fuente de carbono. En relación con lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la biodegradación de PAD grado materia prima (PADmp) en un biorreactor aerobio inoculado con lodo activado previamente adaptado a utilizar este material como fuente de carbono y energía.

Metodología. Se adaptó una muestra de lodo activado en un biorreactor de laboratorio con 700 ml de medio de cultivo mineral ISO10707, aireación constante de 4 ml/s y 7g de PADmp como única fuente de carbono y energía. Se evaluó el crecimiento y la biodegradación del consorcio microbiano sobre este material por incremento de la absorbancia y por el método ASTM 5338 modificado, respectivamente.

Resultados. En la figura 1 se observa que el consorcio microbiano aislado a partir de lodo activado presentó la capacidad de crecer con PADmp como fuente de carbono y energía. Se incrementa la absorbancia del consorcio a partir del tercer día de desarrollo de la cinética de crecimiento y comienza a decaer a partir del día 8. En la figura 2 se muestra la cinética de biodegradación por producción de CO₂ del PADmp. Como compuesto testigo biodegradable se utilizó celulosa grado cromatográfico. En esta figura se observa que el consorcio microbiano tiene la capacidad de utilizar al PADmp como fuente de carbono y energía, la producción de CO₂ es notable a partir del segundo día y disminuye alrededor del día 6. El porcentaje de biodegradación de la celulosa fue de 39.67% y para el PADmp fue del 20.85%, ambos después de 11 días de desarrollo de la prueba.

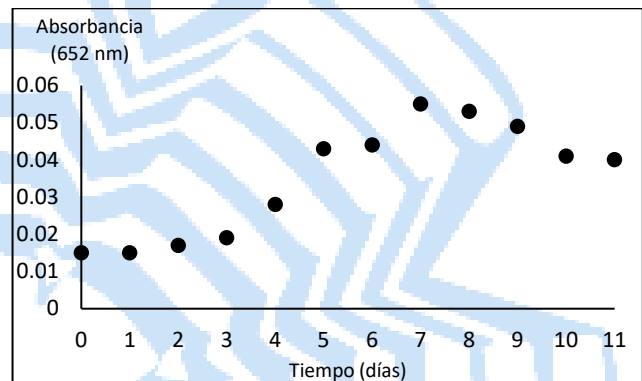


Fig. 1. Cinética de crecimiento del consorcio microbiano aislado de lodo activado con PADmp como fuente de carbono y energía.

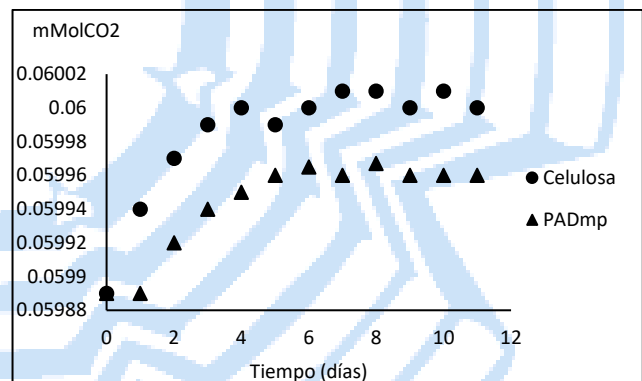


Fig. 2. Biodegradación del PADmp por los microorganismos del consorcio microbiano aislado de lodo activado.

Conclusiones. El consorcio microbiano aislado de lodo activado y adaptado previamente al PADmp aumentó su capacidad de biodegradar este material en las condiciones de un biorreactor con aireación.

Bibliografía.

De la Luz Ramos, A., Pineda-Flores, G., Palma-Ramírez, D., & Dorantes-Rosales, H. (2020). Structural, thermal and morphological studies of bio-based straws under aerobic degradation process. *MRS Advances*, 5(61), 3113-3121.
Gómez M.R., Ayala C.A. y Pineda-Flores G. (2020). Biodegradación por microorganismos de suelo de productos desechables elaborados con polietileno y semilla de aguacate. *Medio ambiente, bioenergías y sostenibilidad 2020*, ABIAER A.C., Cinvestav, México, 17 y 18 septiembre 2020, 452-456.

APLICACIÓN DE VINAZAS DE TEQUILA *IN SITU*, PARA SU APROVECHAMIENTO COMO MEJORADOR DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO

Tuesta-Popolizio, D.A., Verduzco-Garibay, M., Alejandro Moran-Horowich, M., González-López, M.E., Gradilla-Hernández, M.S.

Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Zapopan 45201

diego.tuestap@tec.mx

Palabras clave: Irrigación directa, manejo de residuos, mejores prácticas de gestión

Introducción. Jalisco es el estado líder en la producción de tequila en México, durante el año 2022 se generaron 651.4 millones de litros ¹. Existen reportes que señalan que por 1 litro de tequila se generan 10 litros de vinazas como desecho, y uno de los métodos de disposición de las vinazas es su aplicación directa como fertilizante por la carga orgánica que presenta. La aplicación en campo puede generar problemas en suelo: salinización, cambio de estructura y capacidad de retención de agua, y alteraciones en las comunidades microbianas en la rizosfera de las plantas ². El objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto de la aplicación de vinaza *in situ* a diferentes dosis sobre un campo de cultivo agrícola, para ver el efecto sobre los parámetros de suelo.

Metodología. La experimentación se desarrolló en un sitio con una superficie total de 0.58 Ha, con 24 surcos, 15 fueron seleccionados; se realizó el riego directo al suelo con vinaza cruda y neutralizada a diferentes dosis (1, 3, 5 y 10 L m⁻²), con un control para cada condición de vinazas, con y sin fertilización química; las aplicaciones y el muestreo del suelo fueron trimestrales durante un año. El suelo fue tamizado y caracterizado (n=3) por sus principales parámetros fisicoquímicos ³ y Normativa Mexicana (NOM-021-SEMARNAT-2000).

Vinaza cruda				Vinaza neutralizada
1 L m ⁻²	3 L m ⁻²	5 L m ⁻²	10 L m ⁻²	10 L m ⁻²
T1	T2	T3	T4	T5
Agua				
H ₂ O + Fertilizante		H ₂ O - Fertilizante		H ₂ O
T6		T7		T8

Tabla. 1. Dosificación por aplicación de tratamiento.

Resultados. El análisis mostró que hubo un aumento en COT, CRA y pH a lo largo del tiempo para los tratamientos T3, T4 y T5 (ver Figura 1), sin una diferencia significativa entre ellos. La neutralización no afectó al proceso, posiblemente debido al efecto amortiguador del suelo.

Mientras tanto, los tratamientos T1 y T2 no mostraron ninguna diferencia entre ellos. El grupo de control fertilizado tuvo valores similares a T2.

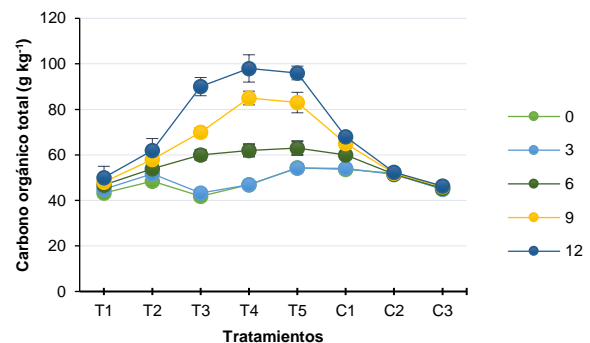


Fig. 1. Comparación de los niveles de carbono orgánico total (COT) durante los tiempos de aplicación por cada tratamiento. Las barras indican la desviación estándar n=3.

Conclusiones. Es posible utilizar las vinazas como fertilizante orgánico con un riego de 1.5 a 5.0 L m⁻³ por la cantidad de COT aportado. Pero es necesario hacer estudios a largo plazo para ver los cambios en parámetros como CRA, CE, fenoles, entre otros.

Agradecimiento. Gracias al Tecnológico de Monterrey por el apoyo y financiamiento a través del fondo semilla TEC-Base y Challenge, al Gobierno del Estado por su apoyo a través de COECYTJAL y SEMADET, y finalmente a Tequila Herradura por el apoyo para el desarrollo del proyecto de investigación en sus campos de cultivo.

Bibliografía.

1. Consejo Regulador del Tequila, 2023. Consumo de agave para Tequila y Tequila 100% de agave [WWW Document]. URL <https://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>.
2. Moran-Salazar, R. G., Sanchez-Lizarraga, A. L., Rodriguez-Campos, J., Davila-Vazquez, G., Marino-Marmolejo, E. N., Dendooven, L., & Contreras-Ramos, S. M. (2016). Utilization of vinasses as soil amendment: consequences and perspectives. SpringerPlus, 5(1), 1007.
3. Dane J.H., Top C (eds) (2002) Methods of Soil Analysis. Part. 4 Physical Methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Oocystis* sp. EN UN ESTANQUE ABIERTO A ESCALA PILOTO

Blanca Urbina Medina¹, Mauricio Carrasco González², León Sánchez-García³, Marcia Morales-Ibarria³, ²Licenciatura en Ingeniería Biológica, ²Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, , ³Departamento de Procesos y Tecnología. Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa. CP 05348, Ciudad de México, mmorales@cua.uam.mx

Palabras clave: Microalgas, Racewaypond, Pigmentos

Introducción.

Los microorganismos fotoautótrofos como las microalgas producen una gran variedad de compuestos entre los que se encuentran los pigmentos (1). Dentro de ellos se encuentran las clorofilas, las ficobiliproteínas y los carotenoides. Estos últimos tienen características antioxidantes que regulan el estrés oxidativo y se usan como mediadores antiinflamatorios, provocando la protección contra: síndromes metabólicos, cáncer, enfermedades neurodegenerativas, así como el daño fotooxidativo en la piel y los ojos (2). Actualmente existe un gran interés en los carotenoides y, se ha estimado que el mercado mundial aumente a los USD 1,840 millones para el 2027 (2). Debido al interés de producir carotenoides a gran escala (3) en el presente trabajo se pretende evaluar el crecimiento de la cepa *Oocystis* sp. ya reportada como potencial productor de carotenoides (4), en un estanque abierto con un volumen de operación a nivel planta piloto en condiciones de intemperie.

Metodología.

Se preparó el inóculo de cf. *Oocystis* sp. en fotobiorreactor de columna de burbujeo de 25 L usando medio mineral BG-11 con aireación de 3 L min⁻¹ y 1% CO₂. Para la realización del experimento se utilizó un reactor tipo estanque abierto *raceway pond* (RWP) de 6.2 m² con sistema de aireación de paletas que otorgaron al medio una velocidad lineal de 30 cm s⁻¹. El reactor se operó con 930 L de medio de cultivo utilizando el fertilizante *Bayfolan forte* y se inoculó para tener una concentración de biomasa inicial de ~0.05 g_{biomasa} L⁻¹. El monitoreo y la cuantificación de la biomasa se hizo diariamente. Se calculó la tasa de crecimiento específico (μ , d⁻¹), la productividad (P_b, g L⁻¹ d⁻¹) y la tasa de fijación de CO₂ (iP_{CO2}, mg L⁻¹ d⁻¹).

Resultados.

En la gráfica 1 se muestra la cinética de crecimiento de *Oocystis* sp. cultivada en el RWP en condiciones de intemperie con ciclos circadianos de luz y temperatura no controlada. El experimento se llevó a cabo durante 42 días alcanzando una concentración

de biomasa de 1.08 g_{biomasa} L⁻¹ y una productividad máxima de 4.5 g m⁻² d⁻¹, con tasa de fijación de CO₂ de 8.1 g m⁻² d⁻¹. Estas productividades pueden compararse con las productividades reportadas para otras cepas productoras de carotenoides en sistemas similares, como el caso de *Dunaliella salina* con 2.2 g m⁻² d⁻¹ creciendo en condiciones de intemperie en reactores tubulares (5).

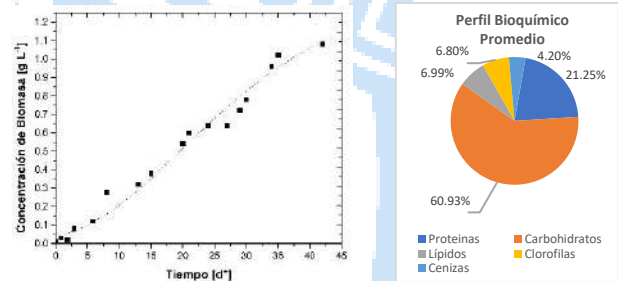


Fig. 1. Cinética de crecimiento de *Oocystis* sp. cultivada a la intemperie (izquierda). Perfil bioquímico de la biomasa en el día 35 de operación (derecha).

Conclusiones.

El medio mineral Byfolan Forte permitió el crecimiento de *Oocystis* sp. en condiciones de intemperie, con una productividad máxima fue de 4.5 g m⁻² d⁻¹, la cual la clasifica como un candidato potencial para la producción de carotenoides.

Agradecimientos.

CONACyT por la beca otorgada para estudios de maestría y al proyecto 75 S114-15 de la DCNI-UAM Cuajimalpa.

Bibliografía.

- (1) Minhas A.; Hodgson P.; Barrow C.; Adholeya A., (2016), FMICB. Vol (7): 546
- (2) Saini, R.K.; Prasad, P.; Lokesh, V.; Shang, X.; Shin, J.; Keum, Y.-S.; Lee, J.H.; (2022), *Antioxidants*, Vol (11): 795
- (3) Novoveska L, Ross M., Satnley M., Pradelles R. Wasiolek V., Sassi J. (2019), *Mar Drogais*, 17, 640
- (4) Carrasco, M., Sánchez-García, L., Hernández-Martínez, I., González-Resendiz, L., Morales-Ibarria, M. (2022) Efecto de la intensidad de luz sobre la producción de carotenos en la microalga cf. *Oocystis* sp. *Avances en Ingeniería Química AMIDIQ* (2022).
- (5) Guedes, A. C., Amaro, H. M., Malcata, F. X (2016), *Marine Drugs*, 9(4), 625–644.

USO POTENCIAL DE LAS CORRIENTES DE DESECHO DE LA PLANTA PILOTO DE BIOETANOL 2G DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ EN LA GENERACIÓN DE BIOFERTILIZANTES

Nayeli Anaid Belmonte Campos¹, Sandra Trinidad del Moral Ventura², María Inés Infanzón Rodríguez¹, Javier Gómez Rodríguez¹, Beatriz Torrestiana Sánchez¹, María Guadalupe Aguilar Uscanga¹.

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz/Unidad de Investigación y Desarrollo de Alimentos, , Av. Miguel Ángel de Quevedo 2779, Formando Hogar, Veracruz, Veracruz, C.P. 91897, MÉXICO. maria.au@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: Biofertiizantes, residuos, bioetanol

Introducción. Buscando nuevas y mejores alternativas que fomenten la agronomía sostenible se propone el uso de biofertilizantes que disminuyen el uso de fertilizantes químicos, los cuales mejoran la rentabilidad y ayudan a mitigar el impacto ambiental restaurando los suelos con compuestos orgánicos⁽¹⁾. Los componentes que son el principal ingrediente activo de los biofertilizantes, son el resultado de labores agrícolas o agroindustriales, como la elaboración de bioetanol de segunda generación (2G), que utiliza materiales lignocelulósicos como materia prima del proceso⁽²⁾. En el proceso se generan diferentes desechos que pueden ser aprovechados para producir biofertilizantes tales como: levaduras, vinazas, lignina, celulosa, hongos filamentosos y restos de bagazo de caña, entre otros⁽³⁾. El objetivo de este proyecto es utilizar las corrientes de desecho del proceso de producción de bioetanol 2G a nivel escala piloto para generar un potencial biofertilizante.

Metodología. El proceso utiliza como materia prima los efluentes generados en la planta piloto de bioetanol 2G del Instituto Tecnológico de Veracruz; bagazo agotado, líquidos generados en el pretratamiento ácido, alcalino, biomasa y vinazas de la fermentación alcohólica. Los residuos se caracterizaron mediante distintos métodos descritos en las Normas Mexicanas cuantificando macro y microelementos⁽⁴⁾. La efectividad del biofertilizante se determinará estableciendo un diseño de bloques al azar en campo con variables de respuesta como morfología vegetal, desarrollo de raíces, rendimiento y determinación de clorofila y pruebas estadísticas Tukey con ANOVA al 95% de confianza.

Resultados. De las corrientes derivadas de los pretramientos del bagazo de caña, se obtuvieron muestras cuya composición se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición del material lignocelulósico de las muestras crudas y pretratados

MUESTRA	% GLUCANOS	% XILANOS	% LIGNINA TOTAL
Bagazo crudo	29.6	15.3	22.3
Tanque 1 12 hrs	44.4	22.2	15.6
Tanque 1 16 hrs	46.4	22.2	15.4
Tanque 1 37 hrs	46.9	21.9	15.7

El bagazo deslignificado fue usado para la producción de celulasas e hidrólisis enzimática. La remoción de lignina en los bagazos fue similar a los obtenidos a nivel laboratorio, el pH de la corriente del hidrolizado alcalino fue de 11.5. El líquido alcalino rico en lignina soluble, se mezcló con los otros efluentes.

Las vinazas derivadas de la destilación de bioetanol 2G, se obtuvieron 270 L por cada 90 L de etanol destilado. Están compuestas por carbono (8.7 – 12.1 g/L), sulfato (3.7- 3.73 g/L), potasio (3.34 – 4 g/L), nitrógeno (0.48 – 0.71 g/L), calcio (1.33 – 4.57 g/L) y magnesio (0.58 – 0.7 g/L), con un pH de 4.4 a 4.6. Con respecto a la levadura generada en la fermentación, se obtuvieron 6.5 g/L de biomasa con la siguiente composición C (42.68%), N (6.58%), P (1.78%), Ca (0.144%). Otra de las corrientes derivadas es la biomasa de *Aspergillus niger* ITV02 generada durante la producción de enzimas celulasas. Las mezclas de estas corrientes permitieron formular un biofertilizante con potencial uso en la agricultura.

Conclusiones. Cada efluente generado en la planta piloto de bioetanol debido a su composición es prometedor como ingrediente para el formulado del biofertilizante, aunque para su obtención se requiere un mayor estudio para establecer la composición del biofertilizante más adecuada.

Agradecimiento. Al COVEICYDET por el proyecto 11111304 por el recurso otorgado.

Bibliografía.

- Gallegos A., Gonzalez V., Aguilar C., Rodriguez R., (2014) *Biofertilizantes microbianos* 1ª edición ed.
- Chen X., Hu Y., Feng S., Rui Y., Zhang Z., He H., (2018). Scientific Reports.
- Sotelo M., (2020) Tesis doctoral, Univerisdad Nacional Jose Fausto Sánchez Carrión.
- Márquez L., Gastelúm R., Sandoval R., Escobedo D., Longoria E., (2021) Tierra latinoamericana.

EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE FENOL SOBRE EL CRECIMIENTO SPIRULINA MAXIMA

Luis Itzael Martínez Méndez ^b, Ricardo Aguilar-López ^a y Alma Rosa Domínguez-Bocanegra ^a.

^a Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508, Colonia San Pedro Zacatenco, 07360, Ciudad de México

^b Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Av. Tecnológico S/N, 55210 Ecatepec de Morelos, México. adomin@cinvestav.mx

Palabras clave: fenol, agua residual, Spirulina máxima.

Introducción. Uno de los problemas ambientales más graves que afectan el crecimiento sostenible de la sociedad humana es la contaminación del agua. Los compuestos fenólicos son tóxicos, peligrosos y cancerígenos para los seres humanos y los animales, incluso en bajas concentraciones (1). *Spirulina máxima* es capaz de eliminar contaminantes por biomasa, además de que tienen las propiedades para hacerlo, como: alta tolerancia, alto crecimiento y capacidad para formar biomasa. El objetivo del presente estudio es ver la capacidad que tiene *Spirulina maxima* para degradar y crecer con diferentes concentraciones de fenol.

Metodología. Los experimentos se llevaron a cabo en 5 frascos de borosilicato de 250 mL de capacidad total, con 150 mL de medio de cultivo Zarrouk y 50 mL de inóculo de *Spirulina máxima* en fase de crecimiento exponencial y concentraciones de fenol (5, 10, 20, 25, 30 ppm). Los cultivos se incubaron a temperatura ambiente (28 ±2°), iluminación continua y agitación manual una vez al día. Se tomaron muestras los días 3, 5, 7, 10, 12, 15 y 20, y se cuantificó densidad óptica clorofila, pH y fenol. Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

Resultados. En la Figura 1 se tiene el valor de pH de los cultivos de *Spirulina maxima* con diferentes concentraciones de fenol hasta los 12 días.

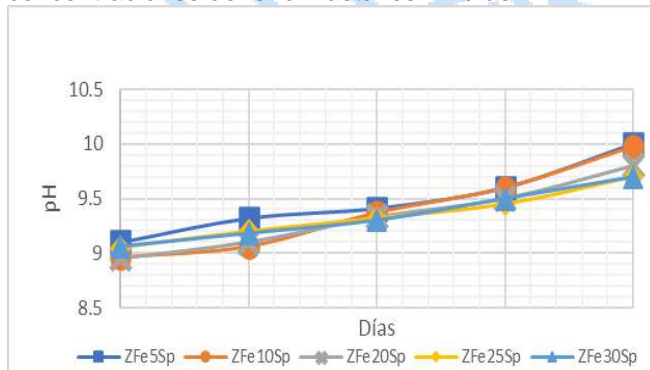


Figura1.-Efecto del pH durante la cinética de crecimiento de *S. maxima* en presencia de 5, 10, 20, 25 y 30 ppm de fenol

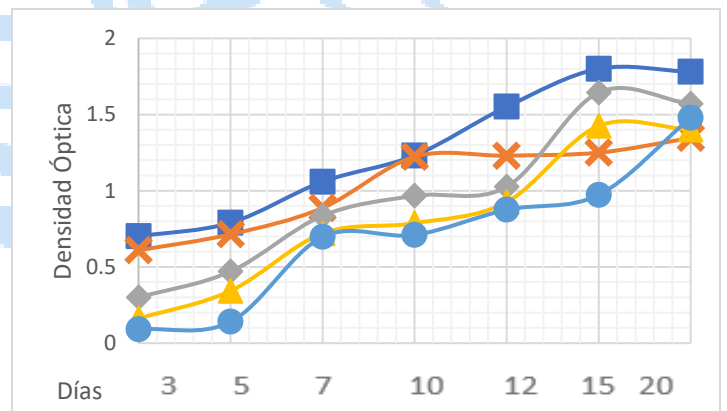


Figura 1.-Cinética de crecimiento de *S. maxima* en presencia de 5, 10, 20, 25 y 30 ppm de fenol

De acuerdo con los resultados en la Figura 1 se observó que los primeros 3 días fue de adaptación del cultivo de *S. máxima* a los medios contaminados con fenol y que a partir del día 7 se presentó un crecimiento exponencial alcanzó un mayor crecimiento (1.8) a los 15 días con 5 ppm de fenol. Entre más alta la concentración de fenol presente en el agua es menor el crecimiento de *S. máxima*. Las microalgas degradar el fenol usándolo como fuente de carbono las cuales logran remineralizar dicho compuesto (2).

Conclusiones. *Spirulina maxima* es capaz de crecer en cultivos contaminados con fenol y utilizarlo como fuente de carbono para un mayor crecimiento.

Bibliografía.

1.-Batrisyia, S., Radziff, M., Ahmad, S. A., Shahrudin, N. A., Merican, F., Kok, Y., Zulkharnain, A., Gomez-fuentes, C., & Wong, C. (2021). Potential Application of Algae in Biodegradation of Phenol: A Review and Bibliometric Study. *Plants*, 10, 1– 36. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants1012267>

2.-Kichul Cho , Chi-Heon Lee , Kyungjun Ko , Yeon-Ji Lee Kil-Nam Kim, Mi-Kyung Kim, Young-Ho Chung, Daekyung Kim, In-Kyu Yeo, Tatsuya Oda (2016) Use of phenol-induced oxidative stress acclimation to stimulate cell growth and biodiesel production by the oceanic microalga *Dunaliella salina*. *Algal Research* 17:61-66

SUBESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: EL CASO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

Pablo Morales-Rico¹, Frédéric Thalasso¹, Alberto Ordáz-Cortés², ¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Depto. Biotecnología y Bioingeniería, Ciudad de México 07360, ²Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México Escuela de Ingeniería y Ciencias, Atizapán de Zaragoza 52926.

pablo.moralesr@cinvestav.mx

Cambio Climático, GEI, Plantas de tratamiento de agua

Introducción. En el contexto global de cambio climático, las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) son una fuente importante de gases de efecto invernadero (GEI). Las fuentes de estas emisiones están descritas de manera limitada en literatura y existen muy pocos estudios enfocados en países en desarrollo, México incluido(1). Actualmente la construcción de los factores de emisión de GEI se realiza a través de factores por default reportados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). La necesidad de construir factores de emisión locales con datos medidos in situ se vuelve imperante para conocer la contribución real de este sector y migrar a factores de emisión más precisos que sirvan para la construcción de inventarios.

En el presente estudio se realizaron mediciones en 2 plantas de tratamiento de lodos activados, con un caudal de diseño mayor a 100 L/s y dos trenes de tratamiento contrastantes. Por un lado lodos activados convencional (CAS) y otra con un tren de tipo Anaerobio/Anóxico/Óxico con biorreactores de membrana (A²O+MBR). En estas plantas se medirán las emisiones de GEI y nos enfocaremos principalmente en CH₄.

Metodología. Se realizaron 25 campañas de medición de GEI utilizando un análisis segmentado de las emisiones en el tren de tratamiento de cada una de las PTAR. Se tomaron mediciones de concentración de gas, mediante el uso cámaras dinámicas abiertas (CDA) cuyo concepto y prototipo fue desarrollado por el grupo de trabajo(2). Estas cámaras fueron acopladas a un analizador de GEI portable (*Los Gatos Research Inc*). Adicionalmente se tomaron muestras de agua en varios puntos del tren de tratamiento para analizar la demanda química de oxígeno (DQO) total y la fácilmente biodegradable y CH₄ disuelto(3). Para la construcción de los factores de emisión (EF) se tomaron adicionalmente datos de operación de la planta (flujo tratado, régimen de aireación, entre otros) en cada visita realizada.

Resultados. Se realizó un análisis segmentado por proceso de las emisiones de metano. El promedio obtenido en la planta con tratamiento avanzado (A²O+MBR), fue de 361 kgCH₄/d durante todas las visitas realizadas. Mientras que la planta de lodos activados convencional fue de 3.4 kgCH₄/d. Un ejemplo de la contribución por etapa se puede ver en la Fig.1. A través del método de CDA fuimos capaces de construir factores de emisión volumétricos en conjunción con los datos obtenidos en campo para cada una de las plantas véase Tabla 1.

Factor de emisión A²O+ MBR
[13 Septiembre 2022]

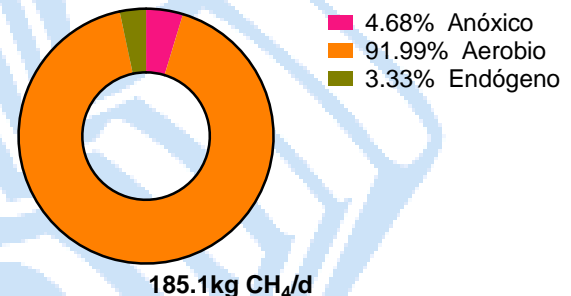


Fig. Factor de emisión en una sola campaña de muestreo.

El análisis segmentado y mediante el uso de CDA nos permitió obtener factores de emisión más precisos que los reportados para una PTAR con un tren de tratamiento similar(4) y a su vez fuimos capaces disminuir la desviación en las mediciones comparándolo con el método de cámaras estáticas(5).

Tabla 1. Factores de emisión encontrados en literatura vs los obtenidos para la PTAR estudiadas.

g CH ₄ /m ³	Referencia
*111.3	PTAR A ² O+MBR (julio 2022)
*25.5-27.4	PTAR A ² O+MBR (septiembre 2022)
*0.27	PTAR CAS (burbuja fina)
*0.54	PTAR CAS (burbuja gruesa)
6.4	PTAR CAS Cerro de la estrella(4)
2.6	PTAR A/O China(5)

*este trabajo

Conclusiones. En ambas plantas la mayor emisión se encontró en la parte aerobia. Un análisis segmentado con métodos mas precisos nos permite hacer esta distinción y es necesaria para no subestimar las emisiones y poder tomar estrategias de mitigación adecuadas a cada PTAR..

Agradecimiento. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de la beca no. 703565. Al Lic. Francisco Silva y Fernanda Estrada por su apoyo en trabajo de campo

Bibliografía.

- Ye L, Porro J, Nopens I, eds. 2022. IWA Publishing
- Thalasso F, Walter Anthony K, Irzak O, Chaleff E, Barker L, et al. 2020. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 24(12):6047–58
- APHA, Clesceri LS, Eaton AD, Franson MAH, Rice EW, et al. 2005. American Public Health Association
- Noyola A, Paredes MG, Güereca LP, Molina LT, Zavala M. 2018. *Sci. Total Environ.* 639:84–91
- Bao Z, Sun S, Sun D. 2016. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 108:108–14

ESTUDIO CINÉTICO DEL POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO DE AGUAS DE DESCARGA DE LA INDUSTRIA SARDINERA

Cynthia Loreto¹, Citlali Gastelum¹, Guadalupe Lopez¹, Maribel Plascencia², Francisco Almendariz¹,
¹Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, ²Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, javier.almendariz@unison.mx

Palabras clave: potencial bioquímico de metano, actividad metanogénica, biodegradabilidad

Introducción. Las plantas de procesamiento de camarón y sardina pueden llegar a generar problemas ambientales por la descarga de sus desechos sobre aguas marinas. Los efluentes de la industria procesadora de pescados contienen altas concentraciones de contaminantes orgánicos con aproximadamente el 70% de proteínas, cuya descomposición genera residuos peligrosos de nitrógeno [1]. La determinación del potencial bioquímico de metano (PBM) permite evaluar la viabilidad de la degradación de un residuo para producir metano, en base al porcentaje de sólidos que se adicionan o destruyen durante la digestión anaerobia [2].

El objetivo de este trabajo es determinar el PMB de aguas de descarga de la industria sardinera para evaluar su biodegradabilidad.

Metodología. El PBM se determinó en botellas serológicas de 160 mL con 2 gSV/L de inóculo y concentraciones de 1, 2, 4, 8 y 15 gDQO/L a partir de agua de descarga. Como control se utilizó una botella de 2 gDQO/L con medio mineral. Se ajustó el pH con 60 mL de solución de bicarbonato de sodio (10 g/L) y se aforo con agua destilada para un volumen de operación de 120 mL. Las botellas fueron selladas e incubadas a 30 °C. La actividad metanogénica específica (AME) se determinó mediante la producción de metano, cada 24 h por desplazamiento [3].

Resultados. La Figura 1 presenta la producción de metano durante 48 días de ensayo. A bajas concentraciones (1, 2 y 4 gDQO/L) se obtuvieron cantidades considerables de metano; mientras que a concentraciones altas (8 y 15 gDQO/L) se observa una disminución en su producción. El PBM (Tabla 1) indica que las aguas de descarga son de origen proteico.

Tabla 1. Producción total de metano de los ensayos en lote.

Concentración (DQO/L)	1	2	4	8	15
PBM (m ³ /kgST)	0.11	0.26	0.56	0.15	0.19

Con el aumento en la concentración de DQO en los ensayos se observa una tendencia en aumento en la

producción de metano; sin embargo, a concentraciones de 8 y 15 gDQO/L se observa un efecto inhibitorio, disminuyendo la AME a 0.032 gDQO-CH₄/gSV-d. Al aumentar la concentración del agua de descarga se observó una inhibición por sustrato sobre el consorcio bacteriano [4]. Con la finalidad de aumentar la AME se pueden eliminar las grasas o aceites y aclimatar la biomasa al tipo de efluente y salinidad.

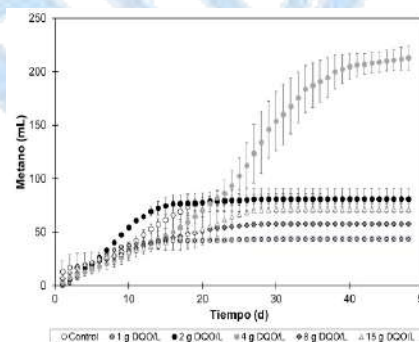


Fig. 1. Producción de metano a 1, 2, 4, 8 y 15 gDQO/L y 2 gSV/L.

Conclusiones. Los ensayos de biodegradabilidad de las aguas de descarga demostraron que la materia orgánica es utilizada como fuente de carbono en la digestión anaerobia. Los mejores resultados se obtuvieron a una concentración de 4 gDQO/L (AME = 0.102 gDQO-CH₄/gSV-d y 0.56 m³/kgST). Las aguas de descarga son fácilmente biodegradables, por lo que los tratamientos biológicos son una alternativa para remover contaminantes de efluentes de la industria sardinera.

Agradecimiento. Los autores agradecen el apoyo del CONACYT y la Universidad de Sonora.

Bibliografía.

- Mishra SS, Markanade AR, Keluskar RP, Karunasagar I, Nayak B. (2015) *J Basic Microbiol.* 54:1-8.
- Sánchez-Reyes C, Patiño-Iglesias ME, Alcántara-Flores JL, Reyes-Ortega Y, Pérez-Cruz MA. (2016) *Rev Int Contam Ambie.* 32(2):191-198.
- Torres-Lozada P, Pérez A. (2010) *Redalyc.* 9:5-9.
- Camacho-González ML. (2015) Tratamiento de aguas de cola de la industria sardinera en un reactor anaerobio de lecho empacado y flujo ascendente. *Tesis de fin de grado.* Universidad Politécnica de Madrid. España. 2015.

AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS TOLERANTES A METALES PESADOS A PARTIR DE RAÍCES DE PLANTAS QUE CRECEN EN JALES MINEROS

Treviño Quintanilla Luis Gerardo, Guillén Garcés Rosa Angélica, Bustos Terrones Victoria, Gabriela Eleonora Moeller Chávez. Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Jiutepec, Morelos, CP 62550, ltrevino@upemor.edu.mx

Palabras clave: *Serratia marcescens*, metales pesados, tolerancia.

Introducción. El Pb es un metal persistente que se acumula en los suelos, creando problemas de salud pública y ambiental. Debido a su largo tiempo de residencia en la biosfera, contamina los ecosistemas y que finalmente llegan a los humanos. El desarrollo de estrategias de remediación de suelos contaminados con metales pesados es urgente; una de estas estrategias es la fitorremediación. Recientemente, se han evaluado los beneficios combinados de las bacterias epífitas y endófitas tolerantes a los metales pesados asociadas con plantas que pueden eliminar los metales pesados tóxicos.

El objetivo del presente trabajo fue aislar bacterias de raíces de plantas presentes en jales mineros de la Reserva de la Biosfera “Sierra de Huautla” Morelos y evaluar su tolerancia a varios metales pesados.

Metodología. En el presente trabajo se caracterizaron e identificaron microorganismos aislados de muestras de plantas que crecen en jales mineros de la Reserva Natural “Sierra de Huautla”, Morelos. Inicialmente se evaluó la resistencia de los aislados al Pb en medio SOC sólido suplementado con Pb, permitiendo seleccionar aquellos que presentaban mayor tolerancia. A continuación, se caracterizó la tolerancia a otros metales pesados en medio líquido SOC suplementado con diferentes concentraciones. A su vez, se utilizaron herramientas moleculares para la identificación de las cepas.

Resultados. Se identificaron seis cepas bacterianas que mostraron alta tolerancia al Pb^{+2} (al crecer en presencia de 1800 ppm de este metal en medio sólido) Figura 1. Posteriormente, se evaluó la tolerancia de las seis cepas a los metales Pb^{+2} , Zn^{+2} , Cd^{+2} , Co^{+2} , Cu^{+2} y Cr^{+6} , observándose que todas ellas presentan multitolerancia ya que pudieron crecer en al menos cinco de los seis metales evaluados (Tabla 1).

Conclusiones. Se encontraron tres referencias de cepas de *Serratia marcescens* en pruebas de plomo CMT, el valor más alto corresponde a Gutiérrez (2015) con una cepa aislada de jales de la mina Condestable en Perú, registrando una tolerancia de 16000 ppm. El segundo valor corresponde al obtenido

en el presente estudio con una CMT >2400 ppm. Por otro lado, la cepa aislada por Sahar (2012) de suelo contaminado con Pb en Bagdad presentó una tolerancia máxima de 1000 ppm. Lo anterior nos indica que bacterias aisladas de ambientes contaminados con metales pesados son capaces de generar mecanismos de tolerancia (Sahar, 2012).

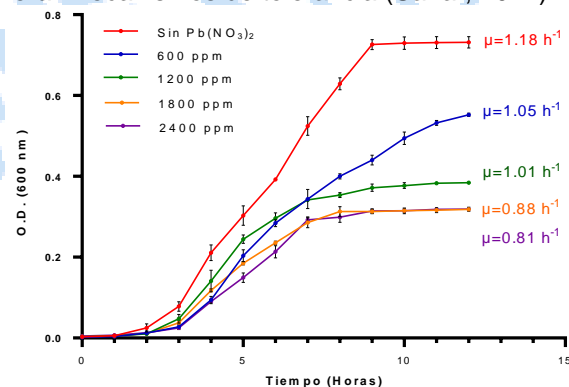


Fig. 1. Cinéticas y velocidades de crecimiento de *Serratia marcescens* OJL5 en medio SOC suplementado con $Pb(NO_3)_2$ evaluadas durante un período de 12 horas a 30 °C, 200 rpm, con un volumen operativo de 10 mL y D.O. a 600 nm.

Tabla 1. Valores de CMT en placa de bacterias aisladas de jales mineros en presencia de metales pesados.

Cepa	MTC (ppm)					
	$Pb(NO_3)_2$	$ZnCl_2$	$Cd(NO_3)_2$	$CoCl_2$	$CuSO_4$	$K_2Cr_2O_7$
<i>Bacillus cereus</i>	1200	400	100	200	200	100
<i>Paenibacillus</i> sp.	600	200	0	100	100	100
<i>Sinorhizobium meliloti</i>	200	10	0	10	100	100
<i>Escherichia vulneris</i>	600	200	0	100	200	200
<i>Serratia marcescens</i>	1200	>1800	400	400	400	10

Agradecimiento. Agradecemos el financiamiento otorgado por la Upemor para la realización de este trabajo.

Bibliografía

Gutiérrez, S. (2015). Estudio de la Bioadsorción de Cadmio y Plomo con Biomasa de *Serratia marcescens* M8a-2T, a Nivel de Laboratorio. Tesis doctoral. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
Sahar, A. (2012). The resistance of locally isolated *Serratia marcescens* to heavy metals chlorides and optimization of some environmental factors. Journal of Environmental Occupational Science, 1(1). pp 37-42. ISSN: 2146-8311.

DEGRADACIÓN DE ACETAMINOFEN USANDO POBLACIONES MICROBIANAS AISLADAS DE LODOS ACTIVADOS

Ximena Hernández-Vázquez¹, Francisco Javier Bacame-Valenzuela^{1,2}, Yolanda Reyes-Vidal¹

¹Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76703. ²Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76703.

xhernandez@cideteq.mx

Palabras clave: acetaminofén, lodos activados, degradación

Introducción. La contaminación del agua con agentes tóxicos es un tema de atención mundial. Actualmente existe un creciente interés por los contaminantes emergentes (CE), compuestos de distinto origen y naturaleza química cuya presencia en el ambiente, o sus posibles consecuencias han pasado inadvertidas, y ahora se tiene mayor información de sus efectos negativos en ecosistemas y un gran riesgo para la salud humana^{1,2}. El objetivo de este trabajo fue evaluar la remoción de un CE (acetaminofén, AC) en aguas sintéticas, usando una población microbiana (PM) obtenida de lodos activados (LA) de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Metodología. El aislamiento y mantenimiento de la PM se realizó en medio LB y caldo nutritivo. La remoción de AC se evaluó en un medio de cultivo (M1) basado en buffer de fosfatos y 0.01 % de extracto de levadura (EL), a 30°C, pH = 7, sin agitación (agregando N₂ para desplazar el oxígeno presente) y 20 mg/L de concentración inicial de AC (C₀). Se analizó la cinética de remoción de AC hasta la disminución total de la C₀, usando mediciones espectrofotométricas a 227 nm, previa determinación de la curva de calibración, usando un estándar de AC (Sigma-Aldrich). Posteriormente, mediante resiembras seriadas se obtuvieron 5 aislados bacterianos (A1, A2, A3, A4, A5) que formaban parte de la PM, para evaluar la cinética de remoción de AC por aislado. El crecimiento celular de todos los experimentos fue determinado mediante medición de la absorbancia a 600 nm.

Resultados. La PM aislada presentó buena capacidad de remoción de AC, a la C₀ evaluada, alcanzando el 80% a las 60 h. En cuanto al crecimiento celular este se mantuvo en etapa estacionaria a esa misma hora, con un decaimiento hasta las 140 h. En este mismo periodo de tiempo (80 – 142 h) se observó remoción del CE hasta valores cercanos a 100%. Cuando se evaluaron en forma individual las bacterias presentes en la PM, se obtuvo un crecimiento similar de biomasa en el aislado A1 (DO = 0.48), mismo aislado que

presentó el mejor comportamiento en la remoción de AC (79.75%) a las 84 h.

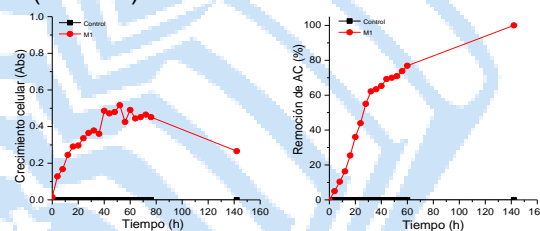


Fig. 1 a) y b) Cinética de crecimiento celular y degradación de AC usando una PM.

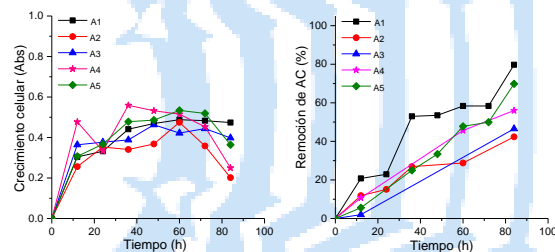


Fig. 2 a) y b) Cinética de crecimiento celular y degradación de AC usando bacterias aisladas.

Conclusiones. Los LA de una PTAR son fuente de bacterias capaces de degradar AC, un CE representativo del grupo de los productos farmacéuticos. La PM completa fue capaz de remover el 100% de la C₀ de AC en 142 h, mientras que las bacterias aisladas fueron capaces de remover entre 38-80% de la C₀ de AC en 84 h. Se requiere el análisis de esta PM para la remoción de otros CE tipo farmacéuticos (analgésicos) y la identificación molecular de las bacterias aisladas.

Agradecimiento. Al proyecto 102967 “Ciencia de Frontera-2019-CONACYT”.

Bibliografía.

1. Raj, R., Tripathi, A., Das, S., & Ghangrekar, M. M. (2021). Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 4, 100129.
2. Huang, R., Yang, L., How, Z. T., Fang, Z., Bekele, A., Letinski, D. J., Redman, A. D., & Gamal El-Din, M. (2021). Chemosphere, 266, 129017.

CRECIMIENTO DE CEPAS DEL GÉNERO *Pseudomonas* spp. PROVENIENTES DE COMPOSTA PARA LA DEGRADACIÓN DE NAPROXENO SÓDICO

Samantha Jiménez-Vargas, Leillany Labra-López, Ximena Romero-García, Lesther Emmanuel López-Cruz; Departamento de Ciencias e Ingenierías, Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, 72810; lestheremmanuel.lopez@iberopuebla.mx

Palabras clave: biorremediación, ecotoxicología, bacterias

Introducción. Los contaminantes emergentes representan un peligro para el ecosistema, pues las plantas de tratamiento de aguas residuales no los procesan eficientemente y remanecen en los cuerpos de agua (1), además no existen legislaciones ni normativas que regulen su uso. El naproxeno sódico es un compuesto antiinflamatorio no esteroideo (AINES) considerado un contaminante emergente debido a que, su presencia en cuerpos de agua supone un riesgo para los organismos acuáticos y la salud humana. Este compuesto ha sido detectado en cuerpos de agua como en el Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo, México, en concentraciones de 1 µg/L en su cause (2). Las bacterias del género *Pseudomonas* tienen la capacidad de degradar diversos contaminantes, tales como hidrocarburos alifáticos y aromáticos, siendo una herramienta para los procesos de biorremediación (3). El objetivo del presente trabajo es evaluar el crecimiento de dos aislados del género *Pseudomonas* spp. en presencia de naproxeno sódico como su única fuente de carbono.

Metodología. Las cepas bacterianas fueron aisladas a partir del suelo de una composta casera, se seleccionaron 2 cepas del género *Pseudomonas* spp, para ello. Fueron identificadas mediante la producción de pioverdina en agar King B. Las cepas fueron crecidas en un pre inóculo de LB + cloranfenicol (C₁₁H₁₂Cl₂N₂O₅) por 24 horas, posteriormente se hicieron lavados con agua destilada estéril para retirar los residuos del medio. Las cepas fueron inoculadas en matraces por triplicado con medio mínimo mineral (MM9) y una concentración inicial de 0.3 mM de naproxeno sódico (C₁₄H₁₃NaO₃) como única fuente de carbono. Finalmente, se monitoreó el crecimiento de ambas cepas por 48 horas, cuantificando las UFC/mL (Unidades Formadoras de Colonias) cada 24 horas en placas Petri con MM9 + citrato por el método de Método de Goteo en Placa por Sellado Masivo (GPSM) (4).

Resultados. Las cepas A10 y A12 crecieron bajo las condiciones establecidas. Se cuantificó el crecimiento de las cepas de *Pseudomonas* spp. (Figura 1). Las cepas A10 y A12 iniciaron con un número de células de 6.04713 y 6.56928 LogUFC/mL, respectivamente. A las 48 horas posteriores de la inoculación en MM9 +

naproxeno sódico, la cepa A10 aumentó a 8.19311 LogUFC/mL, mientras que en la cepa A12 se cuantificó 7.28059 LogUFC/mL. Se obtuvo un crecimiento final de la cepa A12 de 0.71131 LogUFC/mL y de la cepa A10 de 2.14598 LogUFC/mL, siendo esta última 3 veces mayor que la A12.

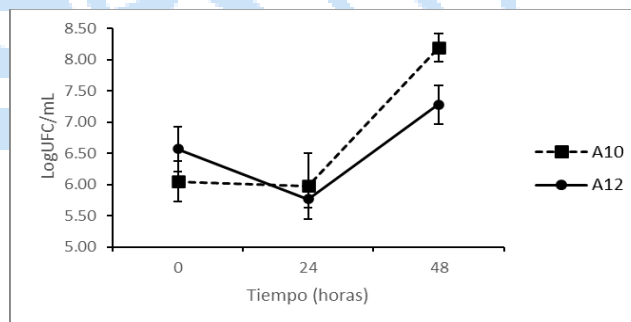


Fig. 1. Monitoreo del crecimiento de las cepas A10 y A12 inoculadas en MM9 + naproxeno sódico por 48 horas.

Conclusiones. Fue posible observar y cuantificar el aumento de las UFC/mL en las dos cepas de *Pseudomonas* spp. evaluadas con naproxeno sódico como única fuente de carbono, lo que es una aproximación importante que sugiere la metabolización del naproxeno sódico como fuente energética, debido a que no tenía otro compuesto que pudiera ser su fuente de carbono en el medio.

Bibliografía.

- Gil, M. J., Soto, A. M., Usma, J. I., & Gutiérrez, O. D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Caldas*, 7(2).
- Moreno, I. (2017). Degradación electroquímica de contaminantes emergentes de un efluente de la industria farmacéutica. [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma De Puebla]. *Repositorio institucional de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*.
- Luján, D. (2019). Uso de *Pseudomonas aeruginosa* en biorremediación. *BioTecnología*, 23(1).
- Reinoso, J. C., Serrano, C. Y., & Orellana, D. F. (2019). Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 35(2).
- Corral-Lugo, A., Morales-García, Y. E., Pazos-Rojas, L. A., Martínez-Contreras, R. D., Muñoz-Rojas, J., & Ramírez-Valverde, A. (2012). Cuantificación de bacterias cultivables mediante el método de "Goteo en Placa por Sellado (o estampado) Masivo". *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(2).

CRECIMIENTO DE CHLORELLA VULGARIS EN AGUA RESIDUAL SINTETICA CONTAMINADA CON FENOL

Luis Itzael Martínez Méndez ^b, Ricardo Aguilar-López ^a y Alma Rosa Domínguez-Bocanegra ^a.

^a Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508, Colonia San Pedro Zacatenco, 07360, Ciudad de México D.F., México ^b Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Av. Estudios Superiores de Ecatepec. Av. Tecnológico S/N, 55210 Ecatepec de Morelos, México..

adomin@cinvestav.mx

Palabras clave: fenol, agua residual, Chlorella,

Introducción. El fenol es un contaminante específico en aguas residuales procedente de las unidades de destilación, craqueo térmico, craqueo catalítico, hidro craqueo, isomerización, refinado mediante disolventes, hidrot ratamiento, etc. (1) La eliminación de este compuesto de las aguas residuales es de suma importancia, ya que altas concentraciones de este compuesto genera la destrucción de microorganismos y de ser ingerido causa envenenamiento, vomito, e irritación respiratoria.(2) El objetivo del presente estudio fue determinar la capacidad que tiene *Chlorrella vulgaris* para crecer en un agua residual en presencia de fenol.

Metodología. Los experimentos se llevaron a cabo en 5 frascos de borosilicato de 250 mL de capacidad total, con 150 mL de medio de cultivo C-30 y 50 mL de inóculo de *Chlorella vulgaris* en fase de crecimiento exponencial y concentraciones de fenol (5, 10, 20, 25, 30 ppm). Los cultivos se incubaron a temperatura ambiente (28 ±2°), iluminación continua y agitación manual una vez al día. Se tomaron muestras los días 3, 5, 7, 10, 12, 15 y 20, y se cuantificó densidad óptica y pH. Todos los experimentos se realizaron por triplicado

Resultados. En la Tabla 1 se tiene el valor de pH de los cultivos de *Chlorrella vulgaris*. contaminados con diferentes concentraciones de fenol hasta los 12 días.

Tabla 1. Comportamiento del pH durante la cinética de crecimiento de *Chlorella vulgaris* en presencia de fenol.

Frasco	3 días	5 días	7 días	10 días	12 días
CF ₅ Ch	5.7	5.95	5.8	5.97	6
CF ₁₀ Ch	5.78	5.8	5.9	6	5.93
CF ₂₀ Ch	5.81	5.83	6	6.13	6.09
CF ₂₅ Ch	5.8	5.75	6.19	6.21	6.11
CF ₃₀ Ch	5.85	5.76	5.83	6.12	6.15

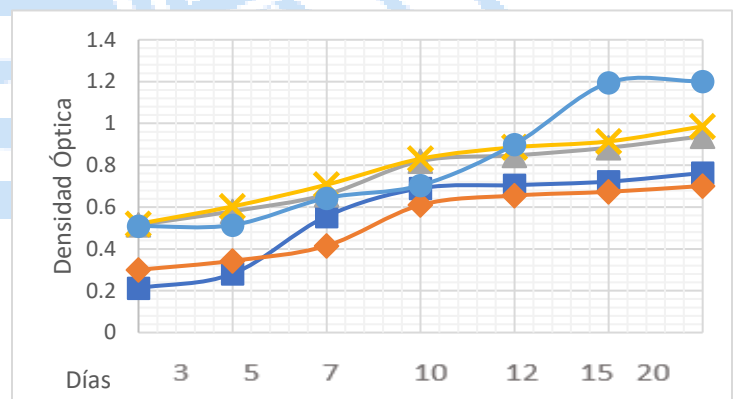


Figura 1.- Crecimiento de *Chlorella vulgaris* en medio C-30 a 5, 10, 20, 25 y 30 ppm de fenol

Los cultivos de *Chlorella* crecieron en presencia de fenol alcanzando un crecimiento mayor a los 12 días excepto con 30 ppm que lo alcanzo a los 15 días con 1.2 de densidad óptica. Evaluar el crecimiento de esta especie de microalga con fenol, permite establecer los parámetros para un tratamiento de aguas con mayor eficiencia, económicamente estable y además de brindar una nueva alternativa para este contaminante (3).

Conclusiones. *Chlorrella vulgaris*. Es capaz de crecer en cultivos contaminados con fenol aún en concentraciones altas como 30 ppm

Bibliografía.

- André, P. (2014). Procesos de depuración de los efluentes líquidos de actividades petrolíferas. Madrid.
- Batrisyia, S., Radziff, M., Ahmad, S. A., Shaharuddin, N. A., Merican, F., Kok, Y., Zulkharnain, A., Gomez-fuentes, C., & Wong, C. (2021). Potential Application of Algae in Biodegradation of Phenol : A Review and Bibliometric Study. *Plants*, 10, 1– 36. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ plants1012267>
- Kichul Cho, Chi-Heon Lee, Kyungjun Ko , Yeon-Ji Lee Kil-Nam Kim, Mi-Kyung Kim, Young-Ho Chung, Daekyung Kim, In-Kyu Yeo, Tatsuya Oda (2016) Use of phenol-induced oxidative stress acclimation to stimulate cell growth and biodiesel production by the oceanic microalga *Dunaliella salina*. *Algal Research* 17:61-66

“REMOCIÓN DE METRONIDAZOL UTILIZANDO LA CASCARILLA DE ARROZ COMO MATERIAL ADSORBENTE”.

Mara Patricia Mortera Lucio, María del Refugio Castañeda Chávez, Ángel Ruiz Sánchez, Rosa Elena Zamudio Alemán, Fabiola Lango Reynoso. Instituto Tecnológico de Boca del Río. Boca del Río, Veracruz, 94290. m22990009@bdelrio.tecnm.mx.

Palabras clave: tratamiento de agua, medioambiente, contaminantes emergentes.

Introducción. Los contaminantes emergentes, son sustancias químicas o materiales que se detectan en las aguas y cuya presencia puede suponer un riesgo para el medio ambiente y salud humana. Los principales tipos de contaminantes que existen son: biocidas, drogas, nanopartículas y productos farmacéutico (2). De todos los contaminantes emergentes existentes hay preocupación por los antiparasitarios (3). Así también para estos contaminantes, se requiere de biotecnologías y proceso de tratamiento, ya que el déficit de agua dulce es un problema para la población. Se continúan con investigaciones estrategias y recursos para reciclar el agua de los efluentes de las aguas residuales y procesarla para el uso adecuado de la población. Por lo que el objetivo de este proyecto es evaluar la eficiencia de la cascarilla de arroz para la eliminación del parasitario metronidazol, en ensayos experimentales controlados de adsorción

lo tanto, según la escala de Likert, indica que hay muy buena correlación.

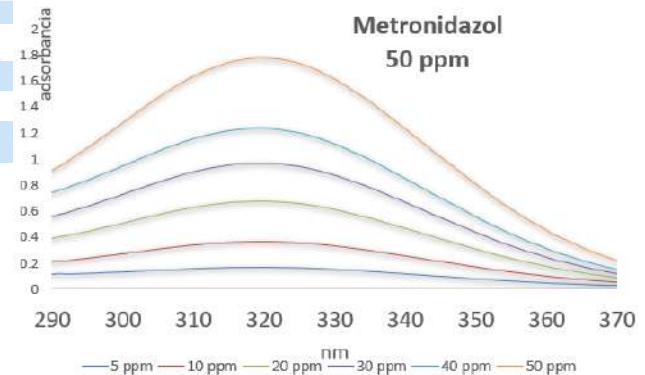


Fig 1. Espectro de absorción UV-VIS de metronidazol. Fuente: (Mortera,2023).

Metodología. El desarrollo experimental de esta investigación se divide en tres etapas: la primera etapa consistió en el acondicionamiento de la cascarilla de arroz antes de los ensayos y pruebas de adsorción y se conservaron sus características naturales empleando el método propuesto por Rehman et al (2011). En la segunda etapa se preparó una solución del contaminante emergente en estudio y se realizó una curva de calibración, posteriormente se realizó pruebas en un espectro de UV VIS donde se obtuvo el isoterma de adsorción para determinar de coeficiente q (mg metronidazol /mg carbón). En la tercera etapa se realizaron pruebas de desorción y se llevó a cabo su caracterización por microscopio electrónico y óptico, y por último se determinó el modelo cinético, obteniendo la dosis óptima de adsorbente y tiempo de contacto óptimo.

Resultados. Los resultados experimentales alcanzados hasta el momento nos indican que la cascarilla de arroz cumple con las funciones esperadas de remoción, se realizaron pruebas experimentales con metronidazol (antiparasitario) y se realizó una curva de calibración a diferentes concentraciones con un resultado de $r^2 = 0.9855$, por

Conclusiones. Emplear los residuos que provienen de la industria agrícola como la cascarilla de arroz con la realización del presente estudio, servirán para desarrollar tecnologías de bajo costo (1), ya que es un desecho que se genera en grandes cantidades, siendo en su mayoría almacenado para luego disponerlo como desecho común.

Agradecimiento. A CONACyT por la beca otorgada para realizar mis estudios de maestría.

Bibliografía.

1. Julieta del Carmen Reinoso Carrasco, Clara Yamilet Serrano Delgado, Danilo Fernando Orellana Cobos. Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. VOLUMEN 35 / No2 / DICIEMBRE 2017 Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Cuenca.
2. C. Tejada, «Contaminantes Emergentes en Aguas: Metabolitos de Fármacos. Una Revisión.» Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, 2014.
3. L. S. M. Rangel, «VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE TILOSINA EN UN PRODUCTO SOLIDO.» Pontofoca Universidad Javeriana , Bogotá D.C , 2008.

Evaluación de la capacidad de *Acinetobacter baylyi* para degradar DDT

Cristina Reyes¹, Adriana Casanova², Juan-Carlos Sigala³, Irmene Ortiz³

¹Licenciatura en Ingeniería Biológica, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa,

² Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa,

³ Depto. Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, CDMX, irmene@cua.uam.mx.

Palabras clave: DDT, biodegradación, *Acinetobacter baylyi* ADP1

Introducción. El DDT o 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil) etano es un plaguicida organoclorado, incluido en el año 2005 en la lista de Contaminantes Orgánicos Persistentes a eliminar en todo el mundo. No obstante, a causa de su uso indiscriminado durante varias décadas y dada su prolongada permanencia en el ambiente, es aún factible detectar lugares contaminados por dicho plaguicida. La biodegradación de DDT representa una alternativa viable para su eliminación del medio ambiente (1). Se ha determinado que microorganismos del género *Acinetobacter* tienen la capacidad de biotransformar contaminantes orgánicos en medio mínimo y ser bioestimulados por la presencia de cosustratos, por ejemplo, el acetato de sodio (2). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de dos cepas de *Acinetobacter* para degradar DDT en presencia de acetato de sodio como cosustrato.

Metodología. Se realizaron pruebas de inhibición en placa a diferentes concentraciones de DDT (20mg/L y 50 mg/L de DDT) con las cepas *Acinetobacter schindleri* ACE y *Acinetobacter baylyi* ADP1. Posteriormente, con la mejor cepa se realizaron pruebas de degradación de DDT (20 mg/L) por triplicado en medio líquido, utilizando acetato de sodio como cosustrato (50 mg/L) y controles endógenos (sin DDT) y abióticos (sin inóculo). La cantidad de CO₂ producido como medida indirecta de la actividad microbiana se determinó mediante cromatografía de gases, mientras que la medición del DDT residual y sus metabolitos se realizó por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (3).

Resultados. En la figura 1 se muestran las pruebas de inhibición en placa, de las cuales *A. baylyi* no mostró inhibición en su crecimiento en presencia de DDT, por lo que fue seleccionada para realizar los ensayos de degradación líquida. En la figura 2 se muestra el CO₂ producido a través del tiempo por *A. baylyi* ADP1; se observa que la mayor producción de CO₂ (14.4 mg) fue obtenida en el experimento que contenía acetato de sodio como cosustrato, casi el doble del que contenía DDT como única fuente de carbono (7.99 mg).

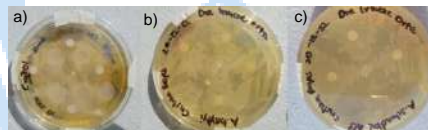


Fig. 1. Pruebas de inhibición en placas. a) *A. baylyi* ADP1 control, b) *A. baylyi* ADP1 (50 ppm DDT) y c) *Acinetobacter schindleri* ACE (50 ppm DDT).

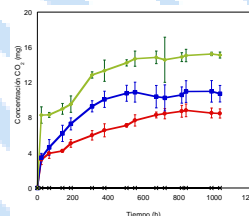


Fig. 2. Producción de CO₂ por *A. baylyi* ADP1. (—) DDT como fuente de carbono. (—) DDT como fuente de carbono y acetato de sodio como cosustrato. (—) control endógeno. (—) control abiótico.

Se confirmó que la actividad metabólica de *A. baylyi* ADP1 mejora en presencia de otra fuente de carbono (2). Por otro lado, se observó una mayor producción de CO₂ en el control endógeno (10.87 mg) que en las pruebas con DDT como fuente única de carbono, indicando una inhibición en la respiración y posiblemente en la asimilación del carbono en biomasa o en compuestos intermedios.

Conclusiones. La presencia de DDT no inhibió el crecimiento de *A. baylyi* ADP1 y mejoró su actividad metabólica al adicionarle acetato de sodio como cosustrato. Las cuantificaciones de DDT residual y de biomasa permitirán establecer la capacidad de *A. baylyi* ADP1 para utilizar DDT como fuente de carbono.

Agradecimiento. CONACyT por la beca para estudios de maestría otorgada a Adriana Casanova.

Bibliografía.

- Ortiz I, et al. (2013). Biodegradation of DDT by stimulation of indigenous microbial populations in soil with cosubstrates. *Biodegradation*. 24(2):215-25.
- Arteaga, J. E., et al (2021). Furfural biotransformation in *Acinetobacter baylyi* ADP1 and *Acinetobacter schindleri* ACE. *Biotechnology Letters*, 43, 1043-1050.
- Hernández-Ramos, et al. (2019). Study on endosulfan-degrading capability of *Paecilomyces variotii*, *Paecilomyces lilacinus* and *Sphingobacterium* sp. in liquid cultures. *Bioremediation Journal*, 23(4), 251-258.

BIODEGRADACIÓN DE PAPEL PERIÓDICO BAJO CULTIVO SUMERGIDO POR *Trichoderma* EN UN BIORREACTOR AIR-LIFT

Dulce Jazmín Hernández-Melchor, Ronald Ferrera-Cerrato, Alejandro Alarcón, Colegio de Postgraduados, Departamento de Edafología e Hidrociencias, Microbiología de Suelos. Estado de México 56230, México. hernandez.dulce@colpos.mx

Palabras clave: celulastas, papel periódico, biorreactor air-lift cilíndrico

Introducción. *Trichoderma* es un hongo cosmopolita que tiene la capacidad de degradar residuos ricos en celulosa utilizando enzimas derivadas de su metabolismo celular. Para su crecimiento biorreactores aireados bajo cultivo sumergido son utilizados, donde el oxígeno y el tipo de fuente carbono son elementos que limitan el proceso (1).

El objetivo del presente estudio fue llevar a cabo una cinética de biodegradación de papel periódico en un biorreactor air-lift cilíndrico utilizando *Trichoderma reesei* y *Trichoderma harzianum*.

Metodología. Se llevó a cabo una cinética de degradación de papel periódico (27.5 g en piezas de 1 x 1 cm) por lote durante 20 días, en un biorreactor air-lift cilíndrico operando con un flujo de aire de 3 L/min; se utilizó medio mínimo basal (MMB) (2) y una concentración de inóculo de 1×10^6 esporas/mL. Se tomaron 20 mL de alícuota cada tercer día para determinar actividad enzimática (celulasas) (3), biomasa, celulosa residual y azúcares reductores (4).

Resultados. En la Figura 1 se presentan las actividades enzimáticas de celulasas (CMCase y FPase) de *T. reesei* y *T. harzianum*, obtenidas a lo largo de la cinética de degradación de papel periódico en un biorreactor air-lift cilíndrico.

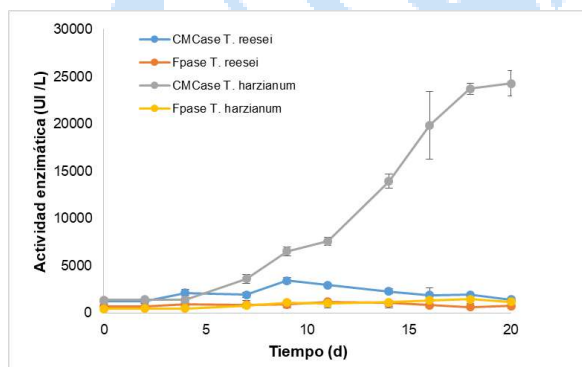


Fig. 1. Actividad de celulasas (CMCase y FPase) de *T. reesei* y *T. harzianum* bajo cultivo sumergido en un biorreactor air-lift cilíndrico utilizando papel periódico como fuente de carbono

En la Tabla 1 se presentan los valores obtenidos de celulosa residual, biomasa y azúcares reductores de *T. reesei* y *T. harzianum*, al día 20 de la cinética de degradación de papel periódico bajo cultivo sumergido en un biorreactor air-lift cilíndrico

Tabla 1. Concentración de celulosa residual, biomasa y azúcares reductores producidos por *T. reesei* y *T. harzianum* al día 20 de la cinética de biodegradación de papel periódico en un biorreactor air-lift cilíndrico

Concentración (g/L) / cepa fúngica	<i>T. reesei</i>	<i>T. harzianum</i>
Biomasa	8.02 ± 1.2	39.6 ± 6.6
Celulosa residual	2.18 ± 0.8	59.3 ± 4.9
Azúcares reductores	0.07 ± 0.008	0.21 ± 0.08

Conclusiones. El diseño y las condiciones de operación del biorreactor air-lift cilíndrico utilizado para el crecimiento de *Trichoderma* fueron favorables para llevar a cabo la biodegradación de papel periódico bajo cultivo sumergido.

Agradecimiento. Colegio de Postgraduados-Secretaría de Agricultura y desarrollo rural por el financiamiento otorgado a través de la Estrategia Nacional de Suelos para la Agricultura Sostenible (ENASAS); y al CONACyT por la beca otorgada a DJ-HM para el desarrollo de estancias posdoctorales académicas.

Bibliografía.

- Hernández-Melchor D.J., Ferrera-Cerrato R., Alarcón A. (2019) *Chil J Agric Anim Sci.* 35(1): 98-112.
- García-Espejo C.N., Mamani-Mamani M.M., Chávez-Lizárraga G.A., Álvarez-Aliaga M.T. (2016) *J Selva Andina Res Soc.* 7(1): 20-32.
- Hernández-Melchor D.J., Guerrero-Chávez A.C., Ferrera-Rodríguez M.R., Ferrera-Cerrato R., Larsen J., Alarcón A. (2023) *Biotechnol Lett.* 1-14.
- Ahamed A., Vermette P. (2009) *Bioresour Technol.* 100: 5979-5987.

“CONSORCIOS MICROBIANOS COMO MÉTODO DE REMEDIACIÓN PARA RESIDUOS DE UN SOLO USO: CASO CUBREBOCAS”.

Luz María Campos García, María del Refugio Castañeda Chávez, David Reynier Valdes, Isabel Araceli Amaro Espejo, Manuel Alejandro Lizardi Jiménez. Instituto Tecnológico de Boca del Río. Boca del Río, Veracruz, 94290. m21990859@bdelrio.tecnm.mx.

Palabras clave: hidrocarbonoclastas, biodegradación, cinética.

Introducción. Las medidas establecidas por el sector salud para evitar la propagación del virus SARS-CoV-2, incremento el uso de cubrebocas o mascarillas como equipo de protección personal (EPP) (3)(4). Este tipo de residuos a través del tiempo sufren fracturación convirtiéndose en microplásticos que se dispersan a los ecosistemas marinos, en donde, la fauna consume las partículas y les transfiere sustancias químicas a sus tejidos durante tiempo indefinido y altera su funcionamiento fisiológico (2). La degradación de diversos residuos mediante el uso de los consorcios microbianos se ha convertido en una tendencia importante para fines de biorremediación.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la biodegradación de cubrebocas de un solo uso al utilizarlos como fuente de carbono en dos consorcios microbianos hidrocarbonoclastas, para poder ser considerado como una alternativa en el tratamiento de este tipo de residuos.

Metodología. La determinación de la biodegradación del sustrato se realizó por diferencia de peso y análisis cualitativo mediante observación del sustrato en estereoscopio (5).

Diferencia de peso expresado en g.

$$P_0 - P_1 = P_p$$

Donde:

P_0 = peso inicial

P_1 = peso final

P_p = peso perdido

En la determinación del porcentaje de degradación:

$$\frac{(P_p)(100)}{P_0} = \% \text{ de degradación}$$

La evaluación del crecimiento bacteriano se efectuó por escala de turbidez según la escala de McFarland (5). La identificación bacteriana se estableció por métodos de identificación fenotípica en medios selectivos para cada consorcio (1) (Fig.1).

Resultados. Se identificó la diversidad de los microorganismos que conforman los consorcios microbianos Golfo de México y Puerto (Fig.1), así como la cinética de crecimiento de bacterias y la biodegradabilidad del sustrato efectuada por cada consorcio.

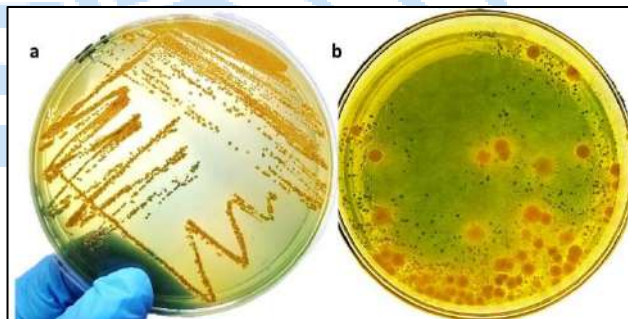


Fig.1. Medio selectivo TCBS, a) consorcio Golfo de México (*Vibrio Cholerae*). b) consorcio Puerto (*Vibrio Parahaemolyticus*, y *vibrio alginolyticus*).

Conclusiones. El tratamiento para disposición final de estos residuos derivados de la pandemia es la incineración, método que tiene consideraciones ambientales, mientras que en los vertederos y rellenos sanitarios se tienen problemas técnicos en su manejo. Fortalecer la biodegradación por microorganismos hidrocarbonoclastas es una opción con beneficios ambientales y económicamente viable.

Agradecimiento. A la beca otorgada por CONACyT para estudios de maestría.

Bibliografía.

1. Bou, G., Fernández-Olmos, A., García, C., Sáez-Nieto, J. A., y Valdezate, S. (2011). Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, 29(8), 601–608. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2011.03.012>
2. Kershaw, P. J., y Rochman, C. M. (2015). Reports and Studies-IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) Eng No. 93.
3. Mofijur, M., Fattah, I. R., Alam, M. A., Islam, A. S., Ong, H. C., Rahman, S. A., y Mahlia, T. M. I. (2021). Sustainable production and consumption, 26, 343-359.
4. Pariona-Palomino, J., y Ormeño, W. M. (2022). Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 25(49), 83-91
5. Quiroga-González, N. (2021). Informe técnico. Recuperado en marzo de 2023.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE ALTO VALOR AGREGADO UTILIZANDO CULTIVOS MICROBIANOS FOTOSINTÉTICOS

Ajelet S. Pérez Olguín¹, Pablo A. López Pérez¹, Mónica I. Sánchez Contreras², Dulce J. Hernández-Melchor³.¹Escuela Superior de Apan, ²Centro de Investigaciones Químicas Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo42184, ³Colegio de Postgraduados, Estado de México 56230, México. hernandez.dulce@colpos.mx

Palabras clave: Biomasa microalgal, operaciones unitarias, fraccionamiento

Introducción. Los consorcios microbianos fotosintéticos (CMF) pueden estar conformados por microorganismos como las microalgas y cianobacterias (1), que tiene la capacidad de producir moléculas bioactivas durante su ciclo celular; las cuales dependiendo de su composición pueden ser de utilidad para los humanos como suplementos (2), y/o para el ambiente como biofertilizantes o bioestimulantes. El interés por este tipo de compuestos bioactivos aumenta debido a que diversos autores reportan su uso como antibacterianos, anticancerígenos, antivirales, antitumorales, antiinflamatorios y anticoagulantes (3). El objetivo de este trabajo es analizar la viabilidad de la producción de compuestos bioactivos de alto valor agregado por medio de CMF y cepas puras.

Metodología. Se realizó una revisión documental para evaluar la viabilidad de la producción de compuestos bioactivos de alto valor agregado a partir de un CMF. Factores como el consumo alimenticio de la población mexicana, la composición nutricional de las microalgas, análisis de la oferta y demanda en México y el manejo de los precios para estos productos en el mercado fueron considerados en esta revisión.

Resultados. La producción de microalgas y cianobacterias a diferentes escalas, resulta ser un mercado con demanda creciente debido a su contenido nutrimental y la diversidad de compuestos bioactivos que generan (3). Es necesario considerar que las condiciones operacionales y de crecimiento del cultivo, así como los métodos de análisis tienen efecto directo en el contenido total de nutrientes (1). En la Tabla 1 se muestran la composición nutricional de algunas especies de microalgas, cianobacterias y CMF (1, 2, 3).

En la Figura 1 se muestran las operaciones unitarias generales para la producción del CMF, extracción y purificación de estos compuestos.

Tabla 1. Composición nutricional de principales especies de microalgas y cianobacterias empleadas en la industria (g/100g en peso seco), principales productos bioactivos y productos de valor agregado

Microalga	Proteína	Carbohidrato	Lípido	Fibra
<i>H. pluvialis</i>	10-35	1-7	2-3	15-35
<i>C. vulgaris</i>	20-60	5-50	3-26	16-35
S. platensis-máxima	40-63	7-22	4-9	8-40
CMF	31-50	13-40	1-8	2-6
Productos Bioactivos (más comunes)	Ficocianina Péptido	Lectina	β-caroteno Astaxantina Luteína Omega-3 Violaxantina Ácidos G.	Polisacáridos
Productos de valor agregado	Biofertilizantes, bioestimulantes, pigmentos			

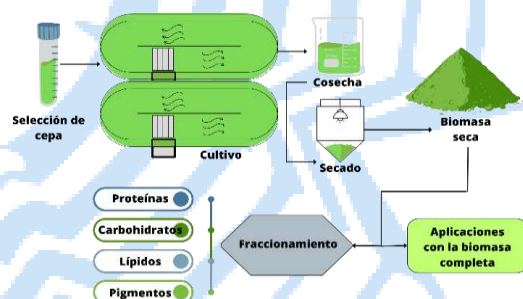


Fig. 1. Proceso para la obtención de compuestos bioactivos a partir de CMF

Conclusiones. La producción de compuestos bioactivos de alto valor agregado por un CMF con beneficios para la población mexicana dependerá del desplazamiento de la dinámica poblacional por las condiciones de cultivo

Bibliografía.

1. Sánchez-Contreras M.I., López-Pérez P.A., Lucho-Constantino C.A., Arce-Cervantes O., Hernández-Melchor D.J., Beltrán-Hernández R. I. (2022) *RELBAA*. 13(2): 35.
2. Ramírez-Mérida L.G., De Menezes C.R., Zepka L.Q., Jacob-Lopes E. (2015) *Ciência e Natura*. 37(07).
3. Rodríguez-Palacio M.C., Lozano-Ramírez C., Alvarez-Hernández S.H. (2022) *Hidrobiológica*. 32(1):17-24.

NON THERMAL-PLASMA AS NOVEL PRE-TREATMENT OF SOTOL BAGASSE (*Dasyliirion* sp.) FOR LIGNIN REMOTION

Itzcóatl Muñoz-Jiménez¹, Yadira K. Reyes-Acosta¹, Rosa Idalia Narro¹, Daniel Tobías-Soria¹, Juan C. Contreras-Esquivel¹, Iván Salmerón-Ochoa², Julio Montañez¹, Lourdes Morales-Oyervides¹

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, México.

²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

* E-mail: itzcoatl_munoz@uadec.edu.mx

Keywords: Sotol bagasse, Pre-Treatment, Plasma.

Introduction. De-lignification process of lignocellulosic materials is an important step for fermentable sugars release. The conventional process presents drawbacks such as lengthy procedures and generating acidic/alkaline solutions, which can harm the environment. Recently, plasma treatment has appeared as an alternative to traditional treatments due to its capacity to modify organic surfaces, producing changes in the lignocellulosic material [1]. In this context, the aim of the present work was to assess the effectiveness of non-thermal plasma in removing lignin from sotol bagasse (SB), a by-product of sotol spirit production.

Methods. SB was collected, dried, milled, and sieved. Chemical composition of SB was carried out following the methodology reported by Sluiter *et al.* [2]. A non-thermal plasma system was used to treat SB. Samples (0.1 g) were treated on a reactor consisting of a glass container coupled to a vacuum pump. A power source was used to induce plasma conditions, once vacuum conditions were achieved, the reactor kept it in touch with the electric field generated by the power source. Treatments were carried out in triplicate at an induction frequency of 500 Hz in time intervals of 1, 3 and 6 minutes. The power was maintained at 60 W during all the experiments. Treated samples were characterized and lignin content was determined. Pretreated SB was further treated via enzymatic hydrolysis in a 125 mL Erlenmeyer flask at 5% solid loading with 20 FPU/g of cellulases enzyme per gram of dry bagasse, at 50 °C for 24 h. The phenol-sulfuric acid method was employed to determine the total released sugars.

Results. Raw SB presented 42.2±7.3, 24.1±0.9 and 15.3±0.2% for lignin, cellulose and hemicellulose fractions respectively. These results were similar to those reported by Gonzalez-Chavez *et al.* [3]. Plasma-treated samples of SB presented a lignin content of 28.3±1.3, 28.2±0.4 and 28.5±0.4% after 1, 3 and 6 min of treatment, respectively. These values

corresponded a lignin removal of 32.6±3.1, 32.7±1.3 and 32.1±0.5 % respectively. Based on the results, a treatment time of only 1 minute is sufficient for maximum removal as it did not have a significant effect ($p < 0.05$). Miranda *et al.* (2019) reported a high lignin solubilization (58.5%) for sugarcane bagasse after 2 hours of liquid phase-plasma treatment [4]. Plasma treatment for one minute increased total sugar release by approximately 5 times compared to non-treated samples, reaching a maximum of 30.6±1.1 g/L. Sakai *et al.* [5] reported 1.8-fold increase in reducing sugars after 20 minutes of plasma-treated wheat straw; similarly, Ravindran *et al.* [6] reported a 2.1-fold increase in fermentable sugars after enzymatic hydrolysis for samples of brewer spent grain treated by plasma [6].

Conclusions. The study has provided evidence of the effectiveness of cold plasma treatment in removing lignin from SB. This suggests that plasma pre-treatments could serve as a viable and promising alternative for delignifying sotol bagasse. It is hoped that this can pave the way for further advancements in the field of delignification, and ultimately lead to a more sustainable and efficient approach.

Aknowledgments. CONACyT (No. 654874-002290)

References.

- [1] Meoli, C. M., Iervolino, G., & Procentese, A. (2023). *Processes*, 11(2), 536.
- [2] Sluiter, A., Hames, B., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J., Templeton, D., & Crocker, D. L. A. P. (2008). *Laboratory analytical procedure*, 1617(1), 1-16.
- [3] González-Chavez, J., Arenas-Grimaldo, C., Amaya-Delgado, L., Vázquez-Núñez, E., Suarez-Vázquez, S., Cruz-López, A., & Molina-Guerrero, C. E. (2022). *Ind Crops Prod.* 178, 114571.
- [4] Miranda, F. S., Rabelo, S. C., Pradella, J. G. C., Carli, C. D., Petraconi, G., Maciel, H. S., & Vieira, L. (2020). *Waste Biomass Valorization*, 11, 4921-4931.
- [5] Sakai, K., Kojiya, S., Kamijo, J., Tanaka, Y., Tanaka, K., Maebayashi, M. & Kato, M. (2017). *Biotechnol Biofuels*, 10(1), 1-11.
- [6] Ravindran, R., Sarangapani, C., Jaiswal, S., Lu, P., Cullen, P. J., Bourke, P., & Jaiswal, A. K. (2019). *Bioresour Technol.* 282, 520-524.

USO DE AGRORESIDUO COMO SOPORTE PARA EL DESARROLLO DE UN BIOFILM BACTERIANO REDUCTOR DE Cr (VI): CÁSCARA DE ARROZ

Sandra Anguiano, Mónica Martínez, Elcia Brito, Tzayam Pérez, Zeferino Gamiño, Fernando Amézquita. Laboratorio de Microbiología Ambiental y Biología Molecular Aplicada, División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Campus Gto. C.P: 36000, se.anguianocuellar@ugto.mx

Palabras clave: Biotransformación, Bacteria, Metales

Introducción. La contaminación de aguas con metales nocivos para el ser humano y el ambiente ha tenido un aumento continuo y progresivo. Entre estos el cromo hexavalente [Cr(VI)], el cual es regulado por la SEMARNAT por ser sumamente dañino y persistente. Existen métodos químicos para el tratamiento de aguas contaminadas por el Cr(VI), pero suelen ser caros y, muchas veces, no llegan a ser aplicados. Una posible alternativa de remoción es mediante el uso de residuos agrícolas que fungen como adsorbente, propiciando una innovación sustentable, barata y ecológica. En el presente trabajo se propone el uso de un agro residuo como soporte para el desarrollo de un biofilm bacteriano.

El objetivo es evaluar la cáscara de arroz como soporte para el desarrollo de un biofilm bacteriano con capacidad de disminuir el ion Cr(VI) del medio.

Metodología. Se utilizaron dos consorcios bacterianos (C55, C33) los cuales mostraron grande resistencia al Cr(VI) y su mezcla en una proporción 2:1. El agro residuo (cáscara de arroz, adquirido en Mercado Libre) fue lavado, esterilizado y secado. Después, con el soporte, se prepararon esferas de 0.5 g envueltos en una tela sintética (Fig.1 B). Se dispusieron de 14 esferas en cada reactor (frascos de vidrio 5 cm x 15 cm), conteniendo 150 mL de medio LB modificado. Tras la inoculación, se incubó a 37°C. Una vez formada la biopelícula (Fig.1 C), se substituyó el medio LB por medio M9 modificado y $K_2Cr_2O_7$ para obtener una concentración final de Cr(VI) de 200 mgL⁻¹. El Cr(VI) fue evaluado por medio de la técnica espectrofotométrica (1) y una vez no detectado en el medio, se separó el sobrenadante del soporte y de igual manera el biofilm (Fig.1 D); el cual fue pesado y secado para calcular biomasa generada por diferencia de pesos. Se determinó la concentración de Cr total residual en el sobrenadante y en el biofilm por absorción atómica de flama. El biofilm fue evaluado y caracterizado (2).

Resultados. El desarrollo del biofilm se observó en 21 días de incubación. En el análisis se muestra una disminución rápida del Cr(VI) en el medio, durante las primeras horas, con promedio de 72.22%, 76.25% y

74.62% en el C55, C33 y 2:1, respectivamente (Fig.1 A). Al final, se analizó la disminución del Cr total en el agua residual, obteniendo C55: 8.68 mg.L⁻¹, C33:11.59 mg.L⁻¹ y C2:1:10.63 mg.L⁻¹, siendo, entonces, cercano a 90%.

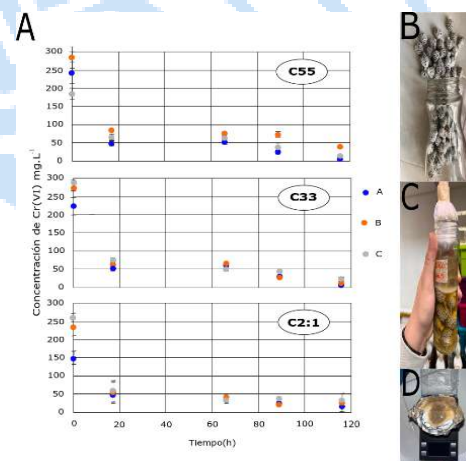


Fig. 1. (A) Cinética de decaimiento de cromo para los consorcios C55, C33 y mezcla 2:1, realizado por triplicado. (B) Esferas con agro residuo. (C) Desarrollo del biofilm en el reactor y (D) Biofilm.

Conclusiones. La cascarilla de arroz mostró ser un soporte eficiente para el desarrollo del biofilm bacteriano. Los tres sistemas dieron buenos resultados en la disminución del Cr(VI) del medio, mostrando un mejor desempeño el consorcio bacteriano en mezcla 2:1.

Agradecimiento. Universidad de Guanajuato, SAPAL, al financiamiento parcial otorgado por IDEA vía convenio 1122830302/200502/PR/AF/R0503.107.012.

Bibliografía.

- Greenberg AE, Connors JJ, Jenckins D, Franson MA (1981) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Amer. Public health Assoc, Volumen 15, p. 1.
- Liang Z, Li W, Yang S, Du P. (2010) *Extraction and structural characteristics of extracellular polymeric substances (EPS), pellets in autotrophic nitrifying biofilm and activated sludge*. Chem, 81(5), 626-632.

REACTOR AEROBIO SECUENCIAL COMBINADO CON CARBÓN ACTIVADO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN ANIMAL

Perla Alejandrina Gonzalez Tineo ^a, Denisse Serrano Palacios ^a, Edna Rosalba Meza Escalante ^a, Victoria Argelia Saucedo Robles ^a

^a Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente. Instituto Tecnológico de Sonora. C. 5 de febrero 818, Centro, Urb. No. 1, 85000 Cd Obregón, Sonora México.

Palabras clave: Sistema aerobio secuencial, Carbón activado, aguas residuales de origen animal

Introducción. Actualmente, se ha comprobado que los residuos de las actividades agropecuarias tienen impactos negativos en el medio ambiente [1]. Las alternativas de tratamiento más comunes se han enfocado a remoción de sólidos y materia orgánica por procesos biológicos, sin embargo, estos sistemas no obtienen eficiencias superiores al 80%. En este sentido, el objetivo de este estudio fue la eliminación de los principales contaminantes del agua residual de origen animal, a través de un sistema aerobio secuencial al cual se le agregó Carbón Activado Granular (GAC) para mejorar su eficiencia.

Metodología. Se operó un reactor aerobio tipo secuencial para tratar agua residual de origen animal. El sistema operó con un volumen de 2 L con 5 g GAC/L, con un Tiempo de Residencia Hidráulico (TRH) de 8 a 12 h y un caudal de 0.16 L/h, y una Carga Orgánica Volumétrica (COV) de 0.54±0.29 kg DQO/m³ d. El reactor se mantuvo con 3.34 mg O₂/L. La eficiencia del proceso se determinó a través de los parámetros de STV, N-NH₄⁺, y DQO de acuerdo a lo establecido por APHA. La turbidez se midió con un turbidímetro (NFME 003). Los resultados se analizaron utilizando un ANOVA con Minitab (Versión 17.0) utilizando la prueba de Tukey con un P < 0.05

Resultados. Parámetros como la materia orgánica en forma de DQO mostraron una reducción superior al 95% después de 11 días de tratamiento (Fig. 1). Mientras que el nitrógeno y la turbidez también se redujeron de forma significativa (≥90%).



Fig. 1. Remoción de DQO en el tiempo de operación del reactor

En la siguiente Tabla se muestra la remoción de los principales contaminantes de estos residuos (Tabla 1). Por otro lado, el sistema logró la reducción de ST de 4.5 a 0.85 g/L.

Tabla 1. Remoción de macrocontaminantes en el sistema secuencial

Parámetros	Remoción (%)
DQO	≥95±0.21
Amonio	≥90±3.6
Sólidos Totales (ST)	80.1± 2.47
Sólidos Totales Volátiles (SSV)	78 ± 1.1
Turbidez	90 ±0.7

Los parámetros mostrados en la Tabla tienen unidades de mg/L a excepción de la turbidez (NTU)

Autores como Carrasquero et al. (2015) [2], mencionan remociones similares (≥ 95%) con residuos de origen animal en tratamientos biológicos combinado (filtro anaeróbico + sistema de biodiscos). Mientras que otros como Ramón y Maldonado, (2006) [3] lograron eficiencias relativamente menores (88 %) en TRH similares.

Conclusiones. La operación del sistema propuesto alcanzó altas eficiencias de remoción en los parámetros de principal importancia en las normas mexicanas. Por otra parte, al agregar GAC no se observó un aumento significativo en la eficiencia del sistema, pero por su diseño resulta ser más óptimo y posiblemente económico para su operación.

Agradecimiento. Los autores quieren agradecer a PROFAPI_2023

Bibliografía

- Cervantes-Zepeda, A. I., Cruz-Colín, M. R., Aguilar-Corona, R., Castilla-Hernández, P., & Meraz-Rodríguez, M. (2011). Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua tratada en un reactor UASB escala piloto. Revista mexicana de ingeniería química, 10(1), 67-77.
- Carrasquero Ferrer, S. J., Marquina Gelvez, D. C., Soto López, J. G., Viloría Rincón, S., Pire Sierra, M. C., & Díaz Montiel, A. R. (2015). Remoción de nutrientes en aguas residuales de un matadero de reses usando un reactor biológico secuencial. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 25(2), 43-60.
- Maldonado, J. I., & Ramón, J. A. (2006). Sistema de tratamiento para aguas residuales industriales en mataderos. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo, (1).

DESMINERALIZACIÓN DE DESECHOS DE CRUSTÁCEOS PARA LA OBTENCIÓN DE QUITOSANO CON CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE CROMO (VI)

Saraí Espinoza Ibarra¹, Natalia Jocelyn Padilla Villegas¹, Karla Lizbeth Macias Sanchez¹, Estefania O. Juárez-Hernández¹, 1 Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional, Av. Mineral de Valenciana 200-Interior, Col. Fraccionamiento Industrial Puerto, 36275 Silao, Gto., México. E-mail: ejuarezh@ipn.mx

Palabras clave: Biorremediación, quitosano, biomasa, cromo, metales pesados.

Introducción. La respuesta al crecimiento de la acuicultura en México es la contaminación de los litorales a causa de los residuos del cultivo de camarón, siendo que éstos mismos son fuente rica de quitina, un material de alto valor agregado por sus aplicaciones en distintas áreas. Sin embargo, los efluentes generados del método convencional resultan contraproducentes al intentar remediar el problema ambiental.

El objetivo general es la obtención de quitosano a partir de cáscaras de camarón con ácido láctico y evaluar la capacidad de adsorción máxima de cromo (VI) del biopolímero obtenido.

Metodología. Se probó ácido láctico y, ácido clorhídrico (Hong, K. & Meyers, S., 1995; Colina et al., 2017), para la desmineralización con ayuda de un modelo estadístico Superficie de Respuesta (MSR) y siguiendo la metodología según Ayala (2012) para determinar las condiciones óptimas de operación. Posteriormente se realizó la determinación de cromo hexavalente, previamente se obtuvieron las condiciones óptimas para la adsorción de cromo hexavalente con quitosano (Concentración de biomasa en la adsorción de cromo hexavalente, pH y tiempo de máxima adsorción de cromo hexavalente, temperatura de máxima adsorción) (Olivo et al., (2019).

Resultados. En la desmineralización de exoesqueleto de camarón, el mejor tratamiento fue, ácido láctico 8%, 1 h y una relación sólido: líquido de 1:30, con el 100% porcentaje de desmineralización.



Fig. 1. Quitina y quitosano obtenidos: quitina obtenida con agitación en la desproteinización (a); quitosano obtenido de la quitina anterior (b); quitosano obtenido sin agitación en la desproteinización (c).

Se analizó la bioadsorción de 0.2 mg/L de Cr⁶⁺ a diferentes cantidades de biomasa, encontrándose que con 0.02 g de quitosano se remueve mayor cantidad del metal (94.25 ± 3.67%). Bajo la misma

concentración de Cr⁶⁺ se probó a diferentes pH (2, 3 y 4), y su comportamiento con el tiempo, Se encontró que los mejores resultados se obtienen a pH 2 a 15 minutos, también se analizó la temperatura de máxima adsorción y se encontró que los mejores resultados de remoción de cromo (98.862%), se obtienen a 28°C.

Conclusiones. El uso de ácido láctico en la etapa de desmineralización es una alternativa al método químico convencional, en cuestión ambiental y económica, obteniéndose porcentajes de desmineralización más altos que el método químico y se demostró con ayuda del MSR. El rendimiento de la quitina fue del 40.02%, el cual es el porcentaje máximo reportado en la literatura. El quitosano obtenido es eficiente para la remoción de Cr⁶⁺ con un porcentaje de 98.862, siendo mayor a los quitosanos comerciales reportados en bibliografía, y que los quitosanos obtenidos por el método químico convencional. Las mejores condiciones para las pruebas de adsorción fueron temperatura de 28 °C, 15 minutos, pH de 2, y cantidad de adsorbente de 0.02 g.

Agradecimiento. Este proyecto se llevó a cabo gracias al financiamiento de la Secretaria de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional a través del proyecto 20221261.

Bibliografía.

- Hong, K. & Meyers, S. (1995). Preparation and Characterization of Chitin and Chitosan- A Review. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 4 (2), 27-52.
- Colina, N., Medina, K., Vargas, J., Rincón, D., Arismendiz, R & Montilla, B. (2017) Extracción de quitina utilizando ácido láctico. *Revista Bases de la Ciencia* 2 (2), 1-18.
- Ayala, N. (2012). Producción de lactato de calcio durante la desmineralización de exoesqueleto de jaiba y su efecto sobre la quitina aislada (Maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora.
- Olivo, F., Purata, M., Reyes, A., Cárdenas, J., Rodríguez, A., Martínez, V. & Acosta, I. (2019). Remoción de cromo (VI) en solución acuosa por biomasa de brócoli (*Brassica oleracea*). *Revista Mexicana de Industria y Salud*, 2 (10).

BIORREMOCIÓN DE Pb (II) Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PIOCIANINA POR *Pseudomonas aeruginosa* NEJ07R

Jesús Alberto Pérez-García¹, Stephania Sánchez-López¹, Yolanda Reyes-Vidal¹, Francisco Javier Bacame-Valenzuela^{1,2}

¹Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76703.

²Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76703.

fbacame@cideteq.mx

Palabras clave: Pb(II), biorremoción, piocianina, *Pseudomonas aeruginosa*

Introducción. La contaminación del agua por metales pesados es una problemática que atenta contra el derecho fundamental a la salud. En México, metales como el Hg, As, Pb y Cr han sido detectados en cuerpos de agua (1). *Pseudomonas aeruginosa* es una bacteria que ha sido empleada para combatir la contaminación por metales pesados. Además, esta bacteria puede producir piocianina (PYO), una molécula redox que puede ser aplicada para la producción de electricidad en celdas de combustible microbianas, biocontrol en la agricultura y cría de animales, y como pigmento en la industria textil (2). La valorización del agua residual con metales pesados para la producción de PYO puede ser una estrategia que ayude a mitigar este problema y permita reducir costos en el tratamiento del agua (3).

Por tal motivo, el objetivo de este trabajo es realizar la biorremoción de Pb(II), un metal pesado dañino, y su efecto en la producción de PYO, empleando *P. aeruginosa* NEJ07, un microorganismo aislado de un efluente de generado por la industria del maíz.

Metodología. *P. aeruginosa* NEJ07R, NEJ08R y ATCC39327 fueron inoculadas en caldo de cultivo Luria-Bertani (LB) utilizando diferentes concentraciones de Pb(II) (1,20,50,70 y 100 mg/L). La concentración de Pb(II) y PYO fue calculada mediante voltamperometría de pulso diferencial (DPV).

Resultados. *P. aeruginosa* NEJ07R demostró ser tolerante al Pb(II), ya que logró crecer y producir PYO en medios de cultivo con 100 mg/L de Pb(II). Los resultados de crecimiento y producción de PYO fueron comparados con una cepa de referencia (*P. aeruginosa* ATCC 39327) y otra cepa aislada del efluente de la industria del maíz (*P. aeruginosa* NEJ08R). *P. aeruginosa* ATCC 39327 y NEJ08R demostraron ser tolerantes al Pb(II). Sin embargo, produjeron PYO en concentraciones mínimas (Fig. 1a). La biorremoción de Pb(II) fue estudiada para *P. aeruginosa* NEJ07 y ATCC 39327 contra un control estéril sin inocular. Los resultados mostraron que hubo una remoción de Pb(II) bajo

condiciones estáticas y en agitación (150 rpm) en el medio de Pb(II) sin inocular superior al 70% (Fig. 1b). Sin embargo, los estudios por DPV mostraron que Pb(II) se convirtió a PbO₂ bajo estas condiciones. Del mismo modo, los estudios por DPV mostraron que *P. aeruginosa* ATCC 39327 y NEJ07R, lograron remover Pb(II) y PbO₂ satisfactoriamente.

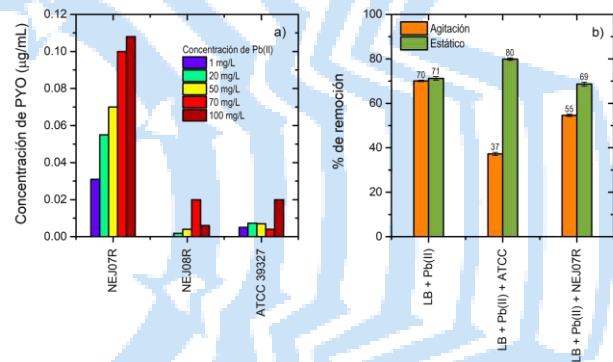


Fig. 1. a) Biorremoción de Pb(II) en presencia de *P. aeruginosa* ATCC 39327 y NEJ08R frente a un control sin inocular. b) Producción de PYO con las diferentes cepas de *P. aeruginosa*.

Conclusiones. *P. aeruginosa* NEJ07R, NEJ08R y ATCC 39327 son tolerantes al Pb(II) hasta en 100 mg/L. Solo *P. aeruginosa* NEJ07R logró producir PYO en presencia de Pb(II). *P. aeruginosa* NEJ07R y ATCC 39327 lograron biorremover Pb(II) y PbO₂.

Agradecimiento. Al proyecto No. 258159, "Análisis estructurado de las variables de operación de una celda electroquímica microbiana en las respuestas metabólicas del sistema microbiano asociado", del fondo de Ciencia Básica 2015 - CONACYT.

Bibliografía.

1. Bagchi, S., & Behera, M. (2020) *J. Hazard. Toxic Radioact. Waste* 24(3): p. 04020010.
2. Jabłońska, J., Augustyniak, A., Dubrowska, K., & Rakoczy, R. (2023) *World J. Microbiol. Biotechnol.* 39(4): p. 103.
3. Bacame-Valenzuela, F.J., Pérez-García, J.A., Figueroa-Magallón, M.L., Espejel-Ayala, F., Ortiz-Frade, L.A., & Reyes-Vidal, Y., (2020) *Microorganisms.* 8(10): p. 1559.

OBTENCIÓN DE BIOETANOL POR FERMENTACIÓN CON *Saccharomyces cerevisiae* A PARTIR DE DESECHOS DE LACTOSUERO DE LA REGIÓN VALLES, JALISCO.

Marcos Morales Quintero, Brenda Acevedo Juárez y Aracely Suggey Guerra Renteria, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Valles, Departamento de Ciencias de la Salud, Ameca, Jalisco, 46600, suggey.guerra@academicos.udg.mx

Palabras clave: Bioetanol, Fermentación, Lactosuero.

Introducción. En la agroindustria quesera se generan solo el 10% de productos por la separación del coágulo de leche y la precipitación de la caseína (1). Sin embargo, el subproducto líquido, translúcido y verde que es definido como el lactosuero suele ser desechado sin un pretratamiento previo, lo cual ocasiona un daño ambiental debido a la alteración de las propiedades fisicoquímicas de los suelos o cuerpos de agua debido a la lixiviación. El lactosuero contiene cerca del 98 % de lactosa remanente (2); por tanto, el desecho anterior figura como un sustrato potencial para la obtención sustentable de bioetanol por una fermentación.

Por tanto, en el presente trabajo se realizó el estudio del lactosuero como sustrato para una fermentación alcohólica con *Saccharomyces cerevisiae* para la obtención de bioetanol con perspectiva como ingrediente para la generación de un gel antibacterial; lo que representa la disminución del impacto ambiental que generan los residuos lácteos en la región Valles de Jalisco.

Metodología. El lactosuero fue obtenido de un productor quesero local de la región Valles. Posteriormente, se realizó un pretratamiento que consistió en la disminución del pH a 4.6 con ácido acético y ácido cítrico para favorecer la precipitación y posterior filtración de la proteína remanente en el lactosuero (3). Asimismo, se realizó una evaporación del sobrenadante para aumentar la concentración de azúcares fermentables solubles hasta 20 °Brix, medidos por refractometría y espectrofotometría con la técnica de DNS (Ácido 3,5-Dinitrosalicílico). Para ver el efecto de las variables de pH, tiempo de fermentación y concentración de inóculo con respecto a la producción de bioetanol, se realizó un experimento factorial 2³ con 3 réplicas.

Resultados. La concentración de azúcares fermentables en el lactosuero crudo fue de 6 °Brix, insuficiente para iniciar una fermentación con un alto rendimiento de alcohol. Después del pretratamiento de hidrólisis ácida y térmica aumentó hasta 30 °Brix lo que representa un potencial de alcohol de hasta 19.88 % a partir de una fuente de desecho. No obstante, se ajustó

a 20 °Brix. Es importante mencionar que el proceso de acidificación debe ser con un ácido débil orgánico, puesto que el uso de HCl aún en bajas concentraciones propicia una condición de inhibición de fermentación por la presencia de cloruros. Los primeros resultados (Fig. 1) del modelo experimental indican un consumo de sustrato y producción de etanol con un rendimiento de 0.06 mL de etanol por gramo de azúcar consumido.

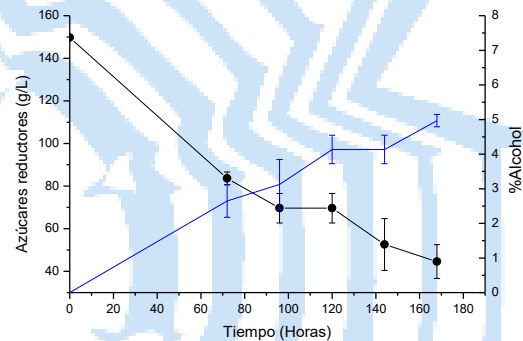


Fig. 1. Producción de etanol y consumo de azúcares reductores en lactosuero a pH 5 durante una semana de fermentación.

Conclusiones. El lactosuero representa una fuente viable y sustentable de azúcares remanentes para la obtención de alcohol por fermentación con *Saccharomyces cerevisiae*. No obstante, aún se considera la optimización de condiciones para mejorar el rendimiento de alcohol obtenido, para su uso posterior como ingrediente en la elaboración de gel antibacterial.

Agradecimiento. Recurso PROSNI de CUValles de la Universidad de Guadalajara

Bibliografía.

- Jelen P. Dried Whey, Whey Proteins, Lactose and Lactose Derivative Products. In: Tamime A, ed. *Dairy Powders and Concentrated Products*. First. Blackwell Publishing Ltd; 2009:255.
- Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. *Fundamentals of cheese science*, second edition. *Fundam Cheese Sci Second Ed*. Published online 2016:1-799. doi:10.1007/978-1-4899-7681-9
- Gajendragadkar CN, Gogate PR. Ultrasound assisted acid catalyzed lactose hydrolysis: Understanding into effect of operating parameters and scale up studies. *Ultrason Sonochem*. 2017;37:9-15. doi:10.1016/j.ultsonch.2016.12.029

EFECTO DEL ALMACENAMIENTO DE LODOS ANAEROBIOS EN PRUEBAS DE POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO

Jennifer Perea, Sebastián Neri-Pérez, Florina Ramírez-Vives, Oscar Monroy, Rosalinda Campuzano. Departamento de Biotecnología-Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, 09340 Iztapalapa, Ciudad de México, México.
Correo:rcampuzano.a@gmail.com

Palabras clave: Actividad metanogénica (AME), inóculo, potencial bioquímico de metano (PBM)

Introducción. el potencial bioquímico de metano (PBM), es una prueba valiosa y ampliamente utilizada para determinar la cantidad de metano que puede producir un sustrato y para diseñar digestores anaerobios a nivel piloto o comercial. (1, 2), sin embargo, no es una prueba estandarizada ya que son muchos los factores que la afectan, entre ellos el inóculo, el cual debe ser activo, provenir de un sistema que trate un sustrato similar y usarse lo antes posible una vez obtenido (2). En la práctica, no siempre hay disponible una planta de tratamiento anaerobio para obtener inóculo fresco y eso puede afectar los resultados del PBM y los parámetros que se obtengan de la prueba. Actualmente no hay literatura que indiquen la forma en la que se deba almacenar el inóculo para evitar afectar los resultados del PBM.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el almacenamiento de un inóculo bajo diferentes condiciones y su efecto en pruebas de PBM usando un sustrato modelo.

Metodología. La metodología se dividió en 3 etapas. **E1:** Muestreo y caracterización de un lodo granular anaerobio de una planta de tratamiento de agua residual industrial. **E2:** Almacenamiento del inóculo con tres parámetros en estudio (tiempo, temperatura (25°C y 35°C) y alimentación (SA, M1 y M2)). Para evaluar la alimentación se consideraron tres condiciones: SA-sin alimentación, M1-mezcla preparada de acuerdo con lo reportado por (3) y M2- mezcla preparada con 20% celulosa, 20% dextrosa, 20% acetato de sodio, 20% proteína de soya y 20% de aceite vegetal. La carga de alimentación fue de 0.5 gSV/L • d. **E3:** Pruebas de PBM con los diferentes inóculos obtenidos de acuerdo con lo reportado por (4) con una relación inóculo-sustrato=1 y usando una mezcla de acetato de sodio, dextrosa y celulosa como sustrato modelo.

Resultados. La PBM con el inóculo fresco arrojó una actividad metanogénica específica (AME) de 0.48 gCH₄-DQO/gSVi • d, un rendimiento del 100% (considerando que solo el 90% de la DQO alimentada se convierte en metano) y el 80% de la producción teórica se obtuvo en 5 días. En la tabla 1 se presentan los resultados de las

pruebas PBM usando los diferentes inóculos obtenidos. Se observa que en todos los casos hubo disminución de la AME pero los rendimientos se mantuvieron altos (83-100 %); esto indica que la obtención de parámetros de diseño se puede ver afectada de forma importante al calcularse cargas orgánicas más bajas o tiempos de retención más altos. El factor que tuvo el mayor efecto fue la temperatura y se observa sinergia entre la temperatura y la mezcla de alimentación.

Tabla 1. Parámetros de evaluación del inóculo

T1									
Días de alm	AME (g CH ₄ -DQO/gSV*d)			R (Q _{CH₄} exp/Q _{CH₄teo})			t ₈₀ (días)		
	SA	M1	M2	SA	M1	M2	SA	M1	M2
57	0.13	0.18	0.30	99	97	92	9	7.5	8
114	0.17	0.21	0.32	99	100	97	10	4.8	3.2
T2									
Días de alm	AME (g CH ₄ -DQO/gSV*d)			R (Q _{CH₄} exp/Q _{CH₄teo})			t ₈₀ (días)		
	SA	M1	M2	SA	M1	M2	SA	M1	M2
85	0.16	0.17	0.15	96	96	96	7	5	5.5
135	0.10	0.20	0.09	100	98	83	10.5	5.8	25

AME=Actividad metanogénica específica; R=Rendimiento; t₈₀=tiempo al que se produce el 80% del metano teórico (PBM_{teórico}=2800NmL)

Conclusiones. La AME de un inóculo anaerobio almacenado bajo diferentes condiciones se vio afectada de forma significativa influyendo en los resultados de pruebas de PBM y su uso para el diseño de sistemas continuos a diferentes escalas. Se determinó que hubo sinergia entre la temperatura y la mezcla usada para alimentar el inóculo. La AME más cercana al valor original (inóculo fresco y activo) se obtuvo al almacenar el inóculo a 25°C y alimentado con M2 lo que indica que es necesario considerar en el diseño de experimentos de pruebas de PBM el almacenamiento del inóculo.

Agradecimiento. Al Fondo sectorial CONACyT-SENER Sustentabilidad energética No. 247006

Bibliografía.

- Raposo et al. (2011) *J Chem Technol Biotechnol*. Vol 86: 1088-1098
- Holliger et al. (2016) *Water Science and Technology*. Vol 74 (11): 2515-2522.
- Edwiges et al. (2018). *Waste Management*. Vol. 71:618-625
- Campuzano, R., González-Martínez. (2015). *Bioresource Technology*. Vol 178: 247-253.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA CARGA ORGÁNICA EN LA DEGRADACIÓN ANAEROBIA DEL LIRIO ACUÁTICO

Miguel Del Valle^a, Ulises Durán^a, Patricia Castilla^b, Beatriz Schettino^c Mónica Meraz^a

^a Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Depto. Biotecnología, C.P. 09310. ^b Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Depto. El Hombre y su Ambiente, ^c Depto. Producción Agrícola y Animal, C.P. 04960; CDMX. cbi2213800976@izt.uam.mx

Palabras clave: *digestión anaerobia termofílica, lirio acuático, potencial bioquímico de metano.*

Introducción. El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una maleza invasora de agua dulce, que se encuentra dispersa a lo largo de la República Mexicana. Es una planta constituido por celulosa (18%), hemicelulosa (49.2%) y lignocelulosa (3.6%). Actualmente se propone la digestión anaerobia (DA) como un método de control de esta maleza, ya que puede ser usada como materia prima para la generación de biocombustible (metano). Se han realizado diversos estudios de DA del lirio acuático en mesofilia (35 °C)¹, sin embargo, son escasos los estudios de digestión en termofilia (40 – 55 °C)².

El objetivo de este estudio fue la DA del lirio acuático en termofilia (45 °C) y determinar el efecto del incremento de la carga orgánica de 0.5 a 3.0 g SV_{Lirio}/g SV_{Inóculo}, para incrementar la producción de metano con respecto a la obtenida en mesofilia.

Metodología. Se realizaron cinéticas de potencial bioquímico metanogénico (BMP) en botellas serológicas de 120 mL (100 mL de volumen útil) a 45°C. Se utilizó lirio acuático recolectado de los canales de Xochimilco como sustrato; como inóculo se usó lodo anaerobio (sin adaptar y pre-adaptado al al sustrato y a la temperatura), obtenido de la Planta de Tratamiento de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Se realizaron siete cinéticas de BMP, a una temperatura de 45 °C por un periodo de 25 días. Las cuatro primeras cinéticas se realizaron con lodo no adaptado y con las siguientes relaciones (S/X₀) = 0.5, 0.75, 0.8 y 1.0 g SV_{Lirio}/g SV_{Inóculo}; Posteriormente se realizaron tres cinéticas con lodo pre-adaptado con las siguientes relaciones S/X₀ = 1.0, 2.0 y 3.0 g SV_{Lirio}/g SV_{Inóculo}. Para la caracterización de las cinéticas se analizaron el volumen de biogás producido por desplazamiento y la composición de biogás por CG diariamente.

Resultados. En la Fig. 1 se muestran los resultados de la producción máxima de metano normalizada de las cinéticas. Se observa que para el inóculo no adaptado se alcanzó la mayor producción de metano de 1083 N-L CH₄/Kg SV y una productividad de 135.7 N-L CH₄/Kg SV·d con 0.75 g SV_{Lirio}/g SV_{Inóculo}, mientras que con inóculo adaptado fue una producción de 1502 N-L CH₄/Kg SV y una

productividad de 55.6 N-L CH₄/Kg SV·d a 1.0 g SV_{Lirio}/g SV_{Inóculo} con.

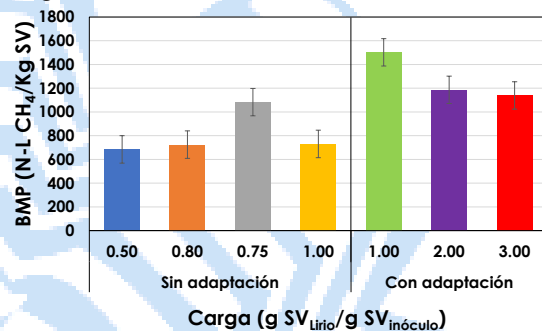


Fig. 1. Producción de metano máxima.

La Fig. 2 muestra la producción acumulada y diaria de biogás en las cinéticas; 0.75 g SV_{Lirio}/g SV_{Inóculo}, con inóculo sin adaptar y 1.0 g SV_{Lirio}/g SV_{Inóculo} con inóculo pre-adaptado.

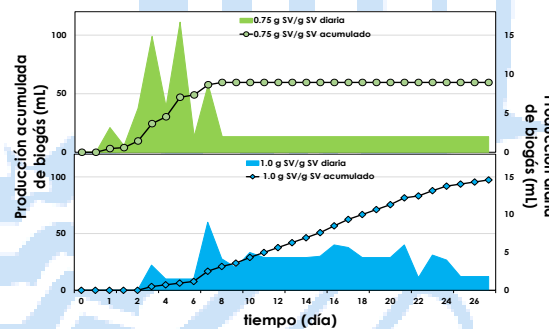


Fig. 2. Producción acumulada y diaria de las cinéticas 0.75 y 1.0 gSV_{Lirio}/gSV_{Inóculo}

Conclusiones. La máxima producción de metano se alcanzó en un periodo de tiempo corto con inóculo no pre-adaptado. Mientras que fue 28% mayor cuando se utilizó inóculo pre-adaptado, aunque dado el periodo de tiempo para este ensayo la productividad es 2.4 veces menor comparativamente.

Agradecimiento. Este trabajo fue realizado con el financiamiento de CONACYT- México con número de CVU 1183106.

Bibliografía.

- Kumar, S., (2005). *Asian Journal of Chemistry* (17), 934–938.
- Ferrer, I., Palatsi, J., Campos, E., & Flotats, X. (2010). *Waste Management*, 30(10), 1763–1767.

DISEÑO DE HIDROGELES BASADOS EN COMPLEJOS DE QUITOSANO Y ALGINATO FUNCIONALIZADOS CON NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE HIERRO CON CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE METALES PESADOS

Linda Mey Lin Niño Parra, Angélica Román Guerrero, Jaime Vernon Carter, Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Ciudad de México, 09340, lindameylin@xanum.uam.mx, arogue@xanum.uam.mx, jvernoncarter@gmail.com

Palabras clave: hidrogel, bioadsorción, coacervación compleja.

Introducción. La exploración de nuevas alternativas para la remoción de metales pesados en suelos ha encontrado en procesos tales como la bioadsorción, opciones viables que incorporan la utilización de sorbentes de origen biológico y que destacan por su abundancia en la naturaleza y capacidad para remover iones metálicos (1). Dentro del grupo de sorbentes utilizados en procesos de bioadsorción se encuentran biopolímeros tales como quitosano (QU) y alginato de sodio (AL), que cuentan con la capacidad para formar mediante interacciones reversibles, redes tridimensionales del tipo hidrogel (2). La síntesis de hidrogeles (HG) puede darse mediante diferentes vías dentro de las que se encuentran los procesos de coacervación compleja de polímeros. Diversos autores han reportado el uso de HG de quitosano-alginato para la remoción de iones metálicos en aguas residuales (3). La funcionalización de HG utilizando NP's de OxFe, potencia el fenómeno de adsorción de iones de metales pesados.

En este trabajo se presenta el diseño de HG de QU:AL funcionalizados con NP's de OxFe tomando pH, potencial zeta, reología y FTIR como herramientas para seleccionar la mejor vía de coacervación entre los biopolímeros, y buscando obtener HG auto soportados con capacidad de remover iones metálicos.

Metodología. Se llevaron a cabo tres etapas. En la primera se establecieron las condiciones óptimas de síntesis de HG, en la segunda se funcionalizaron y caracterizaron los HG mediante FTIR y reología y en la tercera etapa se evaluó de manera preliminar la remoción de iones de Pb²⁺ en una solución acuosa modelo utilizando HG de QU:AL funcionalizados con NP's de OxFe.

Resultados. Los resultados obtenidos mostraron que a pH 4, QU y AL presentaban una carga opuesta y de similar magnitud, condición que debe cumplirse en fenómenos de coacervación compleja entre biopolímeros. La espectroscopía de infrarrojo (FT-IR) se observa un incremento en las señales

características pertenecientes a los grupos funcionales de QU y AL en comparación con las señales individuales de los biopolímeros. La titulación potenciométrica de los biopolímeros y el análisis mediante espectroscopia UV-Vis mostraron que la relación másica 1.44:1(QU:AL) era aquella que facilitaba una mayor formación de complejos. Las pruebas reológicas permitieron identificar que a pH 4.5 los hidrogeles de QU:AL presentaban una mayor resistencia a la deformación en comparación con hidrogeles sintetizados a pH de 4 y 5 (Figura 1).

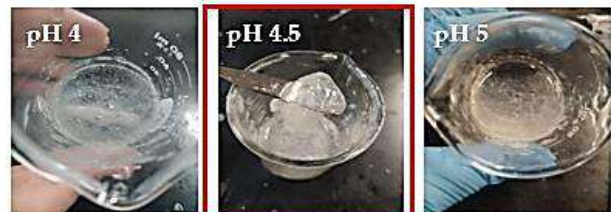


Fig. 1. Hidrogeles de QU:AL a pH 4, 4.5 y 5.

Conclusiones. Los HG obtenidos mostraron una interacción efectiva entre QU y AL, un comportamiento de fluidos pseudoplásticos y una capacidad de auto soporte a un pH de 4.5. Los HG mostraron similitud en forma y tamaño, así como efectividad en la remoción de iones de plomo en solución acuosa modelo.

Agradecimiento. Agradecimiento a CONACyT por el apoyo N°1002599.

Bibliografía.

1. Covarrubias, S., Berumen, J., Cabriales, J. (2015) *Acta Universitaria*, 25 (3): 40-45.
2. Balleno, A., Ríos, N., Aranda-García, F., Morales, J., Mendizábal, E., Katime, I. (2016) *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 17(5): 255-265.
3. Dávila, C., Bonilla, P. (2011) *Química Central*, 2(1): 19-24.

MODELO CINÉTICO INTEGRAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR UN CONSORCIO MICROALGA-BACTERIA.

Luis Eduardo García Martínez, Alejandro Vargas-Casillas, Guillermo Quijano Govantes. Laboratorio de Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas, Unidad Académica Juriquilla, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 301, 76230 Querétaro, México. quijanog@iingen.unam.mx

Palabras clave: Consorcio microalga-bacteria, Fotobiorreactores, Tratamiento de aguas residuales.

Introducción. El uso de fotobiorreactores basados en la actividad de microalgas y bacterias para el tratamiento de aguas residuales ha sido ampliamente reportado en los últimos años⁽¹⁾. Estos sistemas también se han empleado para procesos de purificación y enriquecimiento de biogás⁽²⁾. Actualmente, existen modelos matemáticos enfocados en describir la compleja interacción entre estos microorganismos en fotobiorreactores⁽³⁾, sin embargo, la mayoría de los modelos omite fenómenos cruciales como el nivel de irradiancia dentro del reactor y su efecto en el crecimiento de la biomasa. El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de un modelo cinético que describa la compleja interacción de algas y bacterias durante el proceso de tratamiento de aguas residuales, considerando penetración de luz, así como inhibición por luz en microalgas y bacterias nitrificantes.

Metodología. Se desarrolló un modelo cinético considerando un consorcio de microalgas y bacterias que describe (i) el consumo de materia orgánica y nitrógeno, (ii) la producción y consumo de oxígeno, (iii) el efecto de la irradiancia y penetración de luz, y (iv) producción de biomasa considerando efectos inhibitorios derivados de altas irradiancias. Las 7 ecuaciones diferenciales que constituyen el modelo matemático se resolvieron por integración con el método de Runge-Kutta-Fehlberg.

Resultados. Como se muestra en las Figuras 1 y 2, los resultados del modelo se compararon con datos experimentales de concentración de biomasa, penetración de luz dentro del fotobiorreactor, concentración de O₂ disuelto, entre otros. El modelo describió adecuadamente el proceso de tratamiento de agua residual, obteniendo coeficientes de correlación (R²) de entre 81 y 84% entre las predicciones del modelo y los datos experimentales.

Conclusiones. El modelo cinético propuesto describió adecuadamente el comportamiento del consorcio microalga-bacteria durante el proceso de tratamiento de aguas residuales, incorporando procesos que no habían sido reportados anteriormente. Por lo tanto, el

presente trabajo constituye un plataforma útil para el diseño, operación y optimización de sistemas microalga-bacteria para el tratamiento de aguas residuales. Así como para el desarrollo de una descripción matemática de los procesos de purificación y enriquecimiento de biogás.

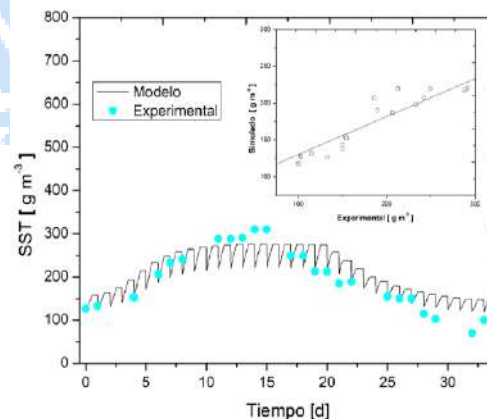


Fig. 1. Comparación de los datos experimentales y predicción del modelo para el crecimiento de biomasa en términos de sólidos suspendidos totales (SST).

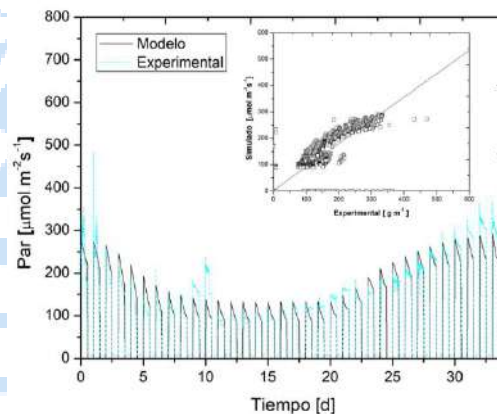


Figura 2. Comparación de los datos experimentales y predicción del modelo para la radiación fotosintéticamente activa (PAR) dentro del fotobiorreactor.

Bibliografía.

1. Á. Robles, G. Capson-Tojo, A. Galès, M.V. Ruano, B. Sialve Ferrer, J.P. Steyer J. (2020). *Environ. Manage.* 261.
2. Rocher-Rivas, R., González-Sánchez, A., Ulloa-Mercado, G., Muñoz, R., & Quijano, G. (2022). *J. Environ. Chem. Eng.* 10(5).
3. Lee, E., Jalalizadeh, M., & Zhang, Q. (2015). *Algal Research*, 12, 497–512.

PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE BIOBUTANOL A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN DE LACTOSUERO CON *Kluyveromyces marxianus*

Laura Conde Báez^{1*}, Cuauhtémoc F. Pineda Muñoz¹, Alfredo Méndez Bahena¹, Jesús B. Páez Lerma² ¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas, S/N. Ciudad Universitaria. C.P. 39070 Chilpancingo, Guerrero. ²Departamento de Ingeniería Química-Bioquímica, Instituto Tecnológico de Durango, C.P. 34080 Durango, Durango, México. * Autor de correspondencia: lcondebaez@gmail.com

Palabras clave: biobutanol, lactosuero crudo, carga contaminante

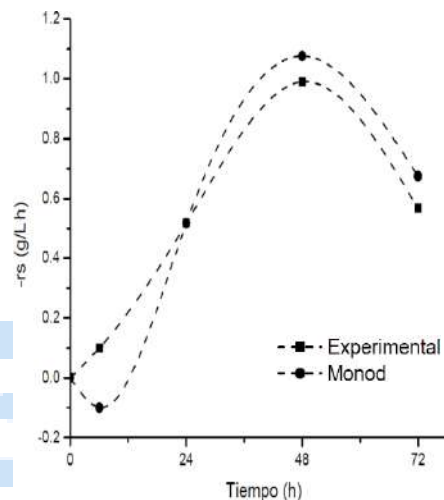
Introducción. El alto contenido en lactosa presente en el lactosuero (90%), lo convierte en un sustrato potencial para la producción de biobutanol. Este es un biocombustible líquido superior, con el mayor grado de similitud a la gasolina (1). El valor energético del biobutanol (29.2 MJ/L) es 30% mayor que el del etanol (21.2 MJ/L) y un 10 % menor que la de la gasolina (32.5 MJ/L) (2). Presenta una baja volatilidad, baja corrosividad por lo que se puede usar en tuberías de distribución actuales y en motores de automóviles sin modificación, convirtiéndolo en un candidato para sustituir el combustible fósil en el transporte. El objetivo de este trabajo es utilizar el lactosuero crudo (LC) para la producción de biobutanol utilizando la cepa de *Kluyveromyces marxianus*.

Metodología. Las cinéticas se evaluaron cada 24 h con una concentración inicial de 1×10^6 células/mL en un reactor por lotes, bajo un método diferencial, considerando una reacción isotérmica de volumen constante. Se cuantificó la concentración de lactosa mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) AGILENT® 1100 con un flujo de 0.4 mL/min. La detección y cuantificación de butanol en LC, se tomó de los tubos estériles (Eppendorf, México) centrifugados a 6000 rpm/3 min; analizados directamente por cromatografía de gases (CG). Los datos experimentales se ajustaron de manera independiente en las ecuaciones matemáticas de Gompertz.

Resultados. La determinación CG dio como resultado una concentración máxima de butanol de 1.61 ± 0.22 g/L a las 48 h. El ajuste con el modelo de Monod para la velocidad de formación de producto (rp) fue de 0.91 ± 0.02 g/L h, con un coeficiente de correlación (R^2) de 0.98. Los valores máximos de biomasa fueron de $2.30 \times 10^8 \pm 8.8 \times 10^5$ UFC/mL con una velocidad máxima de crecimiento específico (μ_{max}) de 0.27 ± 0.05 h⁻¹ y una correlación (R^2) de 0.95. Se obtuvo un rendimiento de biomasa ($Y_{x/s}$, en base a lactosa) de 0.22 ± 0.53 g/g. Utilizando la ecuación de Monod obtuvimos una velocidad de consumo de sustrato (-rs) de 0.86 ± 0.15

g/L h (R^2 0.99) con un contenido de lactosa residual de 2.75 ± 0.18 g/L (96 h), que representa una remoción del 95.60 %. La biosíntesis involucra enzimas clave, tales como acetoacetil-CoA tiolasa, aldehído/alcohol deshidrogenasa, butiril-CoA deshidrogenasa, 3-hidroxi-butil-CoA deshidrogenasa y crotonasa, necesarias para completar la conversión de acetyl-CoA en butanol.

Fig. 1. Ajuste de la ecuación de Monod para la tasa de velocidad de consumo de sustrato (-rs) en LC a pH 4.8, 30 °C/120 rpm



Conclusiones. La producción de biobutanol a partir de la fermentación LC, es viable. La propuesta consta de un procedimiento simple, rápido y de bajo costo, el cual, además, logra reducir en un 88 % de la materia orgánica (DQO final 5,083 mgO₂/L) y en un 95 % la carga contaminante (lactosa).

Bibliografía.

1. Koller, M., Maršálek, L., de Sousa Dias, M.M., Brauneegg, G., 2017. Producing microbial polyhydroxyalkanoate (PHA) biopolyesters in a sustainable manner. *New Biotechnol.* 37, 24–38, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2016.05.001>.
2. Kozinski, J.A., Nanda, S., Kotra, D.G., McDermott, J.C., Dalai, A.K., Gökalp, I. (2017) Fermentative production of butanol: Perspectives on synthetic biology. *New Biotechnology* 37:210-21

USO DE NANOPARTICULAS DE CuZnO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE LA INDUSTRIA TEXTILERA

Daniel Alejandro Ramírez Castañeda¹, Leonel Vargas Esperanza¹, Javier Cabal Velarde¹, Bernabé Rebollo Plata¹, Mercedes Portillo Sanpedro², María Guadalupe Gómez-Espinoza³, Guzmán-Altamirano Miguel Ángel¹

¹Departamento de Ing. Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico superior de Irapuato, carr. Irapuato-Silao km 12.5, Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato MÉXICO

²Facultad de Ingeniería Química BUAP, Av. San Claudio y 18 Sur, Col. San Manuel Ciudad Universitaria, 72570, Puebla, Puebla, México

³Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Politécnica de Pénjamo, carr. Irapuato-La Piedad km 44, Predio El derramadero, 36921, Pénjamo, Guanajuato, MÉXICO

Correspondencia: miguel.ga@irapuato.tecnm.mx

Palabras clave: industria textilera, tratamiento de agua, nanoparticulas

Introducción. Para la industria textil, se estima que anualmente se producen aproximadamente un millón toneladas de colorantes azoicos (Bera & Tank, 2021), estos combinados con auxiliares, aditivos y productos químicos son empleados para el teñido (Yaseen & Scholz, 2018). De tal manera que para teñir 1 kg de algodón se emplean de 50-90 g de colorante y aproximadamente 100-150 L de agua (Bera & Tank, 2021), en promedio se ha calculado que alrededor del 10 % de los colorantes del proceso de tintura de textiles no se unen a las fibras y por lo tanto se liberan al medio ambiente (Chung, 2016). Por lo anterior, el objetivo fue sintetizar nanoparticulas de CuZnO por un método limpio, para eliminar los colorantes del agua de los lavados de la industria textilera.

Metodología. Las nanoparticulas de CuZnO (CuZnONPs) se sintetizaron mediante el método de arco eléctrico, posteriormente se siguió la metodología de (Pugazhendhi et al., 2018). Se preparó una solución de azul de metileno a 10 mg/L, se colocaron alícuotas de 25 mL en matraces, y se añadieron diferentes concentraciones de CuZnONPs, las muestras se mantuvieron en agitación a 125 RPM durante 30 min con la incidencia de luz ambiente (solar). El mismo procedimiento se realizó empleando el agua proveniente de la industria textilera.

Resultados. Al aplicar las NPs al colorante azul de metileno, podemos observar que a 128 ppm se degrada el 99 % del colorante (Fig 1), mientras que al emplear una muestra textilera a partir de 512 ppm se observa la degradación del colorante (Fig. 2), sin embargo, el pH se mantiene en 11, por lo que el agua se puede considerar para su reusó dentro del mismo proceso y no así para liberarse al medio ambiente.



Fig. 1. Efecto de las CuZnONPs en la degradación del colorante azul de metileno



Fig. 2. Efecto de las CuZnONPs en la degradación del efluente textilero

Conclusiones. Las nanoparticulas presentan potencial de ser empleadas por su actividad fotocatalitica para la degradación de colorantes empleados en la industria textilera.

Bibliografía.

- Bera, S. P., & Tank, S. K. (2021). Screening and identification of newly isolated *Pseudomonas* sp. for biodegrading the textile azo dye C.I. Procion Red H-3B. *Journal of Applied Microbiology*, 130(6), 1949–1959. <https://doi.org/10.1111/jam.14920>
- Chung, K.-T. (2016). Azo dyes and human health: A review. *J. Environ. Sci. Health. Part C*, 34(4), 233–261. <https://doi.org/10.1080/10590501.2016.1236602>
- Pugazhendhi, A., Kumar, S. S., Manikandan, M., & Saravanan, M. (2018). Photocatalytic properties and antimicrobial efficacy of Fe doped CuO nanoparticles against the pathogenic bacteria and fungi. *Microb. Pathogen.*, 122, 84–89. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.06.016>
- Yaseen, D. A., & Scholz, M. (2018). Treatment of synthetic textile wastewater containing dye mixtures with microcosms. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 25(2), 1980–1997. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0633-7>

TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS POR UN PROCESO SECUENCIAL NITRIFICANTE-DESNITRIFICANTE

Miguel Martínez Jardines¹, Flor Cuervo-López², Sergio Martínez Hernández¹

¹Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana, Culturas Veracruzanas No. 101, Emiliano Zapata, 91090 Xalapa-Enríquez, Ver., México.

²Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, CDMX 09340, México. Responsable del trabajo: sermartinez@uv.mx.

Palabras clave: Desnitrificación, Lixiviados, Nitrificación

Introducción. La disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) es una de las problemáticas más amenazadoras que afectan a la sociedad en términos ambientales (1). La descomposición de los RSU₇ resulta en la generación de gases y una fracción líquida denominada lixiviados, que puede contener concentraciones altas de materia orgánica y amonio (NH₄⁺) (2). A fin de reducir los efectos negativos ocasionados por los lixiviados, biodegradar el NH₄⁺ y disminuir la demanda química de oxígeno (DQO) presente, se pueden emplear procesos biológicos acoplados como la nitrificación-desnitrificación (3).

El objetivo de este estudio fue evaluar fisiológica y cinéticamente el tratamiento de lixiviados provenientes de la planta de compostaje de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México por medio de un proceso secuencial nitrificante-desnitrificante en un reactor SBR y UASB respectivamente.

Metodología. Se realizó la aclimatación de lodos provenientes de una PTAR a condiciones nitrificantes y desnitrificantes usando un reactor de lote secuenciado (SBR, hasta 600 mg NH₄⁺-N/L) y un reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB, hasta 166 mg NO₃⁻-N/L-d), respectivamente. Los se inocularon con 1.8 y 4 g de SSV/L respectivamente. Después, el SBR se alimentó con lixiviados (28.92±13.32-76.26±13.94 mg NH₄⁺-N/L y DQO de 5661.69±1002.36-6070.28±554.04 mg/L) y sus efluentes se alimentaron al UASB. Se utilizó un SBR de 3 L de capacidad y un volumen de trabajo (VT) de 2 L. Se mantuvo a 250 rpm, 30 °C, pH de 7.5 y una C/N de 2.5. Para la desnitrificación se empleó un UASB de 800 mL de VT, un TRH de 2.9 d, pH de 7.0 y una C/N de 1.2. Se tomaron muestras del SBR y UASB para cuantificar NH₄⁺, NO₂⁻ y NO₃⁻. El comportamiento fisiológico y cinético de los lodos se determinó con: Eficiencias de consumo de amonio (ENH₄⁺-N) y nitrato (ENO₃⁻-N), rendimientos de producción de nitrato (YNO₃⁻-N) y nitrógeno molecular (YN₂-N) y velocidades específicas (q).

Resultados. Durante la aclimatación, el proceso nitrificante (ENH₄⁺-N de 98.57±1.11% y YNO₃⁻-N de 0.9±0.03) y desnitrificante (ENO₃⁻-N de 91.54±7.06% y YN₂-N de 0.89±0.11) fueron completos. Posteriormente, durante el tratamiento de lixiviados (Fig 1), el SBR alcanzó ENH₄⁺-N de 99.01±1.79% y EDQO de 81.62±13.15% (Fig. 1a). No obstante, la nitrato oxidación se afectó negativamente (YNO₃⁻-N de 0.59±0.17). También las velocidades específicas (qNH₄⁺-N y qNO₃⁻-N) disminuyeron. El UASB alimentado con el efluente del SBR (nitrato de 17.68±0.77 mg/L, nitrito de 55.20±0.84 mg/L y DQO de 55.20±0.84-324.86±9.94 mg/L), alcanzó ENO₃⁻-N, de nitrato (ENO₂⁻-N) y EDQO de 81.53±1.53, 64.49±1.03 y 97.42±2.03%, respectivamente (Fig. 1b).

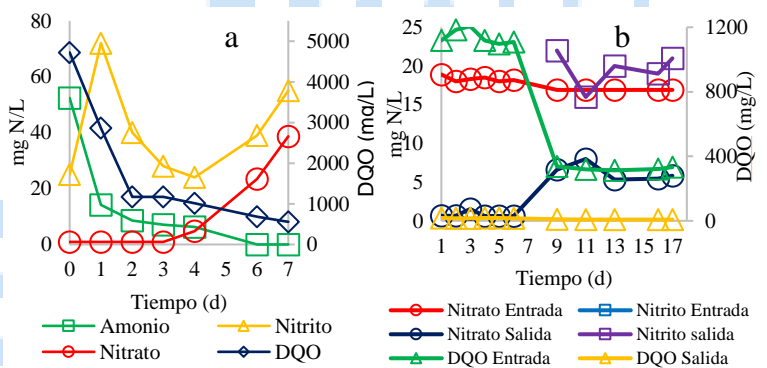


Fig. 1. Perfil nitrificante en el ciclo 5 de operación del SBR alimentado con lixiviado (a). Perfil desnitrificante en el UASB alimentado con el efluente del SBR (b).

Conclusiones. Mediante el proceso secuencial nitrificante-desnitrificante se logró la remoción de hasta 99% de NH₄⁺ y 98% de DQO, por lo que podría considerarse como una alternativa para el tratamiento de lixiviados.

Agradecimientos. CONACyT, INBIOTECA-UV.

Bibliografía.

- Mukherjee A, S., Mukhopadhyay, S., Hashim, M. A., & Sen Gupta, B. (2015). *Crit Rev Environ Sci Technol*, 45(5), 472-590.
- Peng, Y. (2017). *Arab. J. Chem*, 10, S2567-S2574.
- Miao, L., Yang, G., Tao, T., & Peng, Y. (2019). *A review. J. Environ. Manage*, 235, 178-185.

Key role of pH on the performance of continuous anaerobic methane oxidation coupled to denitrification

José A. Contreras, Luis E. de la Pascua and Guillermo Quijano, Laboratory for Research on Advanced Process for Water Treatment, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Querétaro, México, 76230. JContrerasC@iingen.unam.mx

Keywords: Anoxic denitrifying process, greenhouse gas, residual dissolved methane

Introduction. Wastewater treatment plants (WWTP) integrating anaerobic digestion processes are industrial facilities capable of producing gas biofuels from the sludge generated (1). Recent studies have shown that important amounts of CH₄ are released to the atmosphere when anaerobic digesters are purged. Considering that CH₄ has a global warming potential 30 times higher than CO₂ and that each cubic meter of digestate can release ~18 L of CH₄, it is necessary to develop cost-effective and sustainable technology to control these emissions (2). The anaerobic oxidation of methane coupled to denitrification (N-AOM) is a novel bioprocess capable of oxidizing CH₄ to CO₂ mitigating the greenhouse gas emissions by a factor of 30 (3). This work aimed to systematically evaluate the impact of pH on the performance of a continuous N-AOM reactor through a comprehensive characterization of the CH₄ elimination capacity (EC), nitrite (NO₂⁻) removal rate ($r_{NO_2^-}$), and N₂O emission potential.

Methodology. The experimental system consisted of a cylindrical column coupled to a continuous stirred-tank reactor (CSTR) and a settler. A mineral salt medium enriched with a NO₂⁻ concentration of 1306±298 g/m³ was fed to the column and was deoxygenated by N₂ sparging before entering the CSTR. High-purity CH₄ entered the bottom of the reactor at 17 mL/min. Acclimated biomass from a N-AOM reactor was used as inoculum. Operating conditions for the CSTR included a hydraulic retention time (HRT) of 17 h, 150 rpm, and 30°C. The deoxygenation column was equipped with an optical dissolved oxygen (DO) probe, while pH and DO probes were placed in the reactor. The experimental operation consisted of four phases according to the pH values studied: 7.1±0.4, 6.3±0.3, 8.1±0.1 and 6.3±0.2. EC and $r_{NO_2^-}$ were assessed by gas and ion chromatography, respectively.

Results. N-AOM activity was observed since the start-up of the reactor (Fig. 1). Before 20 days of operation, EC values of ~50 g/m³·h were recorded in phase I. Decreasing the pH in phase II led to a significantly higher CH₄ consumption of 63.2±3.3 g/m³·h. However, a contrary effect occurred as the pH increased in phase III with an EC as low as 12.9 g/m³·h being observed. Decreasing the pH again in phase IV confirmed its

direct impact on the CH₄ oxidation rate. Consequently, EC values of 65.8±7.0 g/m³·h were attained in phase IV. These EC values are the highest reported so far for N-AOM reactors. CH₄ removal occurred with a parallel consumption of NO₂⁻. Therefore, pH also had a significant effect on $r_{NO_2^-}$ as can be seen in Table 1. N₂O emission potential increased at lower pH values.

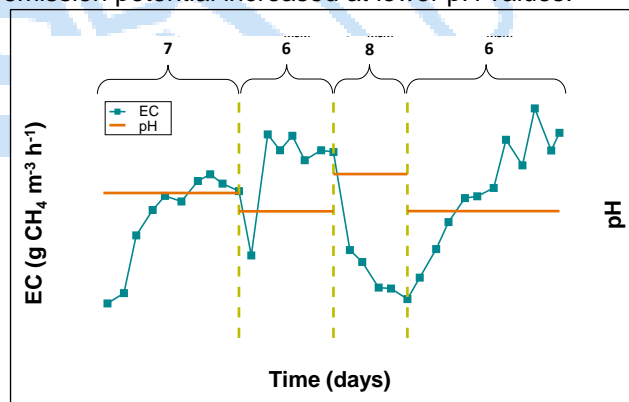


Fig. 1. Performance of N-AOM bioreactor in terms of EC and pH

Table 1. N-AOM performance through the operational phases

Phase	pH	EC (g/m ³ ·h)	$r_{NO_2^-}$ (g/m ³ ·h)
I	7.1±0.4	49.7±3.3	38.1±9.9
II	6.3±0.3	63.2±3.3	48.1±21.7
III	8.1±0.1	20.0±6.8	18.6±10.3
IV	6.4±0.2	65.8±7.0	35.8±3.1

Conclusions. The influence of pH on a continuous N-AOM system was assessed in the present work. Small changes in pH (<1) significantly impacted the CH₄ consumption, global NO₂⁻ removal rate and N₂O emission potential. Under the studied conditions, pH 6 was the most favorable to conduct the N-AOM.

Acknowledgements. The financial support from CONACYT (Ciencia Básica Project A1-S-10079) and DGAPA-UNAM (project PAPIIT TA100123) is gratefully acknowledged.

References

- Kamali M, Gameiro T, Costa ME, Capela I. (2016) *Chem. Eng. J.* 298:162–182.
- Allegue T, Arias A, Fernandez-Gonzalez N, Omil F, Garrido JM. (2018) *Chem. Eng. J.* 347: 721–730.
- Haroon MF, Hu S, Shi Y, Imelfort M, Keller J, Hugenholtz P, Yuan Z, Tyson GW. (2013) *Nature* 500:567–570.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE BIOSORCIÓN DE COLORANTES SINTÉTICOS POR PELLETS DE MICELIO DE *Pleurotus ostreatus*.

Guadalupe Lizbeth Daniel Gonzalez¹, Gerardo Díaz Godínez², Soley Berenice Nava Galicia¹, Martha Dolores Bibbins Martínez^{1*}

*¹Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), Instituto Politécnico Nacional. Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, 90700, México, gdanielg2200@alumno.ipn.mx. Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas (CICB), Universidad Autónoma de Tlaxcala. Km. 10.5 Carretera San Martín Texmelucan-Tlaxcala, CP. 90120, Ixtacuixtla Tlaxcala

Palabras clave: Micorremediación, Pellets, Biosorción

Introducción. La industria textil genera una gran carga de contaminantes para el ambiente, desde el comienzo del procesamiento de la materia prima hasta el proceso final, durante todo el proceso se generan grandes cantidades de efluentes. En la actualidad se han desarrollado diferentes posibles tratamientos para el agua contaminada en esta industria estos métodos suelen ser muy costosos y, aunque se eliminan los tintes, la acumulación de lodos concentrados crea un problema extra, existen tratamientos más amigables con el planeta como es la micorremediación. El presente trabajo evaluó la capacidad de pellets de micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* como posible tratamiento para agua en presencia del colorante azul remazol brillante R.

Metodología. Se utilizó la cepa *Pleurotus ostreatus* (ATCC 32783), para la generación de pellets, se inocularon 3 plots en un medio enriquecido de glucosa por agitación orbital a 120 rpm, durante 10 días, después de este tiempo se añadieron 500 ppm de colorante azul remazol brillante R, se midió la actividad enzimática de lacasa y DyP del extracto obtenido tanto en el medio, y por un proceso de desorción dentro de los pellets tomando alícuotas cada 22 horas por 6 días.

Resultados. Se obtuvieron diferentes valores de actividad enzimática teniendo mayor actividad en el medio extracelular, en las diferentes horas también se observó un proceso de decoloración a las 22 horas.

Conclusiones. El uso de pellets fúngicos fue altamente eficiente en la oxidación/degradación del colorante estudiado. En el proceso de interacción de los pellets fúngicos con el colorante azul remazol brillante R se observó mayormente el proceso de decoloración/oxidación tanto al interior del pellet como en el sobrenadante de la fermentación, lo cual es indicativo de un posible proceso de degradación de dicho colorante.

Agradecimiento. Proyecto SIP 20231995, CONACyT, beca B220211.

Bibliografía:

1. Salvachúa, D., Prieto A., Martínez A. T., Martínez M J (2013) Appl. Microb. Biotechnol. 79(14): 4316-4324.
2. Bibbins-Martínez M, et al. (2023) J Environ Biol, 44(4): 135-145.
3. Sen SK et al (2016) Fungal Biol Rev, 30(3):112-133.
4. Téllez-Téllez M. et al. (2008) Appl Microbiol Biotechnol, 81(4): 675-679.

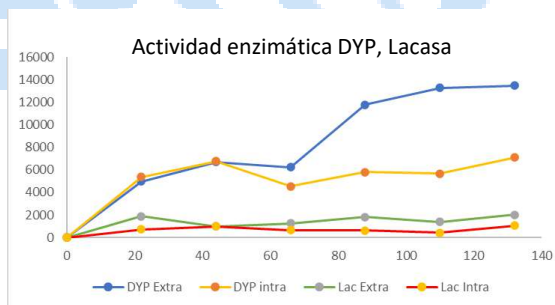


Fig. 1. Cinética de actividad enzimática DYP y Lacasa en medio extracelular como intracelular

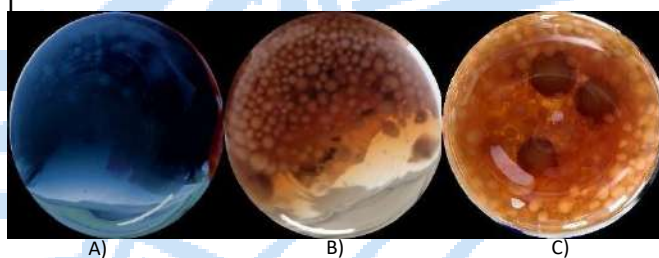


Fig. 2 Proceso de decoloración la imagen A representa el tiempo inicial al adicionar el colorante, B) proceso de decoloración 22 horas después, C) Día 6 final de la fermentación

CULTIVO DE MICROALGAS EN AGUAS RESIDUALES TRATADAS PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES.

Mauricio Peregrina González¹, Fernanda Hernández Soto¹, Rebeca Pérez García¹, León Sánchez García², Marcia Morales Ibarria², ¹Lic. en Ingeniería Biológica. UAM-Cuajimalpa, ²Depto. de Procesos y Tecnología, UAM-Cuajimalpa. Av. Vasco de Quiroga 4871, Santa Fe Cuajimalpa, 05370 Cuajimalpa, CDMX, mmorales@cua.uam.mx

Palabras clave: agua residual, contaminantes, microalgas.

Introducción. El agua es un recurso indispensable y como resultado de las actividades humanas se contamina. Este recurso tiene una demanda creciente y su disponibilidad es limitada por lo que el tratamiento de las aguas residuales es muy importante [1]. En este contexto, las microalgas/cianobacterias son una alternativa no convencional para el tratamiento de aguas residuales (AR) con varios beneficios como la remoción de contaminantes, eliminación de gases de efecto invernadero, además de la biomasa microalgal con diversas aplicaciones. El objetivo de este trabajo es evaluar el desempeño de un consorcio microalga/cianobacteria en cuanto a la remoción de contaminantes de agua residual urbana y la generación de biomasa.

Metodología. Se utilizaron dos estanques tipo raceway (RWP) de 120 litros, para el cultivo de un consorcio con *Scenedesmus obtusiusculus* y *Synechococcus elongatus*. Los reactores se inocularon utilizando una relación 1:1 en peso para obtener una concentración inicial de 0.1 g/L de biomasa. El agua residual provino de las instalaciones de la UAM-C y del efluente del tratamiento secundario (ART) de su Planta de tratamiento de aguas residuales. Los RWP se operaron en 2 etapas en lote alimentado con distintas proporciones, en la etapa I el RWP 1 se operó con 100% de ART y el RWP 2 con 50% ART, en la etapa II el RWP 1 se operó con 100% ART y el RWP 2 con ART+10% AR. Se evaluó el % de eliminación de NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} y DQO. La cuantificación de la biomasa se realizó por peso seco [2]. Se monitoreo la irradiancia, la temperatura y el pH del medio con un sistema de adquisición de datos algae connect®.

Resultados. En la etapa I se alcanzó una productividad máxima de biomasa ($P_{\text{Bio,máx}}$) de $3.54 \text{ gm}^{-2}\text{d}^{-1}$, una productividad máxima de CO_2 ($P_{\text{CO}_2,\text{máx}}$) de $6.49 \text{ gCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{d}^{-1}$ y una tasa específica de crecimiento (μ) de 0.38 d^{-1} , mientras que en la etapa II se alcanzó una $P_{\text{Bio,máx}}$ de $3.30 \text{ gm}^{-2}\text{d}^{-1}$, una $P_{\text{CO}_2,\text{máx}}$ de $6.05 \text{ gCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{d}^{-1}$ y un μ de 0.21 d^{-1} (Fig 1). En cuanto a la remoción de contaminantes, la etapa II tuvo mayor eficiencia de remoción en ambos RWP debido a que los microorganismos ya se encontraban adaptados al

medio. Además, para el reactor 2 se logró el 100% de remoción para NH_4^+ ya que esta es la principal fuente de nitrógeno para el crecimiento de la biomasa. La mayor remoción de DQO fue de 57% (Tabla 1) correspondiendo a $116.28 \text{ mgDQO L}^{-1}$. Por otro lado, se observó un aumento del pH en la etapa II con respecto a la etapa I, debido a un aumento en la actividad fotosintética.

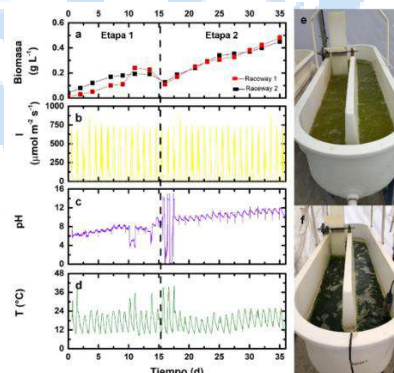


Fig. 1. a) Concentración de biomasa. b) Irradiancia c) pH. d) Temperatura. e) Sistema RWP 1. f) Sistema RWP 2.

Tabla 1. Eficiencia de eliminación de contaminantes.

Etapa	RWP	NH_4^+ (%)	NO_3^- (%)	PO_4^{3-} (%)	DQO (%)
1	1	36	85	15	49
	2	100	100	32	57
2	1	100	ND	25	34
	2	100	ND	54	28

Conclusiones. Las microalgas demostraron ser una alternativa eficiente para la remoción de contaminantes en las ART así como para la producción de biomasa, misma que puede usarse para la obtención de productos de valor agregado.

Agradecimiento. A la Secretaría de Unidad y, al proyecto 75 S114-15 de la DCNI de la UAM Cuajimalpa.

Bibliografía.

1. Ación F.G., et al., (2016) *Appl Microbiol Biotechnol* 100:9013–9022. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7835-7>
2. Hernández-Martínez, I. et al., (2023). *Bioresour Technol*, 369, 128431. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128431>

EFFECTO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE UN CAMPO ELÉCTRICO SOBRE LA VIRULENCIA DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO *METARHIZIUM ANISOPLIAE* VAR *ACRIDUM*.

Mauricio Rueda González, Yulisa L. Baltazar González, Nancy Velasco Alvarez.

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, 09340, CDMX, México. cbs2223801814@xanum.uam.mx

Palabras clave: Micobiocontrol, Metarhizium anisopliae var acridum, campo eléctrico.

Introducción. Los plaguicidas químicos para el control de plagas agrícolas provocan efectos nocivos al medio ambiente [1]. Debido a esto han emergido métodos ecológicamente amigables, como la aplicación de hongos entomopatógenos (HEP) capaces de reducir la densidad de plagas en los cultivos [2]. Sin embargo, un requisito importante de los HEP es la susceptibilidad del insecto y la virulencia de las conidias [3]. En algunos casos, las conidias producidas bajo condiciones de estrés favorecen su producción e infectividad sobre la plaga [4]. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un campo eléctrico (CE) sobre *Metarhizium anisopliae var acridum*, en la producción y virulencia de conidias contra el gusano de harina *Tenebrio molitor*.

Metodología. El estudio se realizó con el HEP *M. anisopliae var acridum*; en celdas electroquímicas cilíndricas (450 mL), utilizando electrodos de titanio recubiertos con óxido de rutenio. Las celdas se empacaron con 28 g de una mezcla de arroz-rastrojo (9:1 p/p) y se inocularon con una suspensión de conidias (1×10^6 conidios/g de soporte). La humedad (73-75%) y pH (6.1 ± 0.1) se mantuvieron constantes durante el cultivo. Después de 72 h de cultivo se aplicaron, en experimentos independientes 1.2, 2.7 y 5.4 mA durante 24 h. Después de este tiempo, el CE fue retirado y se continuó con el cultivo 3 días más. Posteriormente se realizó la cosecha de conidias de cada uno de los tratamientos y se realizó la cuantificación e infectividad de las conidias sobre las larvas de *T. molitor*.

Resultados. Al analizar la respuesta de *M. anisopliae var acridum* durante la aplicación del CE se observó que la producción de conidias no mostró diferencias significativas al final del cultivo, registrando una concentración de conidias de $2.5 \times 10^9 \pm 3.2 \times 10^8$ por gramo de soporte seco (promedio de los tratamientos con y sin CE) (Fig. 1). Sin embargo, al evaluar la infectividad de las conidias con y sin CE sobre el *Tenebrio*, si se observaron diferencia significativa. El tratamiento con 5.4mA registró la mas baja mortalidad con solo un $20\% \pm 4$, seguido del control (Sin CE) y el tratamiento con 1.2 mA ($37\% \pm 3$), mientras que el tratamiento con 2.7mA registró una mortalidad con un 48% más respecto al control (Fig. 2).

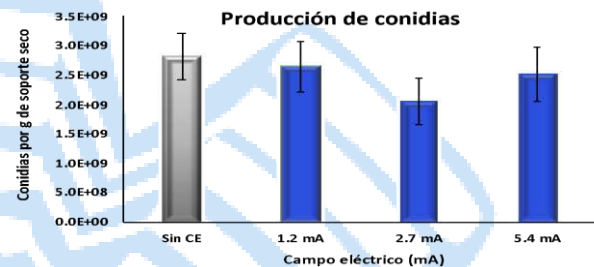


Fig. 1. Cuantificación de conidias después de 7 días de cultivo con y sin campo eléctrico.

Estos resultados sugieren que la aplicación de un CE por arriba de 2.7mA podría estar provocando una inhibición en la viabilidad de las conidias, puesto que no se observó una diferencia significativa respecto a la producción de conidias entre los tratamientos.

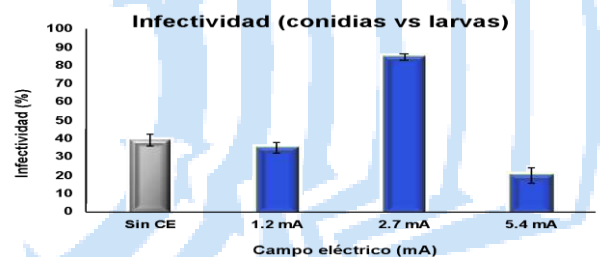


Fig. 2. Mortalidad de larvas de *Tenebrio molitor* después de 14 días de exposición con conidias producidos con diferentes intensidades de CE y sin CE.

Conclusiones. Las conidias producidas bajo un CE de 2.7mA, 24h demostraron ser más infectivas, probablemente a un efecto del CE sobre las hidrofobinas que es el primer paso de adherencia de las conidias a la cutícula de los insectos, haciéndolos más infectivos [5].

Agradecimiento. Trabajo financiado por el CONACyT (proyecto número 257394 / beca 31690).

Bibliografía.

[1] Naqqash, M. N., Gökçe, A., Bakhsh, A., and Salim, M. (2016). Parasitol. Res. 115, 1363–1373.
 [2] Zhang, L., Yue, Q., Wang, C., Xu, Y., and Molnár, I. (2020). Nat. Prod. Rep. 37, 1164–1180.
 [3] Sinha K. K., Choudhary A. K., Kumari P. (2016). Academic Press, 15, 475-505.
 [4] Rangel, D.E.N., Braga, G.U.L., Fernandes, É.K.K., Keyser, C. A., Hallsworth, J.E., & Roberts, D.W. (2015). Current Genetics, 61(3), 383-404.
 [5] Islam W., Adnan M., Shabbir A., Naveed H., Ali H., et al., (2021), Microbial Pathogenesis, 159, 105-122.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO BACTERIANO POR TÉCNICA DE MICRO CULTIVO PARA LA DEGRADACIÓN DE IBUPROFENO COMO UNICA FUENTE DE CARBONO

Isabella Luna-Landa, Sigrid Paola Ortiz-Rios, Mariana Pérez-López, Lesther Emmanuel López-Cruz; Departamento de Ciencias e Ingenierías, Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, 72810; lestheremmanuel.lopez@iberopuebla.mx

Palabras clave: Ibuprofeno, biorremediación, bacterias

Introducción. Los contaminantes emergentes (CE) son sustancias químicas que pueden generar riesgos a los seres humanos y sistemas ecológicos. (1).

El ibuprofeno (IBU) es un fármaco no esteroideo (AINEs), con propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antipiréticas; debido a su excesivo consumo y a la falta de métodos efectivos para su eliminación en plantas de tratamiento de aguas residuales este compuesto ha sido detectado en concentraciones de ng/L a µg/L (2), considerándolo como un CE. Este antiinflamatorio puede causar efectos adversos en organismos acuáticos, inhibiendo su crecimiento y alterando su capacidad hormonal, como un disruptor endocrino (3).

Los microorganismos poseen capacidades metabólicas para degradar o transformar los contaminantes inactivando y atenuando su efecto en el medio ambiente, siendo una alternativa en los procesos de biorremediación (4).

El siguiente trabajo tiene por objetivo identificar y seleccionar cepas bacterianas con la capacidad de crecer en presencia de ibuprofeno como única fuente de carbono en sistemas de micro cultivo.

Metodología. Se evaluaron 5 aislados bacterianos de suelo de composta inoculados en Medio Mínimo Mineral (MM9) más 1 mM de ibuprofeno (SigmaAldrich) como fuente de carbono mediante la técnica de micro cultivo en placa de 96 pozos por 72 horas a 30°C. Se realizó la cuantificación de las UFC/mL por triplicado de cada cepa cada 24 horas por el método de Goteo en Placa por Sellado Masivo (5) en placas Petri con medio de cultivo MM9 + glucosa.

Las cepas aisladas se identificaron previamente por tinción de Gram.

Resultados. Las 5 cepas son bacterias Gram negativas. Las bacterias inoculadas en MM9 con 1 mM de ibuprofeno como única fuente de carbono presentaron crecimiento, a excepción de la cepa Ibu 9. Las cepas Ibu 6, Ibu 10 e Ibu 12 crecieron de manera similar, entre 0.4 a 0.8 LogUFC/mL. La cepa Ibu 8 registró mayor crecimiento dentro de las 72 horas, iniciando con 6.44 LogUFC/mL; alcanzando 8.15

LogUFC/mL posterior a las 72 horas de inoculación, el crecimiento relativo de la cepa Ibu 8 fue 1.7 veces más con respecto al tiempo inicial (Fig. 1).

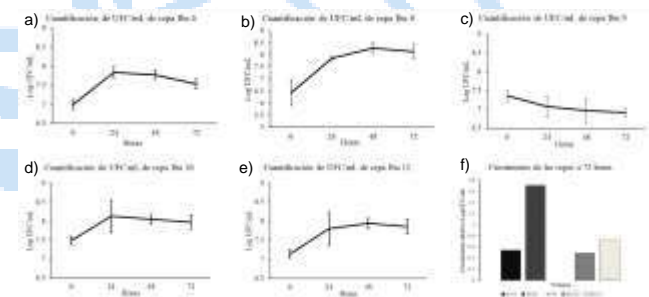


Fig. 1. Cuantificación de las UFC/mL de las cepas inoculadas con MM9 + ibuprofeno 1 mM por 72 horas; a) Ibu 6, b) Ibu 8, c) Ibu 9, d) Ibu 10, e) Ibu 12 y f) Crecimiento relativo de las cepas a 72 horas

Conclusiones. La cepa Ibu 8 presentó el doble crecimiento con respecto a las cepas Ibu 6, Ibu 10 e Ibu 12 durante las 72 horas en presencia de ibuprofeno como única fuente de carbono en el medio de cultivo.

Bibliografía.

- Halden, R. U. (2015). Epistemology of contaminants of emerging concern and literature meta-analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 282, 2–9.
- Muñiz-González, A. (2021). Ibuprofen as an emerging pollutant on non-target aquatic invertebrates: Effects on *Chironomus riparius*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 81, 103537.
- Geiger, E., Hornek-Gausterer, R., & Saçan, M. T. (2016). Single and mixture toxicity of pharmaceuticals and chlorophenols to freshwater algae *Chlorella vulgaris*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 129, 189–198.
- Ibérica, S. (2020, September 7). BAC-ASILI: La biorremediación para el sector del tratamiento del agua. *¡Agua!*
- A. Corral-Lugo, "Cuantificación de bacterias cultivables mediante el método de "Goteo en Placa por Sellado (o estampado) Masivo"", *Revista Colombiana de Biotecnología*, vol. XIV, n.º 2, 2012.

ADAPTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Aspergillus niger* EN MEDIO SUPLEMENTADO CON VINAZAS TEQUILERAS

Diego M. Amador-Guerra, Jorge L. Chimal-Ayala, Ana S. Márquez-García, Óscar A. Rojas-Rejón, Alejandro Torres-Haro, Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, San Pedro Tlaquepaque, C.P. 45604, México.
alejandroth@iteso.mx

Palabras clave: Aspergillus niger, tolerancia a vinazas, crecimiento.

Introducción. Las vinazas son el principal efluente en la producción de tequila. Son caracterizadas por poseer un color marrón ocasionado por la presencia de lignina, minerales y derivados de la caramelización de azúcares como melanoidinas y compuestos fenólicos (1). Debido al efecto inhibitorio que presentan estos contaminantes sobre el crecimiento celular, limitados microorganismos son capaces de tolerar y biorremediar vinazas. Sin embargo, la respuesta biológica de *Aspergillus niger* debido a la presencia de vinazas, conduce a la expresión de oxidorreductasas extracelulares como lacasas, ferroxidasas, bilirrubina oxidasas y ascorbato oxidasas, las cuales oxidan compuestos aromáticos y, a su vez, son capaces de reducir metales y O_2 (2, 3).

En el presente trabajo, se evaluó la adaptación y tolerancia de *A. niger* en medios suplementados con vinazas para el posterior aprovechamiento de su maquinaria metabólica en la biorremediación de efluentes derivados de la industria tequilera.

Metodología. *A. niger* se cultivó en medio YPD a 30°C y 150 rpm durante 6 días. Posteriormente, para activar las respuestas transcripcionales de interés, *A. niger* fue transferido a otro medio YPD suplementado con 1% de vinaza incubado por 6 días a pH 5.5±0.2. Finalmente, la capacidad de crecimiento y tolerancia de *A. niger* fue evaluada en agar suplementado con dextrosa (2%) y concentraciones graduales de vinaza desde 0 a 90%. El crecimiento celular fue monitoreado durante 6 días y los resultados se expresaron como crecimiento radial de micelio. Los datos se ajustaron al modelo de Malthus para determinar la tasa de crecimiento (μ ; día⁻¹) donde se obtuvieron $R^2 \geq 0.7564$.

Resultados. Para las unidades experimentales en presencia de vinaza (Figura 1), el crecimiento radial de *A. niger* resultó mayor (desde 4.63 hasta 9.20 mm) comparado con el tratamiento control (0% vinaza). Probablemente, este efecto se debe a que *A. niger* contiene la maquinaria metabólica necesaria para tolerar y asimilar vinazas como fuente de sustrato secundaria (4). El mayor crecimiento de *A. niger* se observó para el medio suplementado con 30% vinaza,

siendo 38.82% mayor que el control. No obstante, debido al estrés hídrico presente a nivel industrial, el tratamiento empleando 70% de vinazas puede ser el ideal para la biorremediación de residuos ya que demostró un crecimiento 33.12% mayor que el control.

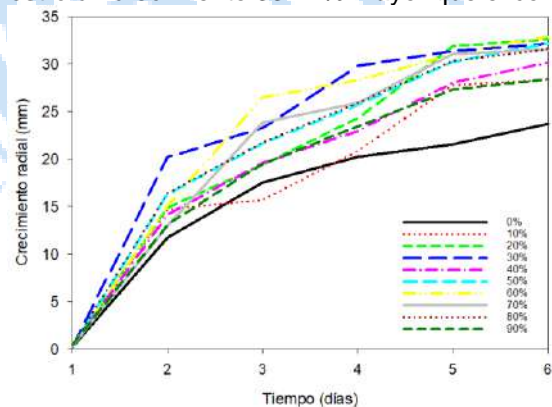


Fig 1. Crecimiento radial de *A. niger* durante 6 días en medio sólido suplementado con diferentes concentraciones de vinazas.

La μ para el tratamiento suplementado con 70% resultó de 0.2044 día⁻¹ (26.48% mayor que el control), dilucidando a este como un posible candidato para evaluar el proceso de biorremediación del efluente.

Conclusiones. *A. niger* es capaz de tolerar y crecer en presencia de hasta 90% de vinaza. Debido a esto, el hongo puede ser un actuador biológico con potencial para la biorremediación de efluentes derivados de la industria tequilera e, incluso, es capaz de generar enzimas de interés bajo el concepto de biorrefinería.

Agradecimiento. A Laura Arias-Hernández y Xitlalli D. Hernández-Mancillas por proveer el microorganismo. A Gilberto Velázquez-Juárez por proporcionar técnicas de adaptación para *A. niger*.

Bibliografía. (1) Arenas-Montaño, V. (2017). (Tesis de maestría, CIATEJ) (2) Tamayo-Ramos, J., Barends, S., Verhaert, R. & de Graaff, L. (2011) (3) Mitsuishi, M. P., Menezes, L. H. S. de, Tavares, I. M. de C., Freitas, J. de S., Souza-Motta, C. M. de, Bezerra, J. L., Costa, A. M. da, Uetanabaro, A. P. T., Franco, M., & Oliveira, J. R. de. (2022) *Research, Society and Development*, 11(8), e42711831078–e42711831078. (4) Hendricks, K. E., Christman, M. C., & Roberts, P. D. (2017). *PLoS ONE*, 12(1).

REDUCCIÓN DE CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN FLEMAZAS POR ELECTROOXIDACIÓN

Edgardo Martínez-Orozco^{1,2}, Juan Nápoles-Armenta³, Pablo Gortáres-Moroyoqui¹, Norberto Santiago-Olivares², Ruth Gabriela Ulloa-Mercado¹, Celia De la Mora-Orozco^{1,4}, Luis Alonso Leyva-Soto⁵, Luis Humberto Alvarez-Valencia¹, Ana María Rentería-Mexia¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Dirección de Recursos Naturales, Ciudad Obregón Sonora, C.P. 85000 edgardo.martinezorozco207840@potros.itson.edu.mx

²Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Campus Arandas, Ingeniería Ambiental, Arandas, Jalisco, C.P. 47180

³Cátedras CONACYT-Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, General Escobedo, Nuevo León, C.P. 66050

⁴Centro Experimental Altos de Jalisco, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Tepatlán, Jalisco C.P. 47600, México; delamora.celia@inifap.gob.mx (C.M.-O.)

⁵Cátedras CONACYT-Instituto Tecnológico de Sonora, Dirección de Recursos Naturales, Ciudad Obregón, Sonora C.P. 85000

Palabras clave: residuos tequileros, disociación, medio ácido

Introducción. Del proceso de elaboración de tequila por destilación en alambique en dos etapas se cuenta con 5 corrientes volátiles además del mosto residual. De éstas, las flemazas es la corriente residual que queda en el alambique en la segunda etapa de destilación. Tiene una carga orgánica de menos del 4% compuesta principalmente de metanol (altamente tóxico) y lactato de etilo. Al tener más del 96% de agua se presume que es una corriente que permite recuperar agua, hasta en 0.8 L por litro de tequila producido. El objetivo del trabajo consistió en determinar la velocidad de reducción de materia orgánica de la corriente residual de flemazas con miras a recuperación de agua en una tequilera.

Metodología. Se obtuvieron muestras de flemazas de 3 tequileras distintas y se trataron por electrooxidación utilizando un matraz de 150 mL con 2 electrodos de titanio de 3 mm de diámetro separados 4.0 cm. De cada tequilera se separaron 5 volúmenes de 100 mL y se trataron a 0, 3, 6, 9 y 12 horas con corriente eléctrica a 30 VCD, 15 corridas en total. El seguimiento se hizo con análisis cromatográfico conforme a la norma NOM-006-SCFI-2012 [1]. Se determinó el contenido de DQO calculado a partir de la composición química [2].

Resultados. Los resultados de la reducción de materia orgánica a partir de DQO calculado se muestran en la figura 1. Para el tratamiento de 12 horas se alcanzaron valores promedio de 9,980, 11,530 y 9,810 mgDQO/L para las tequileras 1, 2 y 3 respectivamente; estos valores son superiores a los reportados por Castillo Monroy y col. [3] con 2600 mgDQO/L, y Johnson y Kumar [4] con 5600 2600 mgDQO/L en sistemas similares.

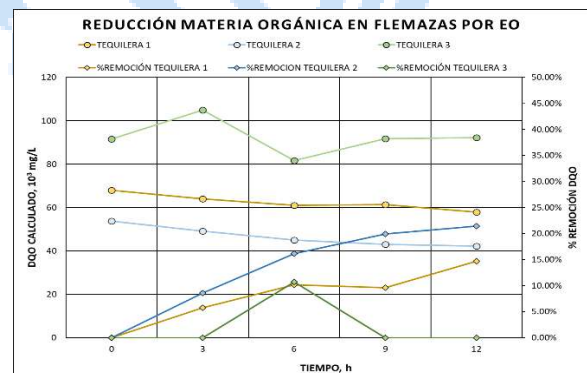


Fig. 1. Resultados de remoción de materia orgánica con DQO calculada a partir de resultados de análisis cromatográfico.

Conclusiones. El tiempo y la corriente eléctrica fueron los factores determinantes en la reducción de la materia orgánica, esto apoya la recuperación de agua dentro de la industria tequilera.

Agradecimiento. Esta investigación fue realizada con el apoyo del programa SEP-SES-PRODEP 511-6/2019.-7840, el Instituto Tecnológico de Sonora y el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez.

Bibliografía.

- Martinez-Orozco, E., y col. (2020) Tequila Still Distillation Fractioned Residual Streams for Use in Biorefinery. *Energies*, 2020(13), 6222-34. <https://doi.org/10.3390/en13236222>.
- Secretaría de Energía. NOM-006-SCFI-2012 Bebidas alcohólicas-Tequila-especificaciones, DOF 13/12/2012.
- Castillo-Monroy, J., Godínez, L. A., Robles, I., Estrada-Vargas, A. (2021). Study of a coupled adsorption/electro-oxidation process as a tertiary treatment for tequila industry wastewater. *Env. Sci. and Pol. Res.* 28(19), 23699-706. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11031-4>.
- Johnson, I., Kumar, M. (2020) Electrochemical oxidation of distillery wastewater by dimensionally stable Ti-RuO₂ anodes. *Env. Tech. & Inn.* 20, 101181. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101181>.

USO DE ENERGÍA SOLAR PARA TRATAR AGUAS RESIDUALES PORCÍCOLAS

Luis Alonso Leyva Soto, Karla Z. Gastélum González, Lourdes Mariana Díaz Tenorio, Raúl Balam Martínez Pérez y Pablo Gortares Moroyoqui. Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Ciudad Obregón, Sonora 85000, luis.leyva@itson.edu.mx

Palabras clave: energía solar, electrooxidación, aguas residuales

Introducción. En muchos países del mundo, el agua fresca como recurso se ve limitado por el crecimiento de la población, por lo que el reúso de las aguas residuales (AR) se ha vuelto un tema de suma importancia. Sin embargo, el agua residual es un complejo de materia orgánica e inorgánica que afecta el tratamiento de la misma. Por ello, es de suma importancia diseñar, operar y controlar un sistema eficiente para el tratamiento del AR (1). Se han desarrollado una serie de operaciones y procesos como: métodos fisicoquímicos, procesos biológicos, procesos avanzados de oxidación, y tecnologías de membranas. La industria porcícola (con alta presencia en el sur de Sonora) genera grandes cantidades de AR, según Boulanger (2) ronda los 100 litros al día por puerco. El objetivo del trabajo fue evaluar la capacidad de un sistema electroquímico para remover materia orgánica (medida como DQO), oxitetraciclina y microorganismos. La utilización del panel solar obedece a que el proceso podría ser utilizado en áreas sin acceso a la electricidad o simplemente para reducir el consumo de ésta. El uso de oxitetraciclina se debe a que es uno de los microcontaminantes más comunes en las AR de la industria porcícola.

Metodología. Se tomaron muestras de AR de una granja en el Valle del Yaqui en Sonora, las cuales fueron sometidas a un proceso de electrooxidación con un panel fotovoltaico como fuente de energía. A las muestras de agua se les agregó oxitetraciclina en tres concentraciones (5,10 y 15 mg/L). Se midió porcentaje de remoción de DQO con el método de Standar Methods, y de oxitetraciclina mediante HPLC y presencia de microorganismos por cuenta total viable en placas de agar nutritivo. Los electrodos usados fueron de titanio (cátodo) y titanio recubierto con óxido de plomo (ánodo).

Resultados. Se encontró que la remoción de materia orgánica, expresada como DQO, fue entre 81 y 88%, lo que comparado con otros reportes es un nivel bastante aceptable (3).

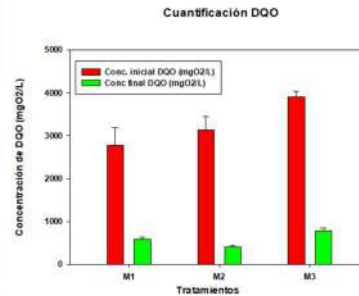


Fig. 1. Cantidad de DQO presente al inicio (rojo) y al final (verde). M1, M2 y M3 representan 5, 10 y 15 mg/L de antibiótico en el agua.

En el caso de la oxitetraciclina y los microorganismos (cuenta viable) se encontraron remociones aún más altas que para el DQO, ya que las muestras después del tratamiento ambos parámetros estuvieron por debajo del límite de detección de las técnicas utilizadas (4,5).



Fig. 2 Ilustración de la remoción de microorganismos

Conclusiones. El proceso de electrooxidación con energía solar es viable para la remoción de contaminantes tanto biológicos como químicos de las aguas residuales porcícolas

Agradecimiento. Al ITSON por el acceso a las instalaciones y a CONACYT por la beca a la alumna que desarrolló el trabajo (Karla Z. Gastélum).

Bibliografía.

- 1.- Tran, N. H., Ngo, H. H., Urase, T. & Gin, K. Y. H., (2015) *Bioresour Technol* 193: 523–533.
- 2.- Boulanger, A. (2011). https://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/198-control_agua_y_consumo.pdf
- 3.- Xiao, H., Hao, Y., Chen, J., Feng, F., Liu, Y., Li, Y., Luo, S., Jiang, B. (2023). *ACS EST Engg.* 2023, 3, 283–294
- 4.- Dos Santos, A., Fortunato, G., Kronka, M., Vernasqui, L., Ferreira, N., Lanza, M. (2022). *Environ Res.* 204:112027
- 5.- Hellal, M., Hemdan, B., Youssef, M., El-Taweel, G., Abou, E. (2022). *Nature* 12:16417

QUITINASA COMO INDICADOR DE LA CAPACIDAD DE AMORTIGUAMIENTO ANTE LOS EFECTOS ECOTOXICOLÓGICOS DE RADIACIÓN UV-B EN EL ORGANISMO MODELO *Daphnia magna*

Yessica Alejandra Linares González, Ricardo Peña Moreno, Vladimir N Serkin, Laura Morales Lara.
Posgrado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edificio IC 6, Ciudad Universitaria, C. P. 72570 Puebla, México.
yessicaa.linaresgonzalez@viep.com.mx

Palabras clave: quitinasa, capacidad de amortiguamiento, UV-B

Introducción. La radiación UV-B es la fracción más dañina del espectro para los organismos acuáticos [1]. Los efectos de este estresor se han estudiado ampliamente en zooplancton y cladóceros, como *D. magna* demostrando que UV-B disminuye la supervivencia y reproducción [2], mientras que altera la dinámica poblacional y la composición de la comunidad, lo que repercute en la capacidad de amortiguamiento y compromete la eficiencia del ecosistema [3].

El presente trabajo versa en estimar la capacidad de amortiguamiento ante los efectos crónicos de radiación UV-B biológicamente relevante en las poblaciones de *D. magna* a partir de la actividad enzimática de quitinasa como biomarcador de estrés.

Metodología. El ensayo crónico por triplicado (20 días, 20 min. de exposición) se construyó a partir de una lámpara UV-B (modelo UVB-313, INSTRULAMP, 2.2 W/m²). Se recolectaron 40 daphnidos en los días 10, 15 y 20 para medir la actividad enzimática de quitinasa haciendo uso de 4-nitrofenil N, NV-diacetil-hd-quitobiósido (Sigma-Aldrich) [4]. En lo que respecta a la modelización del amortiguamiento, se adaptó el enfoque referido por Jorgensen (1997) a fin de conocer el cambio en la actividad enzimática descrito por la capacidad de amortiguamiento (β).

$$\beta = \frac{\Delta \text{ actividad de quitinasa}}{UV - B}$$

Resultados. La Tabla 1 recoge los impactos crónicos de la radiación UV-B sobre las poblaciones monitoreadas. Uno de los efectos más significativos fue el retraso del primer evento reproductivo ($p < 0.05$) respecto al control. Paralelamente, se registraron afecciones en la reproducción total y el número de mudas ($p < 0.05$). Tal panorama, se relaciona con lo proyectado en la disminución de la actividad de quitinasa, respecto al control; no obstante, la capacidad de amortiguamiento (Figura 1) destaca los intentos de la población por resarcir los efectos.

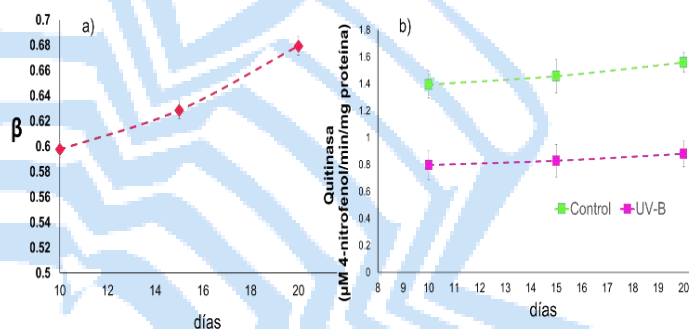


Fig. 1. Cambios en la capacidad de amortiguamiento (a) y actividad de quitinasa (b) después de exposición crónica a radiación UV-B.

Tabla 1. Reproducción y supervivencia de *D. magna* después de 20 días de ensayo.

Parámetro evaluado	Condiciones del experimento	
	Control	UV-B
Tiempo de primera reproducción (d)	8.60 ± 0.57 ^a	11.60 ± 1.15 ^b
Reproducción total (No. total de neonatos)	380.60 ± 46.90 ^a	285.31 ± 10.01 ^b
Neonatos por hembra	5.60 ± 0.57 ^a	4.00 ± 0.14 ^b
Número de mudas	266.30 ± 4.72 ^a	193.60 ± 9.45 ^b

Los valores son medias ± desviación estándar. Las distintas letras indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Conclusiones. La capacidad de amortiguamiento aumenta conforme transcurre el tiempo de exposición. Este resultado puede acoplarse a una versión del Principio de Le Chatelier para ecosistemas, de tal que aumentos en este parámetro denotan intentos de la población por disminuir el efecto del estresor, destinando energía para la supervivencia.

Bibliografía.

- Häder, D.P., Williamson, C.E., Wangberg, S.A., Rautio, M., Rose, K.C., Gao, K. (2015). Photochemical & Photobiological Sciences, 14(1), 108–26.
- Connelly, S.J., Walling, K., Wilbert, S.A., Catlin, D.M., Monaghan, C.E., Hlynchuk, S. (2015). PLoS one, 10, 1–16.
- Fernández, C. E., Rejas, D. (2017). PLoS one, 12(4).
- Zou, E., Bonvillain, R. (2004). Toxicology & Pharmacology, 139(4), 225–230.
- Jorgensen, S.E. (1997). Lakes & Reservoirs: Research and Management, 1, 177-182.

DETERMINACIÓN DE BACTERIAS FECALES RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS EN CENOTES DE CANCÚN, QUINTANA ROO

Job Alí Díaz Hernández y Jessica Borbolla Vázquez. Universidad Politécnica de Quintana Roo, Ingeniería en Biotecnología, Cancún Q. Roo CP: 77500. Correo: job.diaz@upqroo.edu.mx

Palabras clave: Resistencia a antibióticos, Cenotes, Contaminación fecal.

Introducción. Los cenotes son formaciones geológicas típicas de la península de Yucatán, caracterizados por tener agua en su interior y formar conexiones subterráneas, que en conjunto forman el acuífero subterráneo más grande de México. Los cenotes tienen una importancia ambiental, económica y cultural (1), sin embargo, el impacto ejercido por las distintas actividades humanas en la región ha sido poco estudiado. La contaminación de origen fecal pone en riesgo muchas de las actividades turísticas y como fuente de consumo humano el agua de los cenotes (2), aunado a esta problemática, la cada vez creciente resistencia a antibióticos por microorganismos supone un gran riesgo para la salud humana y el ecosistema (3).

Por lo que el objetivo de este trabajo consistió en identificar y aislar cepas resistentes de *E. coli* y *E. faecalis* en cinco cenotes urbanos de Cancún, Q. Roo.

Metodología. Se eligieron cinco cenotes de Cancún con reporte previo de contaminación fecal (4), y que tenían los niveles más altos de contaminación. Se tomaron muestras de cada cenote y se analizaron siguiendo las líneas de la NOM-AA-042-SCFI-2015 y NOM-SSA1-2014 para el aislamiento de *E. coli* y *E. faecalis* respectivamente, y posteriormente el método de Kirby-Bauer para la determinación de la resistencia a antibióticos.

Resultados. Se aislaron 20 cepas de *E. faecalis* y 19 cepas de *E. coli* de los cinco cenotes analizados, y se comprobó su resistencia frente a 12 antibióticos. Las cepas de *E. faecalis* fueron en general 68.33% resistentes y 21.66 % sensibles, frente a los distintos antibióticos, siendo DC al cual hubo mayor resistencia y, CL y NF al cual hubo mayor sensibilidad. Por otro lado, las cepas de *E. coli* de manera general fueron 27.63% resistentes y 54.82% sensibles, siendo AM y PE los antibióticos a los cuales hubo mayor resistencia, y DC y NF a los cuales hubo mayor sensibilidad.

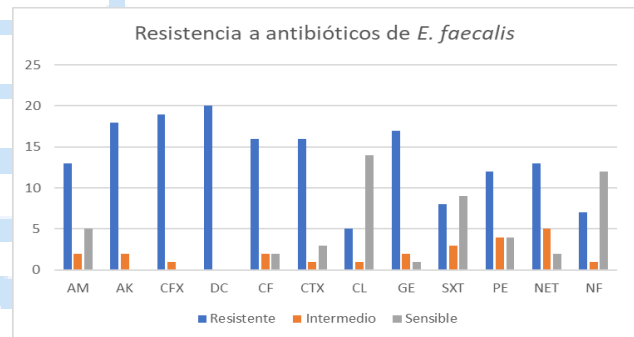


Fig. 1. Cantidad de cepas de *E. faecalis* resistentes a antibióticos: Ampicilina (AM), Amikacina (AK), Cefotaxima (CFX), Dicloxacilina (DC), Cefalotina (CF), Ceftriaxona (CTX), Cloranfenicol (CL), Gentamicina (GE), Sulfametoxazol/Trimetoprim (SXT), Penicilina (PE), Netilmicina (NET), Nitrofurantoina (NF).

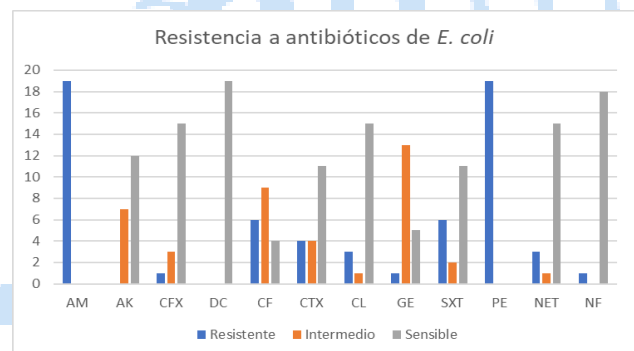


Fig. 2. Cantidad de cepas de *E. coli* resistentes a antibióticos: Ampicilina (AM), Amikacina (AK), Cefotaxima (CFX), Dicloxacilina (DC), Cefalotina (CF), Ceftriaxona (CTX), Cloranfenicol (CL), Gentamicina (GE), Sulfametoxazol/Trimetoprim (SXT), Penicilina (PE), Netilmicina (NET), Nitrofurantoina (NF).

Conclusiones. Todas las cepas aisladas de *E. faecalis* fueron resistentes a DC, y mostraron resistencia variada frente a los demás antibióticos, Mientras que todas las cepas de *E. coli* fueron resistentes a AM y PE, y mostraron sensibilidad variada frente al resto de los antibióticos.

Agradecimientos. A la Universidad Politécnica de Quintana Roo y al PE de Ingeniería en biotecnología.

Bibliografía.

1. Back W. (1995) Environ Geol 25(4):239-242.
2. Moore A, Lenczewski M, Leal-Bautista RM, Duval M. (2020) Canadian Journal of Microbiology. 66(1):46-58.

3. Larsson DGJ, Flach CF. (2022) Nat Rev Microbiol 20(5): 257-269.
4. Borbolla-Vázquez J, Ugalde-Silva P, León-Borge J, Díaz-Hernández JA. (2020) BioRisk 13:31-43.

TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL BOVINA APLICANDO HUMEDALES ARTIFICIALES

Doriluz Corona-Zárate; Abraham Lara-Páez; Ana Line Vázquez-Larios; Elizabeth del Carmen Varela Santos; Karen Aylin Vargas-García; Paula Natalia Robledo-Narváez. Tecnológico Nacional de México/ ITS de Tierra Blanca, Veracruz, México. C.P.95180.
ana.vazquez@itstb.edu.mx

Palabras clave: agua residual bovina, humedal artificial, *Pistia stratiotes*.

Introducción.

La producción de bovino requiere grandes cantidades de agua, generado por el aumento de consumo en carne de res (1), lo que conlleva al incremento de efluentes que deben ser tratados (2). Una alternativa para el tratamiento de este tipo de agua residual es la aplicación de humedales artificiales, caracterizados por ser eficientes en la remoción de contaminantes, uso práctico y económico (3).

Metodología. Se construyeron dos humedales artificiales a escala piloto con recipientes de PVC, a cada humedal se le depositaron 170 piedras de grava con un diámetro de 4.5 cm, 3 macrófitas de *Pistia stratiotes* y 8.2 L de agua residual bovina (ARB). Donde se midieron parámetros fisicoquímicos como: demanda química de oxígeno (DQO), sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV) de acuerdo a métodos normalizados APHA. Fosfatos (PO_4^{3-}), amoníaco (NH_3), pH, temperatura (T) y conductividad (σ) fueron determinados por fotómetro multiparamétrico HANNA (HI83099). Posteriormente, el humedal artificial (HA) fue operado por lote durante 10 d, realizando muestreo cada 24 h.

Resultados. Los parámetros fisicoquímicos del ARB se muestran en la Tabla 1, donde se observa una alta DQO de 6284 mg/L de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica del ARB.

Parámetros							
T (°C)	pH	σ (mS/cm)	DQO (mg/L)	PO_4^{3-} (mg/L)	NH_3 (mg/L)	ST (mg)	SV (mg)
24.6 ± 0.07	7.3 ± 0.05	1.1 ± 0.00	6284 ± 271.52	1.8 ± 0.67	5.0 ± 0.16	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00

Para los parámetros de los humedales la mayor remoción de materia orgánica se obtuvo el día 9 con un 83% (ver Figura 1), la mayor eficiencia de remoción de NH_3 (68%) se observó en el día 10, mientras que para PO_4^{3-} (23%) en el día 3 (ver. Figura 2). También, se observó que para ST y VT la mayor remoción es el día 6 y 7 con 24 y 51%, respectivamente. Para las remociones de DQO, estas fueron mayores a lo

reportado por (4), quienes reportaron valores de 76% de DQO, en agua residual municipal y *Pistia stratiotes*.

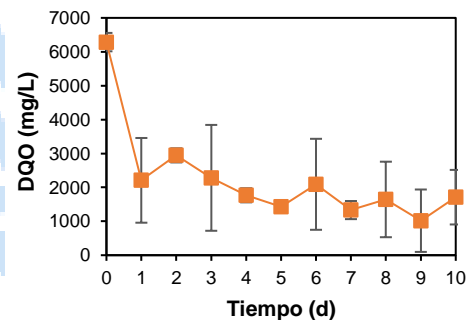


Figura 1. Remoción de materia orgánica en humedal artificial aplicando *Pistia stratiotes*.

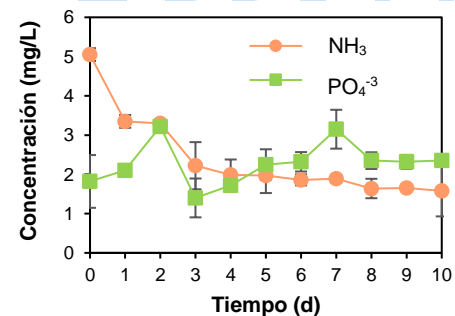


Figura 2. Remoción de amoníaco y fosfatos en humedal artificial aplicando *Pistia stratiotes*.

Conclusiones. La aplicación de *Pistia stratiotes* en humedales artificiales mostró ser una prometedora alternativa para el tratamiento de agua residual bovina, permitiendo remociones de DQO y amoníaco.

Agradecimiento. El autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada Corona-Zárate (1243298).

Bibliografía.

- Zorrilla J, Moreno G (214). CUCBA. Vol.18 (1): 63-69.
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, Haan C. (2009). *El papel del ganado en la contaminación y el agotamiento del agua*. © FAO, Italia, 141-142.
- Romero M, Colín A, Sánchez E, Ortiz L (2009). *Int. Contam Ambient*. Vol. 25 (3): 158-159.
- Mendoza Y, Pérez J, Galindo A. (2018). *Información Tecnológica*. Vol. 29 (2), 205-214: 206-209.

CARACTERIZACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO OBTENIDO DE CASCARAS DE *Citrus sinensis* (NARANJA).

¹Job Ali Diaz-Hernández, ²Ana María Valenzuela-Muñiz y ¹Jessica Borbolla Vázquez, ¹Universidad Politécnica de Quintana Roo. Ingeniería en Biotecnología, ² Instituto Tecnológico de Cancún. Cancún, Quintana Roo. 77516. Correo: jessica.borbolla@upqroo.edu.mx

Palabras clave: Carbón activado; cascaras de naranja, uso sustentable.

Introducción. *Citrus sinensis* (naranja) forma parte de la familia de los cítricos. México es el quinto productor a nivel mundial con un volumen promedio de 4.2 millones de toneladas, las cuales se comercializaron tanto en el mercado interno como internacional (4). Sin embargo, y aunado a este crecimiento económico se generan diariamente 102,895.00 toneladas de residuos sólidos, de los cuales se reciclan únicamente el 9.63%. El uso que se le da a los desechos de naranja es prácticamente nulo. Con el objetivo de encontrar un segundo uso a estos compuestos basura (1 y 2), el presente estudio se enfocó en aprovechar y brindar una alternativa para el manejo de residuos de naranja. Una opción económica y sustentable es la obtención de carbón activado. El carbón activado es un material microcristalino extremadamente poroso, Actualmente el carbón activado es ampliamente utilizado para remover moléculas de color, olor y sabor (3).

Por lo cual, este proyecto se enfocó en caracterizar y valorar la eficiencia del carbón activado obtenido de cascaras de naranja frente a diferentes contaminantes.

Metodología. El proceso de elaboración del carbón activado consistió en la pirólisis de las cascaras de naranja a 500 °C; seguido por un proceso de activación con H₃PO₄ al 50% y su posterior neutralización con NaCl al 1.5 M. A continuación, los carbonos activados fueron evaluados y comparados en términos de rendimiento, y capacidad de retención para colorantes y bacterias, empleando azul de metileno, naranja de metilo, bacterias, grasas y nitratos. La caracterización de los carbonos se realizó mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Espectrometría de dispersión de energía de Rayos X (EDS).

Resultados. Los resultados obtenidos indican que el carbón activado obtenido a partir de cascaras de naranja es capaz de retener 88.23% y 80.47% del azul y naranja de metileno respectivamente. Cuando los datos se comparan con el carbón activado comercial estos indican que retiene un 54.78% de azul de metileno y no es capaz de filtrar este carbón comercial

el naranja de metilo ya que se mostró se descompone inclusive contaminando el líquido. Para las pruebas microbiológicas el carbón activado de naranja mostró ser capaz de retener bacterias igual de eficiente que el carbón comercial. Así mismo, se comprobó el contenido químico de cada carbón activado mediante EDS y, mediante SEM y se determinó la estructura, así como tamaño aproximado de los poros de cada carbón.

Conclusiones. El carbón activado elaborado a partir de cascaras de naranja es eficiente para retener colorantes con un 88.23% y un 80.47% versus el control positivo con un 54.78 % y 0% de retención para el azul y naranja de metilo respectivamente. Así mismo es igual de eficiente que el carbón comercial en la retención de bacterias. También se pudo visualizar con imágenes de alta resolución el carbón activado y sus componentes.

Estos resultados brindan una alternativa viable, practica y económica para el aprovechamiento de estos residuos considerados basura. Esta alternativa abre muchas posibilidades para buscar estrategias y darles un segundo uso a compuestos considerados basura.

Agradecimiento. Al Ing. Mario Benavides, al I.Q Gerardo Castañeda, a la Universidad Politécnica de Quintana Roo en particular al Programa de Ingeniería en Biotecnología por el apoyo brindado.

Bibliografía.

- [1] Bustos Flores C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. Economía, XXVII. Universidad de los Andes, Venezuela. 1, 121-144.
- [2] SEDUMA. (2011). Programa Estatal para la prevención y gestión integral de los residuos en el estado de Quintana Roo. México.
- [3] Ramírez Guerra, C. (2009). El Carbón activado para el tratamiento del agua; Universidad de Sonora. Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia; México.
- [4] SAGARPA A. (2016). Planeación agrícola Nacional 2017- 2030 Café Mexicano. México.

EFECTO DE LA ADSORCIÓN DE UN METABOLITO REDOX DE *Pseudomonas aeruginosa* NEJ07 EN LA VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE ELECTRONES, DE UTILIDAD PARA TECNOLOGÍAS ELECTROQUÍMICAS MICROBIANAS

Jesús Alberto Pérez-García¹, Francisco Javier Bacame-Valenzuela^{1,2}, Luis Ortiz-Frade¹, Federico Castañeda-Zaldívar¹, Yolanda Reyes-Vidal¹

¹Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76703. ²Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76703.

mreyes@cideteq.mx

Palabras clave: Adsorción, piocianina, *Pseudomonas aeruginosa*

Introducción. Piocianina (PYO) es un metabolito electroactivo producido por *Pseudomonas aeruginosa*, utilizado como mediador redox (MR) en tecnologías electroquímicas microbianas (TEM), que son reactores bioelectroquímicos útiles en el tratamiento de aguas residuales y generación de bioenergía (1). PYO tiene diversas propiedades redox que le permiten establecer varios tipos de interacciones electroquímicas con electrodos. Esto permite a *P. aeruginosa* llevar a cabo la transferencia de electrones con electrodos (TEE), lo cual es de utilidad para el desarrollo de las TEM (2). Estudios recientes han demostrado que la adsorción de PYO sobre electrodos puede tener efecto positivo al usarse en las TEM. Así, es necesario analizar el efecto que tiene la adsorción de PYO sobre las superficies de los electrodos a nivel de interacciones intermoleculares y sobre la velocidad de transferencia de electrones, como paso importante para el funcionamiento de las TEM (3). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de las interacciones de adsorción de PYO en un electrodo de carbón vítreo sobre la velocidad de transferencia electrónica (TE).

Metodología. Se empleó una celda electroquímica (CE) de tres electrodos, usando como electrodo de trabajo (E_w) una superficie de carbón vítreo, un electrodo de Ag|AgCl como referencia y un contraelectrodo de alambre de Pt. PYO fue evaluada a 0.49, 0.25 y 0.14 mM. Para el cálculo de la resistencia a la transferencia de carga (R_{ct}) y la constante de velocidad de transferencia electrónica heterogénea (k_0) se emplearon las técnicas de voltamperometría cíclica (CV), cronoamperometría (CA) y cronocoulombimetría (CC), usando un potencioastato BioLogic® modelo VSP.

Resultados. Los resultados de este estudio mostraron un efecto de inhibición en los valores de k_0 a medida que aumenta la “concentración de PYO” (C^*) (Tabla 1). Esto se debe a que el “número de moléculas adsorbidas de PYO sobre el electrodo” (Γ^*) aumenta con la C^* , impidiendo el paso de electrones al electrodo, lo que se conoce como bloqueo del electrodo. El parámetro

de Laviron ($v'g\theta_T$) es mayor a 0, sugiriendo interacciones de atracción entre PYO y el electrodo. Se muestra que las interacciones en la reacción de reducción ($v'g\theta_{T, Red}$) de PYO son mayores a las de oxidación ($v'g\theta_{T, Ox}$), probablemente por el acomodo intramolecular de cargas en PYO. Se encontró también un efecto entre la C^* de PYO y las interacciones. A medida que la C^* aumenta, los valores de $v'g\theta_{T, Red}$ disminuyen, lo cual puede ser debido a Γ^* , impidiendo el paso de moléculas de PYO disueltas en el electrolito hacia el electrodo. Por otro lado, para la reacción de oxidación podrían existir interacciones repulsivas que provoquen que los valores de $v'g\theta_{T, Ox}$ disminuyan (3). En una biopelícula, la adsorción de PYO en el electrodo podría tener efecto positivo. Sin embargo, el bloqueo del electrodo tendría efectos negativos en el proceso de TEE en TEM.

Tabla 1. Parámetros de velocidad de transferencia de electrones y de interacción de PYO con un electrodo de carbón vítreo.

C^* (mM)	Γ^* (mol/m ²)	k_0 (m/s)	$v'g\theta_{T, Red}$	$v'g\theta_{T, Ox}$
0.49	1.88×10^{-7}	1.10×10^3	0.60 ± 0.05	0.30 ± 0.07
0.25	1.25×10^{-7}	5.17×10^7	0.68 ± 0.03	0.36 ± 0.10
0.14	9.41×10^{-8}	5.7×10^{11}	0.79 ± 0.05	0.12 ± 0.04

Conclusiones. Se confirmó la existencia de un bloqueo del electrodo debido a la adsorción de PYO, provocando una inhibición de la velocidad de TE. En biopelículas de *P. aeruginosa* NEJ07, esto significaría la inhibición del proceso bioelectroquímico de TEE en las TEM. La electroquímica tiene herramientas para analizar tales interacciones en las aplicaciones de las TEM.

Agradecimiento. Al proyecto No. 258159, del fondo de Ciencia Básica 2015 - CONACYT.

Bibliografía.

- Jayaseelan, S., Ramaswamy, D., & Dharmaraj, S., (2014) *World J. Microbiol. Biotechnol.* 30(4): pp. 1159-1168.
- Bacame-Valenzuela, F.J., Pérez-García, J.A., Figueroa-Magallón, M.L., Espejel-Ayala, F., Ortiz-Frade, L.A., & Reyes-Vidal, Y., (2020) *Microorganisms.* 8(10): p. 1559.
- Pérez-García, J.A., Bacame-Valenzuela, F.J., Espejel-Ayala, F., Ortiz-Frade, L.A., & Reyes-Vidal, Y., (2023) *Electrochim. Acta.* 445(1): p. 142014.

EFFECTO DE LIXIVIADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS SOBRE LA COMUNIDAD MICROBIANA DE LODOS NITRIFICANTES Y DESNITRIFICANTES

Miguel Martínez-Jardines¹, Flor Cuervo-López², Sergio Martínez Hernández¹

¹Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana, Culturas Veracruzanas No. 101, Emiliano Zapata, 91090 Xalapa-Enríquez, Ver., México.

²Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, CDMX 09340, México. Responsable del trabajo: sermartinez@uv.mx.

Palabras clave: Comunidad microbiana, Lixiviados, Nitrificante-desnitrificante

Introducción. Los lixiviados son la fracción líquida producida durante la descomposición de los residuos sólidos urbanos (RSU) y se clasifican de acuerdo a su edad (joven < 5 años, intermedio de 5-10 años y viejo > 10 años). Provocan diversos problemas ambientales por los altos valores de amonio (NH_4^+) y demanda química de oxígeno (DQO) que presentan (1). Durante el tratamiento de lixiviados se han encontrado diversos microorganismos nitrificantes y desnitrificantes como *Nitrospira* y *Thauera* respectivamente (2, 3).

Este estudio se enfocó en analizar el efecto de lixiviados sobre la comunidad microbiana de lodos de un tratamiento secuencial nitrificante-desnitrificante (PSND) para el tratamiento de lixiviados de RSU y la posible relación con su respuesta fisiológica.

Metodología.

El PSND se realizó con un reactor SBR nitrificante y un UASB desnitrificante. Muestras de lodos se tomaron de los reactores al final de su aclimatación y después de la alimentación con lixiviados. El DNA se extrajo mediante un kit comercial. Se amplificó la región V3-V4 del gen 16S rDNA y se realizó secuenciación de alto rendimiento con Illumina Novaseq 600. Los metadatos de las secuencias obtenidas fueron analizados y agrupados en Unidades Taxonómicas Operacionales (OTUs) con un 97% de similitud (usegalaxy.org). La asignación filogenética de las OTUs representativas fueron obtenidas apoyándose en la base de datos de Silva (arb-silva.de).

Resultados. La Tabla 1 presenta las variables de respuesta fisiológicas durante la aclimatación y el PSND de lixiviados en el reactor SBR y UASB. Al final del tratamiento de lixiviados en el SBR y con respecto a la fase de aclimatación, se encontró que en la comunidad microbiana los microorganismos *Nitrospira* y *Nitrosomonas*, pasaron de ser predominantes a disminuir hasta un 0.2 y 0.08% de la comunidad total (Fig 1a). Se presentó una alta remoción de amonio y DQO y aún con la presencia de *Nitrospira* la producción de nitrato se afectó (Tabla 1). La disminución de la abundancia de *Nitrosomonas* y *Nitrospira* se puede relacionar con la acumulación de NO_2^- y el decremento

en el $\text{YNO}_3\text{-N}$. En el reactor UASB desnitrificante, durante la adaptación y alimentación con lixiviados los grupos predominantes fueron similares (Figura 1b): la familia *Pseudomonadaceae* y los géneros de *Cecembia* y *Thauera*, con abundancias de 25, 12 y 10%, respectivamente. Estos microorganismos promueven un tratamiento adecuado en sistemas desnitrificantes (3).

Tabla 1. Variables de respuesta nitrificantes y desnitrificantes. Fase: A, aclimatación. T, tratamiento de lixiviados por PSND. Eficiencias de consumo (E, %) y rendimientos de producción (Y, mg N producido/mg N consumido).

Fase	Nitrificación			Desnitrificación		
	E $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Y $\text{NO}_3\text{-N}$	E DQO	E $\text{NO}_3\text{-N}$	Y $\text{N}_2\text{-N}$	E DQO
A	97.46	0.99	----	91.54	0.89	----
T	95.52	0.37	97.94	81.53	0	97.42

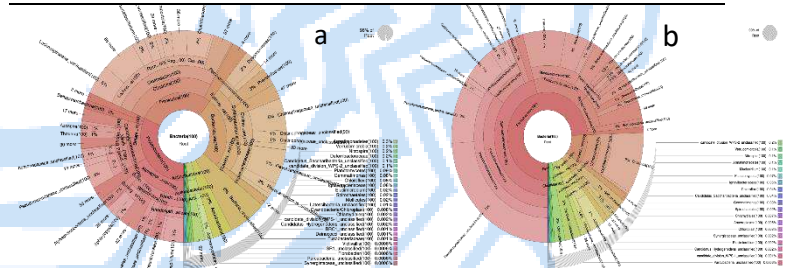


Fig. 1. Perfil nitrificante en el ciclo 5 de operación del SBR alimentado con lixiviados (a) y desnitrificante en el UASB alimentado con el efluente del SBR (b).

Conclusiones. La presencia de lixiviados afectó la abundancia de *Nitrospira* y *Nitrosomonas* en el reactor SBR nitrificante. En el consorcio desnitrificante predominaron grupos microbianos de la familia *Pseudomonadaceae* y géneros como *Thauera*.

Agradecimientos. CONACyT, INBIOTECA y UV.

Bibliografía.

- Miao, L., Yang, G., Tao, T., & Peng, Y. (2019). A review. *J. Environ. Manage.*, 235, 178-185.
- Wu, L., Jia, C., Huang, S., Yu, K., Luo, A., & Peng, Y. (2022). *Environ. Res.* 214, 114090.
- Wen, P., Huang, Y., Qiu, Z., & Li, Q. (2021). *Chemosphere*, 262, 127822.

BIOCOMPÓSITO DE CASCARA DE NUEZ PECANA (*Carya illinoensis*) PARA EL DESARROLLO DE UN BIOFILTRO INOCULADO CON UN CONSORCIO DE BACTERIAS PARA LA REMOCIÓN DE METALES DE AGUA CONTAMINADA

Parades-Aguilar, J.^{1*}, Medina-Juárez L.A.¹, Calderón, K¹.

¹Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Donaldo Colosio s/n, entre Reforma y Sahuaripa, Edificio 7G, Col. Centro, Hermosillo, Sonora Cp. 83000. *jonathan.parades@gmail.com

Palabras clave: Biorremediación, Biocompuestos, Biofiltro

Introducción. La contaminación de los cuerpos de agua es actualmente un problema importante a nivel mundial causado por la liberación de contaminantes como los metales, especialmente por actividades industriales como la minería [1]. Debido al aumento de estos contaminantes en el medio ambiente, son necesarias tecnologías eficientes y sustentables como la biofiltración. Dentro de los materiales utilizados en elaboración de biofiltros, han cobrado atención los desechos agroindustriales, como la cáscara de nuez pecana (CNP) que ha mostrado tener capacidad de remover iones de Cu(II), Mn(II), y Pb(II) de soluciones acuosas [2]. Por otra parte, las bacterias poseen mecanismos específicos para remover metales [3]. Por tal razón, se hace necesaria la investigación de nuevos materiales como biofiltros ecológicos eficientes inoculados con bacterias para la biorremediación de aguas contaminadas por la industria minera. **Objetivo:** Desarrollar un biofiltro usando un biocompuesto de cáscara de nuez pecana y una matriz polimérica, inoculado con un consorcio de bacterias para la remoción de metales (Cu y Fe) de agua contaminada.

Metodología. Con el fin de obtener cepas de bacterias tolerantes a metales, se colectaron muestras de dos jales mineros abandonados de Sonora, México: San Felipe de Jesús (SFJ) y Nacozari de García (NG). Se llevó a cabo un aislamiento por medio de un enriquecimiento de metales y nutrientes para obtener solo cepas tolerantes a metales que necesitaran menores requerimientos nutricionales. Estas fueron identificadas molecularmente. Posteriormente se desarrollaron dos biocompuestos con CNP y almidón, con diferente tamaño de partícula de CNP y se determinará cuál de ellos tiene mejores propiedades para inmovilizar las bacterias y ser utilizado como biofiltro.

Resultados. Se determinó que los sedimentos de los dos jales de Sonora, México presentan diferente pH y concentración de metales como Cu y Fe (Fig. 1.). De ellos se aislaron e identificaron diferentes cepas (Tabla

1) que presentaron una tolerancia de hasta 300 mg/L para una solución de Cu y Fe.



Fig. 1. Caracterización de las muestras de sedimento de los jales de SFJ y NG.

Tabla 1. Cepas identificadas en SFJ y NG

Jal	Organismo más similar (Con base al gen 16S rRNA)	Porcentaje de identidad
SFJ	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	99.48%
	<i>Microbacterium ginsengisoli</i>	99.07%
	<i>Staphylococcus pasteurii</i>	99.47%
NG	<i>Burkholderia cenocepacia</i>	99.88%
	<i>Staphylococcus warneri</i>	99.15%
	<i>Sphingomonas</i> sp.	99.47%

Conclusiones. Los resultados muestran que en cada sitio hay diferentes especies metalotolerantes que pueden ser usadas con fines de biorremediación. Además, el biocompuesto de 1 mm de tamaño de partícula de CNP resultó tener mayor capacidad para inmovilizar estas bacterias y se analizarán sus propiedades físicas para su uso en un biofiltro.

Agradecimiento. A Conacyt por la beca otorgada (785054) para el desarrollo del presente proyecto (USO313008546).

Bibliografía.

1. USEPA. 2018. *Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories*.
 2. Vagheti J. et al. 2009. *J Hazard Mater*, 162:270–80.
 3. Ramírez-Calderón O. et al. 2020. *Curr Pollut Rep.*, 2020; 6:8–27.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE BIOCOPUESTOS REFORZADOS CON FIBRA DE BAGAZO DE AGAVE: EL CASO DE JALISCO, MÉXICO

Gary Ossmar Lara-Topete, Juan Daniel Castanier-Rivas, Misael Sebastián Gradilla-Hernández, Martín Esteban González-López, Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Laboratorio de Sostenibilidad y Cambio Climático, Zapopan, 45138, martin.glez@tec.mx.

Palabras clave: biocompuesto, bagazo de agave, ACV, economía circular

Introducción. El bagazo de agave (BA) es un residuo vegetal derivado de la producción del tequila. En 2021, se estimó que se generaron 360 mil toneladas de dicho residuo (1). Comúnmente, el BA es dispuesto en tiraderos a cielo abierto, compostado o incinerado. No obstante, recientemente se ha propuesto emplear sus fibras (FBA) para reforzar compuestos con matriz bioplástica (2). Mediante un pretratamiento químico, es posible sustituir hasta un 20% (p/p) de ácido poliláctico (PLA) con FBA para producir un biocompuesto capaz de mantener propiedades mecánicas de interés comercial (3). Si bien, el proceso surge como una alternativa circular para revalorizar el BA, es imperativo determinar su potencial impacto ambiental. Por ello, el objetivo de este estudio fue realizar un análisis comparativo del desempeño medioambiental de la producción de biocompuestos reforzados con FBA vs los escenarios de gestión realizados en el estado de Jalisco: composteo, incineración y disposición a cielo abierto.

Metodología. La estimación de los impactos ambientales de los escenarios de gestión se realizó mediante un análisis de ciclo de vida (ACV) bajo el marco de trabajo establecido por la ISO-14040 (4). La unidad funcional empleada fue la gestión de una tonelada de BA y los sistemas comparados consideraron las etapas de transporte, tratamiento, disposición y sustitución de productos. Se construyeron inventarios de ciclo de vida (ICV) donde se cuantificaron todos los flujos de materia y energía de cada escenario. Por último, la evaluación de impacto ambiental se realizó de acuerdo con el método ReCiPe en el software SimaPro v.9.3 y la base de datos EcolInvent v.3.8.

Resultados. El ICV mostró que el proceso de pretratamiento de FBA requiere 5.5 MJ/kg de PLA-FBA, 22 L de agua y siete flujos químicos. La extrusión e inyección, por su parte, requieren de 9.2 MJ/kg de producto, la termocompresión 6.5 MJ/kg y el moldeo rotacional hasta 62 MJ/kg. Respecto al desempeño ambiental, la producción de biocompuesto presentó impactos elevados en los indicadores de calentamiento global y consumo de recursos abióticos, debido a la energía y maquinaria requerida para la producción del biocompuesto. Sin embargo, al considerar la reducción de emisiones por la disminución en la producción de

bioplástico virgen, dicho escenario resultó preferible ambientalmente ante las alternativas de compostaje y disposición en tiradero. Esto debido a que dichos tratamientos presentan altos requerimientos de infraestructura, maquinaria y energía y, además, producen lixiviados, que conllevan un alto impacto en términos de eutrofización y ecotoxicidad del agua.

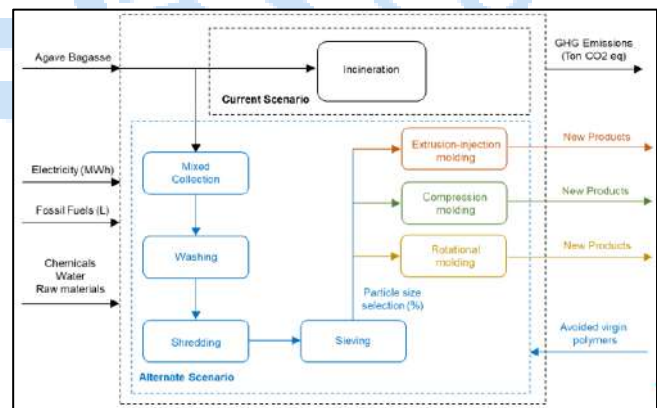


Fig. 1. Fronteras del sistema de los escenarios de producción de biocompuesto a partir de PLA y FBA e incineración.

Conclusiones. La producción del biocompuesto PLA-FBA representa una alternativa ecoeficiente en comparación con los escenarios de gestión actuales. Si bien, se requieren estudios adicionales de factibilidad económica y de escalabilidad, dicho proceso representa una ruta potencial para la implementación de prácticas de economía circular en la industria tequilera del estado de Jalisco.

Agradecimiento. Se reconoce y agradece el apoyo del Tecnológico de Monterrey y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Bibliografía.

1. Consejo Regulador del Tequila. (2022) *Producción Total: Tequila y Tequila 100%*. Recuperado de: crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/
2. González-López M., Pérez-Fonseca A., Cisneros-López E., Manríquez-González R., Ramírez-Arreola D., Rodrigue, D., Robledo-Ortiz, J. (2019) *J Polym Environ.* (27): 61-73.
3. Pérez-Fonseca A., Martín del Campo A., Robledo-Ortiz J., González-López M. (2022) *Compos. Interfaces.* 29(3): 274-292.
4. International Organization for Standardization. (2006). ISO 14040:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.

REMOCIÓN DE MICROCONTAMINANTES POR ADSORCIÓN-BIODESORCIÓN EMPLEANDO CARBÓN BIOACTIVADO

María Isabel Ambriz Mexicano, Juvencio Galíndez Mayer, Nora Ruiz Ordaz, Fortunata Santoyo Tepole, Cleotilde Juárez Ramírez, Marcela Galar Martínez, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas departamento de Ingeniería Bioquímica, Ciudad de México 07738 , maría.isabel2391@gmail.com.

Palabras clave: Carbón bioactivado, microcontaminantes, biorreactor tubular

Introducción.

El ibuprofeno es un contaminante emergente que pertenece al grupo de fármacos antiinflamatorios no esteroideos, es un fármaco de venta libre y de amplio consumo a nivel mundial, [1]. Los procesos de purificación de agua eliminan contaminantes de manera eficiente, sin embargo, debido a las bajas concentraciones de los contaminantes o sus derivados pueden permanecer éstos en el efluente, por lo que es conveniente proponer alternativas para incrementar su remoción. En este trabajo se propone el empleo de un reactor empacado con carbón bioactivado (BAC), donde se den en forma simultánea la adsorción y la biodegradación de los fármacos [2].

Metodología. Se instaló un biorreactor horizontal tubular de lecho fijo (HTR) que consta de dos zonas: la primera es un equalizador aireado y la segunda corresponde al lecho empacado con un soporte mixto. En el soporte, formado por fragmentos de roca volcánica y carbón activado granular, se inmovilizó y aclimató una comunidad microbiana capaz de degradar ibuprofeno. El reactor trabajó continuamente en condiciones de microaerofilia a diferentes cargas de alimentación del microcontaminante. La comunidad microbiana utilizada fue previamente enriquecida en cultivos por lote.

Resultados. En el proceso de enriquecimiento de la comunidad, por transferencias sucesivas en cultivos por lote, se alcanzó una eficiencia de remoción del 99 % (Tabla 1). Esta eficiencia se incrementó alcanzando valores prácticamente del 100 % a las diferentes cargas, del microcontaminante, empleadas durante la operación del biorreactor. Los resultados se muestran en la Figura 1. La concentración en el efluente del reactor tuvo un valor promedio de 420 ng/L, que está en el rango de los reportados para agua potable (23-1000 ng/L).

Tabla 1. Aclimatación de consorcio microbiano con capacidad de metabolizar ibuprofeno

Transferencia	Eficiencia %
1	51.02
2	77.41
3	80.92
4	94.12
5	93.24
6	99.92
7	100
8	99.92
9	99.94

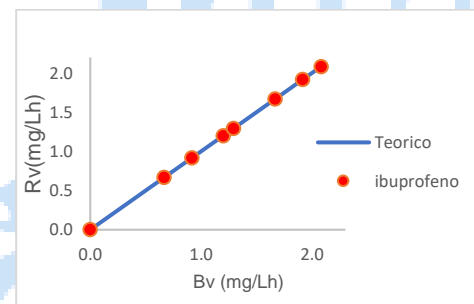


Fig. 1. Comportamiento de la velocidad volumétrica de remoción en función de la carga volumétrica de alimentación de ibuprofeno. La línea continua representa la eficiencia de 100 %.

Conclusiones.

La comunidad microbiana aclimatada mostró eficiencias de remoción de ibuprofeno superiores al 90 %. La eliminación de microcontaminantes empleando reactores tubulares horizontales de alta permeabilidad empacado con un lecho híbrido de fragmentos de roca porosa y una alta proporción de partículas Bio-GAC, portadoras de comunidades microbianas selectas, puede ser una alternativa a las columnas verticales convencionales de GAC.

Bibliografía.

1. Campos Hernández T, (2010). Tesis Maestría. División de Ciencias Básicas e Ingeniería. UAM.
2. Sbardella L, Comas J, Fenu A, Rodríguez-Roda I, (2018). Sci. Total Environ. 636:519-529.

AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MICROALGA *Coccomyxa* sp. POR *Methylobacterium oryzae*

Montserrat Velázquez Rodríguez¹, Francisco Figueroa-Martínez², Tania Volke Sepúlveda¹

¹Departamento de Biotecnología; ²Cátedras CONACyT – Departamento de Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana–Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Iztapalapa 09310, CdMX. monsevelazquez09@hotmail.com

Palabras clave: microalgas, bacterias, biomasa

Introducción. Las microalgas tienen gran potencial biotecnológico debido a su rápida tasa de crecimiento y características como la producción de lípidos y otros compuestos de interés comercial (1). Sin embargo, sus costos de producción aún son elevados (2). Existen diversas estrategias para mejorar el rendimiento de la biomasa algal y la producción de metabolitos (1,2), entre éstas, el uso de bacterias que promuevan su crecimiento mediante el intercambio de metabolitos o nutrientes es una alternativa eco-amigable (1). Algunas bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PCV), también estimulan el crecimiento algal por la liberación de auxinas, vitaminas y minerales. El género *Methylobacterium*, conocido por sus características PCV y capacidad para asociarse con microalgas (2), es una alternativa para promover el crecimiento del alga endófito *Coccomyxa* sp. Varios miembros de este género, además de notables capacidades metabólicas, pueden acumular altas concentraciones de lípidos y carotenoides (3). Así, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de *M. oryzae* en el crecimiento de la microalga *Coccomyxa* sp. en función de las condiciones nutrimentales en un cocultivo.

Metodología. Se analizaron 16 tratamientos (x3), para los cuáles se utilizó medio Murashige-Skoog (MS), variando la concentración de las fuentes de carbono (sacarosa) y nitrógeno. Se consideraron las siguientes variables independientes: (i) dos niveles de inóculo (0.5×10^6 y 1×10^6 UFC o células/mL) de *Coccomyxa* sp. (**A**) y de *M. oryzae* (**B**); (ii) tres niveles de nitrógeno, **N** (0, 4.2 y 8.4 g/L); y (iii) tres niveles de carbono, **C** (0, 1.0 y 2.1 g/L). Después de 22 días (27°C, 12 h luz), la biomasa de cada microorganismo se separó por centrifugación (1000 rpm, 7 min) y se cuantificó por turbidimetría (600 nm). La productividad (**Bp**) de *Coccomyxa* sp. se estimó relacionando la biomasa producida con el tiempo de cultivo.

Resultados. La mayor **Bp** (1.5×10^6 cel/mL·día) para *Coccomyxa* sp. se obtuvo en los cocultivos inoculados con 0.5×10^6 cel o UFC/mL de cada microorganismo, en ausencia de N (+1.2 gC/L) y en ausencia de C (+4.2 gN/L) (Fig.1). En los monocultivos de *Coccomyxa* sp. en ausencia de C se observó una mínima **Bp** ($<1.6 \times 10^5$ cel/mL·día). El aumento del inóculo bacteriano dismi-

nuyó significativamente la **Bp** (Fig. 1), encontrando que éste no debe ser $>0.5 \times 10^6$ UFC/mL, independientemente del inóculo algal. Esto puede deberse a que el β -carotenoide producido por *M. oryzae*, además de la fotoprotección, participa en la captura de luz, pudiendo obstaculizar la actividad fotosintética de *Coccomyxa* sp. al competir por la luz. Lo anterior puede superar el impacto positivo que tiene *M. oryzae* en esta asociación por la fijación de N_2 y la producción de vitaminas y fitohormonas (2).

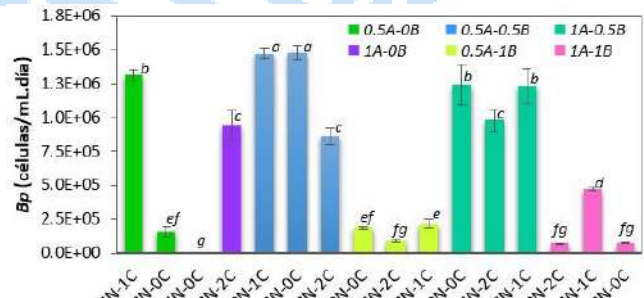


Fig 1. Efecto del inóculo (0.5×10^6 [0.5] y 1×10^6 [1] UFC o células/mL) del alga [A] y la bacteria [B] y de la concentración de N (4,8 gr/L) y C (1,2 gr/L) en la productividad (**Bp**) de *Coccomyxa* sp. a los 22 días.

Aunque no hubo diferencia significativa en la **Bp** en los cocultivos con el nivel bajo de inóculo bacteriano y los monocultivos del alga, es importante destacar que el hecho de no utilizar una fuente de C y/o N incide en los costos de producción de compuestos de valor.

Conclusiones. Se demostró que el cocultivo de *M. oryzae* y *Coccomyxa* sp. favorece la **Bp** del alga con un nivel bajo de inóculo bacteriano en ausencia de una fuente de N y C. Esta asociación simbiótica tiene gran potencial para aplicaciones biotecnológicas.

Agradecimiento. Este trabajo fue financiado por el CONACyT (beca 806786, proyecto 358005).

Bibliografía.

- Palacios O., López B., de-Bashan L. (2022). *Algal Res.*, 61: 102585.
- Krug L., Morauf C., Donat C., Müller H., Cernava T., Berg G. (2020). *Front. Microbiol.* 11: 427.
- Alcántara N., Figueroa-Martínez F., Rivera F., Volke-Sepúlveda T. (2022). *FEMS Microbiol Ecol*, 98(4): 1-9. fiac041

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN UN AGENTE TÓXICO EN UN SISTEMA BIOLÓGICO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Abraham Moises Yehezkel Cortes, Cutberto José Juvencio Galíndez Mayer, Nora Ruiz Ordaz, Oswaldo Arturo Ramos Monroy, Fortunata Santoyo Tepole. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Ciudad de México, 07738, abraham.yehezkel@hotmail.com

Palabras clave: fenol, tratamiento de aguas residuales, lodos activados.

Introducción. En las aguas residuales mixtas (AR) es común encontrar contaminantes como compuestos fenólicos usados en diferentes industrias [1]. Si la concentración de éstos en el AR es alta, puede afectar a la microbiota de la PTAR que las recibe y, por consiguiente, la remoción de dichos contaminantes o la operación de la planta [2].

El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta de un sistema de tratamiento secundario de aguas residuales ante el cambio de la carga volumétrica de fenol.

Metodología. En una planta de tratamiento de aguas residuales a nivel de laboratorio (MPTAR), que consta de un reactor aireado y un sedimentador, se estabilizó lodo biológico, procedente de una PTAR en CDMX, con agua residual sintética (ARS). Una vez que la demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST) [3] y la turbidez del efluente [4], entre otros, tuvieron valores estables se substituyó la alimentación por ARS adicionada con fenol. Después de cada cambio de carga de fenol (0.625, 2 y 5 mg L⁻¹ h⁻¹) se continuó la evaluación de las mismas variables y además se determinó la concentración de fenol en los efluentes.

Resultados. En la Figura 1, los resultados muestran que los SST y la turbiedad del efluente no tuvieron cambios de importancia una vez que se inició el suministro de fenol a cargas de 0.625 y 2 mg L⁻¹ h⁻¹. La eficiencia de remoción de DQO se mantuvo próxima al 94% (no mostrado) y la de fenol alrededor del 99% en el efluente del reactor aeróbico con un ligero incremento en el sedimentador (Fig. 2.).

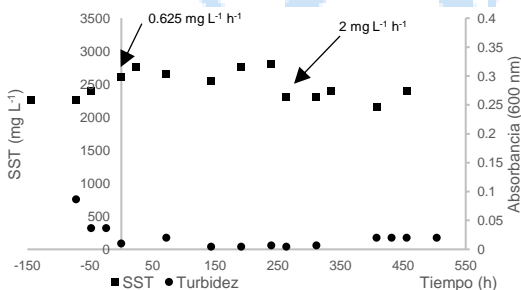


Fig. 1. SST y turbidez en el reactor aeróbico a una carga de 0.625 y 2 mg L⁻¹ h⁻¹ de fenol.

Al incrementar la carga volumétrica de fenol a 5 mg L⁻¹ h⁻¹, la DQO y el fenol mantuvieron altas eficiencias de remoción, sin embargo, los SST y la turbidez del efluente sufrieron alteraciones importantes (Fig. 3.). Los resultados sugieren una alteración en la estructura de los flóculos, lo que ocasionaría el colapso del sistema.

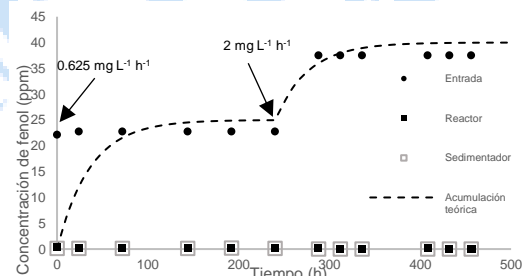


Fig. 2. Concentración experimental y teórica de fenol en la entrada, reactor aeróbico y sedimentador con una carga de 0.625 y 2 mg L⁻¹ h⁻¹.

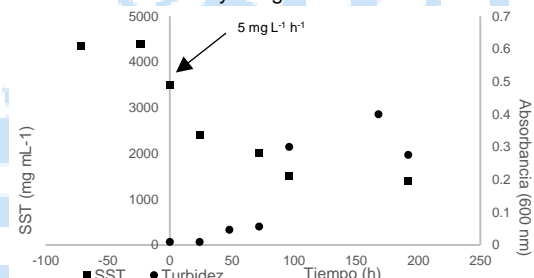


Fig. 3. SST y turbidez en el reactor aeróbico a una carga de 5 mg L⁻¹ h⁻¹ de fenol.

Conclusiones. A bajas cargas volumétricas de fenol no se alteró la eficiencia de remoción de DQO y de fenol, ni el comportamiento del lodo biológico, sin embargo, al incrementar la carga de fenol a 5 mg L⁻¹ h⁻¹ se colapsó el sistema, aunque la microbiota mantuvo su capacidad metabólica para remover la DQO y el fenol, durante el tiempo de experimentación.

Bibliografía.

- Levén L, Nyberg K, Schnürer A. (2012). *J. Environ. Manage.* 95, S99-S103.
- Tay S, Moy B, Jiang H, Tay J. (2005). *J. Biotechnol.* 115(4), 387-395.
- Jiménez A, Santoyo F, Ruiz N, Galíndez J. (2019). *Process Saf. Environ. Prot.* 123, 140-149.
- Marrón E, Ruiz N, Rubio C, Juárez C, Galíndez J. (2006). *Process Biochem.* 41(7), 1521-1528.

“EVALUACIÓN DE BIOPROCESO PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES (DIAZINON) EN UN BIORREACTOR DE LECHO EMPACADO MIXTO”

Soledad González Juárez, J. C. Juvencio Galíndez Mayer, Nora Ruiz Ordaz, Fortunata Santoyo Tepole, Clotilde Juárez Ramirez. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de ingeniería bioquímica, CDMX 07738, soledadj44@yahoo.com.

Palabras clave: biofiltración, contaminantes emergentes, diazinon.

Introducción. Aunque existen y se aplican procesos de potabilización avanzados de agua, se han reportado contaminantes emergentes (CE) en agua para consumo humano (1). Entre estos CE están los pesticidas, que representan un riesgo potencial para el equilibrio de los ecosistemas y la salud humana (2). El diazinon es un insecticida ampliamente usado en todo el país y se le ha detectado en cuerpos de agua e incluso en músculo de tilapia (3)

En este trabajo se propuso implementar un sistema para eliminar las trazas del CE empleando carbono bioactivado, con una comunidad microbiana especializada.

Metodología. Se empleó un reactor en canal horizontal empacado con tezontle:GAC en proporción 40:60 (p/p) y se inoculó con la comunidad microbiana especializada cuya eficiencia de remoción en lote fue superior al 90%. El sistema fue operado a diferentes cargas volumétricas evaluando así la capacidad de remoción.

Resultados. La comunidad microbiana alcanzó una eficiencia de remoción del 95,5% en cultivo por lote. Durante la operación continua del reactor de lecho empacado mixto las velocidades volumétricas de remoción ($R_v=D(S_r-s)$) del plaguicida fueron prácticamente iguales a las cargas volumétricas (B_v) empleadas; por lo tanto, la eficiencia del sistema para remover los pesticidas fue próxima al 100 % (línea continua en la Figura 1). En el intervalo de tiempos de residencia ensayados (TRH) la concentración residual del diazinon, en el efluente del reactor, fue siempre inferior a 20 $\mu\text{g/L}$ (Tabla 1). Esta concentración cumple con lo referido para la calidad del agua potable en algunos países, como Canadá (4). El sistema propuesto resultó muy eficiente y permite modificaciones que pueden mejorar la calidad del efluente.

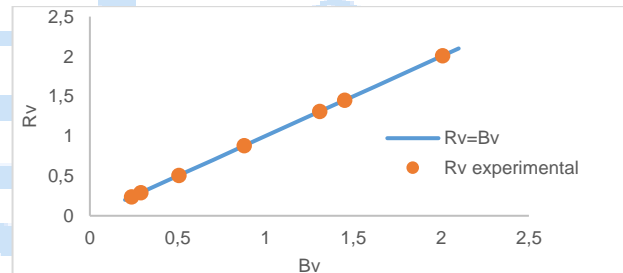


Fig. 1. Velocidad volumétrica de remoción (R_v) en función de la carga del pesticida probado (B_v) en el biorreactor.

Tabla 1. Concentración de diazinon en el efluente del reactor a diferentes tiempos de residencia hidráulica y su valor de referencia establecido de acuerdo con la normatividad.

	THR	Concentración detectada ($\mu\text{g/L}$)	Eficiencia de remoción %	Límites permisibles $\mu\text{g/L}$	Referencia
Diazinon	12,5	<20	>99,45	20	(4)
	9,375	<20	>99,10		
	7,14	<20	>99,45		
	5,26	<20	>99,57		
	3,73	<20	>99,59		
	3,08	<20	>99,55		
	2,52	<20	>99,61		

Conclusiones. El sistema propuesto de remoción del plaguicida (adsorción-biodesorción), fue muy eficiente cumpliendo con valores permisibles de acuerdo con la norma.

Agradecimiento. SIP-IPN, CONACyT (becaria).

Bibliografía.

- Becerril Bravo J.E. (2009), Revista Digital Universitaria, 10 (8): 1067-6079.
- Gil Garzón M J; Soto A M, Usma J I y Gutiérrez O. D. (2012). Producción + Limpia 7 (2): 52-73.
- Rodríguez-Aguilar B A, Martínez-Rivera L M, Muñoz-Valencia R, Mercado-Silva N, Iñiguez-Dávalos L I, Peregrina-Lucano A A (2022) J Environ Public Health, Part B, 57:12, 970-979, DOI: 10.1080/03601234.2022.2153539
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec 2010-2014, 2016, 80

¹Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Laboratorio de Análisis de la Calidad del Mezcal, Chilpancingo Guerrero, 39086, tezagutierrez14@gmail.com, pavelsierra6@hotmail.com. ²Centro de Investigación Aplicada en Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional. Laboratorio de Biotecnología Alimentaria. Tlaxcala, Tlaxcala, 90700.

Palabras clave: Maguey, Carbón activado, Bagazo

Introducción. En la industria mezcalera, el maguey es utilizado para producir Mezcal, lo que genera un residuo denominado bagazo (1), este desecho puede ser aprovechado como precursor de carbón activado. El objetivo de la presente investigación fue realizar pruebas preliminares para establecer un sistema sustentable que permita producir carbón activado a partir de los desechos sólidos agroindustriales de las mezcaleras. El carbón activado con ácido fosfórico al 85% presentó un mejor rendimiento de decoloración que los demás métodos probados, posicionándolo como el método más eficaz para la elaboración de carbón activado.

Metodología. Se caracterizaron las muestras de bagazo. El carbón se activó por vía física y química con ácido fosfórico (H₃PO₃) al 40% y 85%. (2)

Resultados.

Los parámetros de caracterización de las muestras de bagazo se presentan en la Tabla 1.

Tabla. 1 Características del bagazo de maguey

Humedad (%)	14.65±0.75
Cenizas (%)	12.46±0.87
Grasa (%)	≤0.0001
Proteína cruda (%)	4.64
Fibra (%)	51±3.16
Absorción de agua g/mL	1.32±0.32

En la Figura 1 se explican los valores de absorbancia probando las eficiencias de aclaramiento de las soluciones coloridas utilizando los diferentes carbones aquí trabajados y comparados con un carbón comercial. La Figura 2 muestra como quedó una solución colorida después de ser filtrada a través del carbón activado.

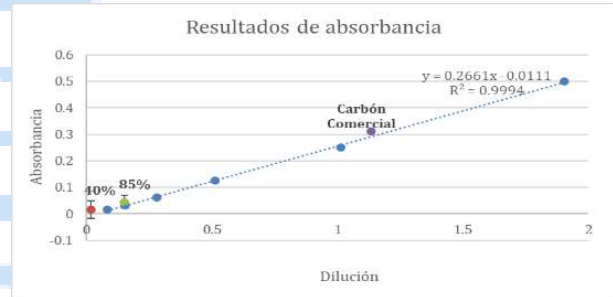


Figura 1. Resultados de las absorbancias de las soluciones coloridas utilizando diferentes carbones activados



Figura 2. Vista de una solución filtrada a través del carbón activado utilizando H3P04 al 85%

Conclusiones. Se caracterizó el bagazo de maguey como precursor para la elaboración de carbón activado, obteniendo soluciones clarificadas y ya desprovistas de color utilizando el carbón mediante activación química con H3P04 al 85%. La capacidad de decoloración que presentó el producto evaluado con soluciones coloridas de laboratorio demostró que la activación química con ácido fosfórico es recomendable en comparación con la activación física.

Bibliografías.

- Flores, P. A., Celerino, R., & Castañeda, E. (2020). Generación y caracterización básica de bagazos de la agroindustria del mezcal en Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1437–1445
- Solís, J. A., Morales, M., Ayala, R. C. & Durán, M. C. (2012). Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción de color del jugo de caña. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 27(1), 36–48

REMOCION DE AMOXICILINA UTILIZANDO POBLACIONES MICROBIANAS AISLADAS DE LODOS ACTIVADOS DE UNA PLANTA TRATADORA DE AGUA RESIDUAL PILOTO

Roberto Hernández Posadas¹, Francisco Javier Bacame Valenzuela¹, Luis Alberto Arellano García², Yolanda Reyes Vidal¹. ¹Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Qro. C.P. 76703; ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Guadalajara, Jal. C.P. 44270. rhernandez@cideteg.mx

Palabras clave: Contaminantes emergentes, Fármacos, Consorcios microbianos

Introducción. Los sistemas de tratamiento convencionales como las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) reciben descargas que contienen fármacos, entre ellos amoxicilina (AMOX), considerados contaminantes emergentes (CE)¹. Estos antibióticos son un grave problema ambiental debido a su persistencia en los ecosistemas. Sin embargo, es posible aprovechar el acondicionamiento de los lodos activados por la presencia de los CE para diseñar procesos que permitan su remoción². En este trabajo, se aislaron poblaciones microbianas (PM) presentes en lodos activados para analizar su potencial en la remoción de AMOX.

Metodología. Se diseñaron medios de cultivo usando buffer de fosfatos (pH=7) suplementados con extracto de levadura (EL) y caldo nutritivo (CN), a los que se agregó AMOX (20 ppm, C₀). Las condiciones de cultivo fueron 30°C, con agitación (120 rpm) y sin agitación (adicionando N₂ para desplazar el oxígeno presente). El inóculo incluyó PM aisladas de los lodos activados presentes en dos digestores que forman parte de un proceso de tratamiento de aguas residuales piloto. Se analizó la cinética de remoción de AMOX hasta la disminución total de la concentración inicial (C₀), mediante análisis cromatográfico (UPLC) y medición del crecimiento celular mediante densidad óptica (DO, a 600 nm).

Resultados. En las Figuras 1a y 1b se presentan los principales resultados obtenidos. La máxima biorremediación de AMOX fue alcanzada a las 6 h en los medios adicionados con EL y CN, en condiciones de agitación y estáticas, respectivamente. Mientras que se consiguió el más alto crecimiento celular (DO = 0.437) en el medio de cultivo adicionado con EL y en condiciones de agitación, y el mínimo valor de crecimiento celular (DO = 0.092 en el medio de cultivo adicionado con CN y sin agitación).

En la otra combinación de medios de cultivo suplementados con EL y CN, en condiciones estáticas y con agitación, respectivamente, se obtuvo la remoción total de la C₀ de AMOX en 7 h, para ambos

experimentos. Bajo estas condiciones se obtuvieron valores de DO iguales a 0.156 para el medio que incluye EL y sin agitación, mientras que para el medio de cultivo adicionado con CN y con agitación, el valor de DO fue de 0.126.

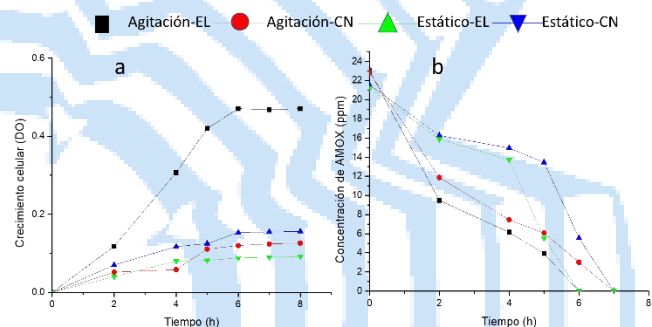


Fig. 1. a) Crecimiento celular y b) consumo de AMOX.

Conclusiones. Los lodos activados de una PTAR piloto fueron una excelente fuente de PM útiles para la remoción de AMOX. Las PM aisladas cultivables en laboratorio presentan condiciones de cultivo diferentes, aerobias y estáticas, y fueron capaces de remover AMOX en un tiempo de 6-7 h. La mejor condición para la remoción de AMOX se obtuvo en medios de cultivo agitados suplementados con EL, sugiriendo la presencia de microorganismos acondicionados al fármaco y con posibles mecanismos metabólicos desarrollados para su remoción. Se requiere el análisis de estas PM para la remoción de otros CE, principalmente antibióticos, determinar el mecanismo de remoción y la identificación molecular de los microorganismos presentes en las mismas.

Agradecimiento. Al proyecto 102967 “Ciencia de Frontera-2019-CONACYT”.

Bibliografía.

- 1 Mousel, D., Palmowski, L., & Pinnekamp, J., 2017. Energy demand for elimination of organic micropollutants in municipal wastewater treatment plants. *Environmental Science & Technology*, 575, pp 1139-1149.
- 2 Wilkinson, J., Hooda, P. S., Barker, J., Barton, S., & Swinden, J., 2017. Occurrence, fate and transformation of emerging contaminants in water: An overarching review of the field. *Environmental Pollution*, 231, pp 954-970.

USO DE POBLACIONES MICROBIANAS PARA OBTENCIÓN DE ENERGÍA

P. García Sánchez¹, Y. Reyes-Vidal¹, J.A. Pérez-García¹, F.J. Bacame Valenzuela^{1,2}

¹Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Parque Tecnológico Querétaro s/n, Sanfandila, Pedro Escobedo, Querétaro C.P. 76703, México, ²CONACYT-Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Parque Tecnológico Querétaro s/n, Sanfandila, Pedro Escobedo, Querétaro C.P. 76703, México.

Palabras clave: Sistemas bioelectroquímico, Contaminantes emergentes, Sulfametoxazol.

Introducción. La presencia de los contaminantes emergentes en aguas va en aumento, debido a la aparición de bacterias resistentes y también afectando negativamente a los ecosistemas [1]. Los antibióticos presentes en aguas residuales, acumulándose en sus lodos y entrando en contacto con microorganismos, dándoles la oportunidad de adaptarse y favoreciendo a su resistencia. Una alternativa prometedora para tal problemática son las tecnologías electroquímicas microbianas (TEM). Las TEM se basan su funcionamiento en la transferencia de electrones entre microorganismos y electrodos a través de un fenómeno conocido como transferencia extracelular electrónica [2].

Metodología. En este estudio se utilizó una celda electrolisis microbiana, con un arreglo de tres electrodos, electrodos de referencia de Ag|AgCl, contra electrodo de acero inoxidable y electrodo de trabajo tela de carbono con tratamiento orgánico, con un área superficial de 1 cm², como herramientas de medición utilizando voltamperometría cíclica (CV) y cronoamperometría (CA). La colonización del electrodo de trabajo comenzó con la preparación de un inóculo de los lodos activados obtenidos de un biodigestor de una PTAR, en un tiempo de incubación de 24 horas en caldo LB (Luria bertani), a 30°C y una agitación de 150 rpm.

Resultados. (Figura 1a) Durante la fase de colonización, se observó un incremento típico en la corriente de medición CA, relacionado al aumento de la densidad celular de los microorganismos electrogénicos sobre la superficie del electrodo, la fase estacionaria de corriente máxima se registró entre las 8 y 10 horas después de inocular la celda microbiana, la corriente media máxima registrada fue $\sim 2.95 \pm 0.50 \mu\text{A}$ a las 12 horas de operación de la celda. En la figura 1b, el perfil CV inicial del sistema no presenta señales presentes en la interfaz. Este comportamiento es el esperado debido que al principio no existen células que colonicen el electrodo, después de las 6 horas de incubación la señal I_{II} se presenta aun voltaje aproximado de 0.387 V. En referencia con los perfiles

de colonización CV, es probable que esta señal puede atribuirse a un intento de comunicación electrónica de los microorganismos electrogénicos con el electrodo.

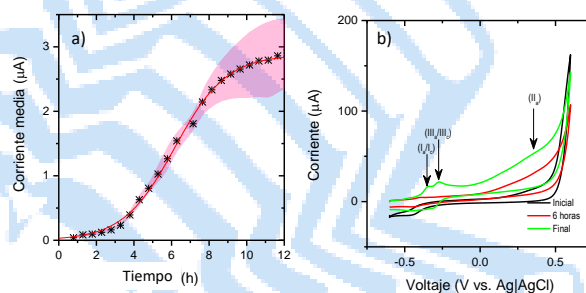


Fig. 1. a) Corriente obtenida en la fase de colonización del electrodo de trabajo, b) Estudios de CV durante la colonización del electrodo.

Conclusiones. Se logró un aumento en la corriente el cual es atribuido al incremento de la densidad celular del consorcio microbiano sobre la superficie del electrodo de tela de carbono bajo tratamiento orgánico. El perfil de CA demuestra que el consorcio de los lodos activados de una PTAR tiene la capacidad de tener actividad electrogénica.

Agradecimiento. Los autores externan su gratitud por el apoyo financiero otorgado para el desarrollo de esta investigación a través del proyecto No. 102967 denominado: "Estudio de la incidencia, persistencia y actividad microbiana en la degradación de los contaminantes emergentes en sistemas en tratamiento de agua residual doméstica en México" de la Convocatoria denominada "Ciencia de Frontera 2019".

Bibliografía

- [1] He, H. (2017), Journal of Hazardous Materials, núm. 340, pp. 120-129.
[2] Wu, D., F. Sun e Y. Zhou (201) Electrochimica Acta, núm. 240, pp. 136-145.

BIODEGRADACIÓN EN CULTIVO CONTINUO DE MEZCLA DE PLAGUICIDAS POTENCIALMENTE TÓXICAS PARA ORGANISMOS PARASITOIDES

Salazar Salazar Zuyin , Valdez González Jazmín¹, Monroy Ramos Arturo Oswaldo, Galíndez Mayer Juvencio², Ruiz Ordaz Nora², Juárez Ramírez Cleotilde³. Departamento de Ingeniería Bioquímica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, cleotildejr54@gmail.com ¹Becario BEIFI; ² Becario SIN, EDI COFAA ;³ Becario EDI,COFAA.

Palabras clave: tiacloprid, tebuconazol, organismos parasitoides

Introducción. En la agricultura los insectos contribuyen en el control biológico de plagas como las avispas parasitoides que pueden ser muy efectivas en la supresión de las poblaciones de plagas de insectos en los campos de cultivo; sin embargo, en la agricultura convencional, se aplican mezclas de plaguicidas para controlar otro tipo de plagas que afectan los cultivos, a menudo de forma rutinaria y en exceso sin tener en cuenta la incidencia y daño sobre organismos no diana y de interés ecológico e importancia económica como los polinizadores y avispas parasitoides. Experimentalmente se ha demostrado el efecto mejorado sobre las plagas cuando se mezcla el insecticida tiacloprid con el fungicida tebuconazol; sin embargo, esta mezcla tiene un gran impacto negativo en insectos benéficos, como las avispas parasitoides. Es por eso que en el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos en la degradación de la mezcla tiacloprid con tebuconazol por una comunidad microbiana inmovilizada en tezontle

Metodología. La evaluación de la degradación de la mezcla de plaguicidas se hizo en régimen continuo empleando un reactor de columna de lecho empacado con la comunidad microbiana inmovilizada en tezontle, utilizando las mezclas comerciales Folicur (tebuconazol 25%) y Calypso (tiacloprid 48%). En el cultivo continuo se varió la carga volumétrica de los plaguicidas modificando el flujo de suministro y manteniendo la concentración de cada uno de los plaguicidas en 25 mgL⁻¹. Una vez alcanzado el estado de equilibrio dinámico se determinó por HPLC la concentración residual de los plaguicidas. Los microorganismos que integran la comunidad microbiana se identificaron por técnicas de biología molecular.

Resultados. En la Figura 1 se muestran el efecto de la carga volumétrica sobre la velocidad volumétrica de remoción de cada uno de los plaguicidas, observándose que la comunidad microbiana fue capaz de degradar la mezcla de plaguicidas en cultivo continuo, obteniéndose valores cercanos a las teóricas hasta cargas volumétricas de 3 mgL⁻¹h⁻¹. A cargas volumétricas superiores las eficiencias de remoción del tiacloprid fueron superiores a las obtenidas con el tebuconazol como se muestra en la Tabla 1.

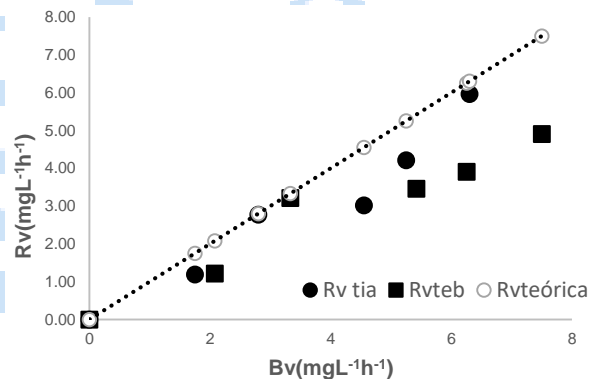


Figura 1. Efecto de la carga volumétrica sobre la velocidad volumétrica de remoción de los plaguicidas

Tabla 1. Eficiencias remoción de los plaguicidas

Flujo	Bv	Eficiencia remoción	Eficiencia remoción
mLh ⁻¹	mgL ⁻¹ h ⁻¹	tiacloprid (%)	tebuconazol(%)
5	1.75	67.91	58.41
8	2.8	99.18	96.60
13	4.55	66.35	63.95
15	5.25	80.30	62.56
18	6.3	94.64	65.55

Las bacterias más abundantes y cultivables de la comunidad microbiana corresponden a los géneros de *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas*, *Bacillus*, *Methylobacterium*, y *Chryseobacterium*, los tres primeros con la capacidad de degradar tiacloprid. *Pseudomonas* y *Bacillus* degradan tebuconazol

Conclusiones. La comunidad microbiana inmovilizada en tezontle fue capaz de degradar la mezcla tiacloprid-tebuconazol en cultivo continuo con altas eficiencias de remoción a cargas volumétricas de 3 mgL⁻¹h⁻¹.

Agradecimiento. Proyecto SIP 20221173.

Bibliografía. Ahmad S., D. Cui, G. Zhong, J.Liu, (2021), *Frontier in Microbiology*,12:1-22
Punniyakotti Elumalai P. , X. Yi , Z. Chen , A. Rajasekar, T. C. Brazil de Paiva, M.A. Hassaan , G. Ying , M. Huang, (2022), *Environmental Pollution*, 306:1-11
Zhao Y.J., Y.J. Dai,C.G. Yu, J.L. Luo,W.P. Xu, J. P. Ni, S. Yuan, (2009), *Biodegradation*, 20:761-768
Kang D., K. Doudrick, N.Park, Y.Choi, K. Kim, J.Jeon,(2020), *Water Research*,187:1-12
Teder T, Knapp M., (2019), *Chemosphere*,214:371-8

EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUA DE LA ACUACULTURA EN UN BIORREACTOR AIR-LIFT

Adriana Tronco Rodríguez, Joanna Ramírez Ramírez, Martín Rogelio Cruz Díaz, Jorge Noel Gracida Rodríguez, Rodrigo Melgarejo Torres, Dulce María Palmerín Carreño, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química, Querétaro, 76010, dulce.palmerin@uaq.mx

Palabras clave: acuacultura, biorreactor air-lift, ficorremediación

Introducción. En la actualidad el rápido desarrollo de la acuacultura ha causado graves problemas ambientales, especialmente el del tratamiento de aguas residuales (1). El efluente de esta industria es rico en carbono orgánico disuelto, compuestos nitrogenados (amoníaco, nitrito y nitrato) y fósforo, lo cual induce la proliferación de algas, deteriorando el ecosistema acuático natural si las aguas residuales no se tratan adecuadamente (2). La ficorremediación de aguas residuales ha recibido atención en los últimos años ya que las microalgas pueden asimilar el nitrógeno y fósforo para producir biomasa, además también pueden acumular proteínas y/o lípidos, que posteriormente pueden utilizarse para producir productos de alto valor agregado.

En este estudio, se cultivó un consorcio de microalgas autóctonas, evaluando la eficiencia de remoción de contaminantes en el tratamiento de aguas de acuacultura en un biorreactor air-lift.

Metodología. El consorcio de microalgas del género *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Euglena*, *Nitzschia*, *Golenkinia*, *Pediastrum* y *Staurastrum*, fueron precultivadas en medio BG11. Los sedimentos se lavan con agua desionizada y se centrifugan. Luego, los pellets se suspenden en 200 mL de agua residual de la acuacultura (Rancho Monji, San Juan del Río, Qro) y, posteriormente, se inocularon (1×10^6 cel/ml) en un biorreactor air-lift de 4 L que contenía 3.75 L de agua residual de la acuicultura con 1 vvm de flujo de aire y 30°C. Se evaluó el consumo de los contaminantes, durante 27 días en el biorreactor. Para la determinación de la calidad del agua, la suspensión de microalgas se centrifuga a 5000 rpm durante 5 min y el sobrenadante se filtra a través de una membrana de 0,45 μ m. Luego, el sobrenadante filtrado se usa para determinar, nitrato, nitrito, amonio y fósforo total por absorbancia, pH y conductividad eléctrica (3).

Resultados. Se obtuvieron los datos iniciales del agua para producción de mojarra del Rancho Monji después de 15 días de crecimiento de los peces (Tabla 1). Además, se compara un análisis de datos respecto a la OMS para el uso de agua potable.

Tabla 1. Cuantificación de contaminantes iniciales del agua.

Agua	Conductividad (μ S/cm)	pH	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Amonio (mg/L)
Rancho Monji	1272	5.94	2400	4.76	926.75	63.31
Potable (OMS)	400-800	6.5-7.5	50	0.5	0.1	0.5

La evaluación del consumo de contaminantes del agua de la granja de mojarra, mediante un biorreactor air-lift y el consorcio de microalgas, se muestra en la Figura 1 a y b, durante 26 días de bioproceso.

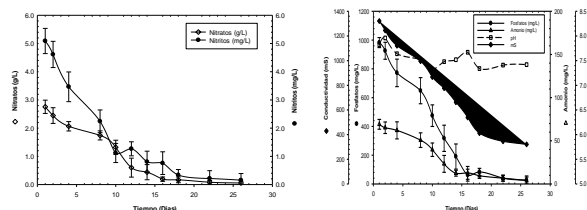


Fig. 1. Cinéticas de consumo de nitratos y nitritos a), fosfatos, amonio, pH y conductividad, b), durante 26 días de bioproceso. Se observa en ambas gráficas, que existe un consumo de contaminantes por el consorcio de microalgas autóctonas, dentro de los primeros 12 días de bioproceso. Por lo que, la ficorremediación es una alternativa eficiente para el tratamiento de aguas de acuicultura.

Conclusiones. El uso de nuestro consorcio de microalgas autóctonas, es una alternativa para la limpieza de contaminantes presentes en aguas de granjas productoras de mojarra en San Juan del Río, Qro. Por lo tanto, presentamos una propuesta de inóculo, para reutilizar la propia agua en la producción.

Agradecimiento. El proyecto fue financiado por la UAQ (FOPER-2022-FQU02683).

Bibliografía.

- Latif A., Jing Yi, Mohd Z, Siew Chun. (2022). *Journal of Water Process Engineering*. 46, (102553).
- Davoodikia M., Kamran R., Ali M. (2021). *Journal of aquaculture sciences*. 9, (16): 192-202.
- Mera R, Torres E, Abalde J, (2016). *Journal Phycology*. 52, (1): 75-88.

PIEDRA PÓMEZ COMO SOPORTE PARA LA BIODEGRADACIÓN DE FUNGICIDAS AZÓLICOS

Valdez Gonzalez Jazmín¹, Ramos Monroy Oswaldo Arturo, Galíndez Mayer Juvencio², Ruiz Ordaz Nora², Juárez Ramírez Cleotilde³. Departamento de Ingeniería Bioquímica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, CDMX, CP 07738.
cleotildejr54@gmail.com 1Becario BEIFI; 2 Becario SIN, EDI, SNI ;3 Becario EDI, COFAA.

Palabras clave: biodegradación, difenoconazol, tebuconazol.

Introducción. La contaminación ambiental por xenobióticos (plaguicidas, metales pesados, dioxinas, bifenilos policlorados) está ocasionando un severo impacto ambiental y a la salud de las personas, por eso es importante su eliminación, siendo la biorremediación la técnica más económica y amigable con el ambiente; sin embargo, debido a su toxicidad, los sistemas con células inmovilizadas son la mejor alternativa porque protegen al biocatalizador, y se pueden obtener altas velocidades y eficiencias de remoción de los xenobióticos. Existe una gran variedad de soportes para la inmovilización celular como la piedra pómez, que es una roca natural ígnea porosa que tiene muchas aplicaciones prácticas. En el presente trabajo se utilizó como soporte de una comunidad bacteriana para evaluar la degradación de la mezcla de los fungicidas tebuconazol y difenoconazol, utilizados en la agricultura para el control de plagas que causan mermas en cultivos de interés social y económico.

Metodología. La evaluación de la degradación de la mezcla de fungicidas se hizo en cultivo por lote con células libres e inmovilizadas empleando un reactor de columna de lecho empacado con la comunidad microbiana inmovilizada en piedra pómez utilizando las mezclas comerciales, Folicur (tebuconazol 25%) y Score (difenoconazol 25%). Los cultivos por lote se iniciaron con concentraciones de cada uno de los fungicidas en 25 mg L⁻¹. Se tomaron muestras en función del tiempo determinando por HPLC la concentración residual de los fungicidas y evaluando la riqueza de especies bacterianas por cuenta viable.

Resultados. Como se puede observar en la Figura 1, no fue posible la degradación del tebuconazol y apenas se degradó el 33% del difenoconazol por células libres de la comunidad microbiana, probablemente debido a la toxicidad de la mezcla de fungicidas. Por tal razón se procedió a realizar la degradación de la mezcla tebuconazol-difenoconazol con la comunidad microbiana inmovilizada en piedra pómez mejorándose significativamente la degradación de ambos fungicidas como se muestra en la Figura 2, debido al efecto protector del soporte y la formación de biopelícula aumentando las eficiencias y velocidades volumétricas de remoción de ambos fungicidas como se muestra en la Tabla 1.

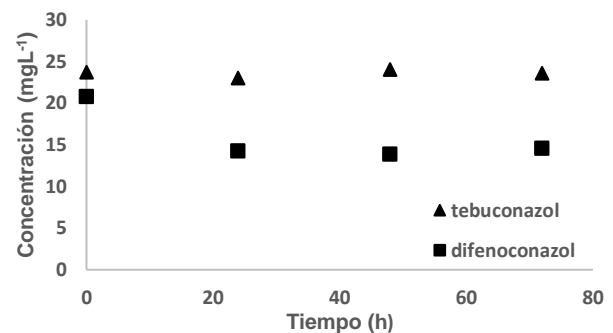


Figura 1. Concentración de los fungicidas en el cultivo por lote con células libres de la comunidad microbiana.

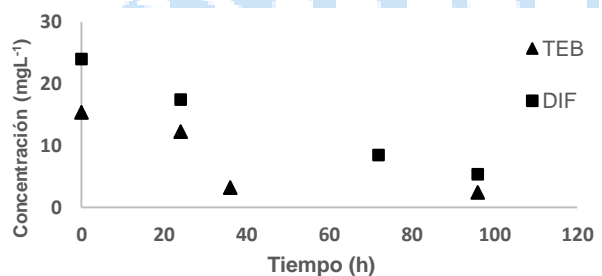


Figura 2. Concentración de los fungicidas en el cultivo por lote con células inmovilizadas en piedra pómez.

Tabla 1. Eficiencia y velocidad de remoción con células inmovilizadas.

Fungicida	Eficiencia (%)	Velocidad volumétrica (mgL ⁻¹ h ⁻¹)
Difenoconazol	77	0.13
Tebuconazol	84	0.19

Conclusiones. La piedra pómez como soporte para la inmovilización celular permitió aumentar la eficiencia y velocidad volumétrica de remoción de los dos fungicidas.

Bibliografía.

Man Y., M. Stenrød, C. Wu, M. Almvik, R. Holten, J. L. Clarke, S. Yuan, X. Wu, J. Xu, F. Dong, Y. Zheng, X. Liu, (2021), *Journal of Hazardous Materials*, 418:1-13
 Satapute P., S. Jogaiah , (2022), *Chemosphere*,286:1-10
 Yeon, J., J. Chung, K. Chon, J. Lee, K. Park, I. Park, D. Kim, S. An, Y. Yoon, J. Ahn, (2022), *Applied Soil Ecology*, 177:1-9
 Younessa M., M. Sancelmea, B. Combourieub , P. Besse-Hoggana, (2018), *Journal of Hazardous Materials*, 351:160-168
 Han L., X. Kong, M. Xu, J. Nie, (2021), *Environmental Pollution*, 287:1-10

DESARROLLO DE SENSORES POR SOFTWARE PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTIAGO

Luis Fernando Amador-Castro, Martín Esteban González-López, Alejandro García-González, Misael Sebastián Gradilla-Hernández, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Laboratorio de Sostenibilidad y Cambio Climático, Zapopan, Jal., 45138, msgradilla@tec.mx.

Palabras clave: Observadores de estado, inteligencia artificial, calidad del agua

Introducción. El río Santiago, uno de los principales ríos del país, ha sufrido un alarmante proceso de degradación ambiental debido a un histórico mal manejo de fuentes puntuales y difusas de contaminación (1). Uno de los aspectos críticos para la adecuada gestión de cuerpos de agua es el monitoreo de la calidad del agua. Sin embargo, los esquemas de monitoreo tradicionales requieren personal para la recolección y el procesamiento de muestras además de instalaciones especializadas, resultando en costos elevados y frecuencias de muestreo reducidas (2). El uso de dispositivos de monitoreo automatizado permite reducir costos e incrementar la frecuencia de muestreo. No obstante, existen parámetros que no pueden medirse con sensores disponibles de forma comercial. Dicha limitación puede superarse mediante el uso de sensores por software u observadores de estado basados en inteligencia artificial. Los cuales permiten estimar las concentraciones de contaminantes que no se pueden medir con sensores físicos en función de los parámetros que sí pueden medirse físicamente. Este trabajo consistió en el desarrollo de observadores de estado que serán implementados en dispositivos de monitoreo automatizado para la determinación de la calidad del agua del río Santiago.

Metodología. Se utilizó un identificador de red neuronal diferencial como modelo basado en datos para describir las series temporales de 12 parámetros de calidad del agua del río Santiago. Los pesos que compensan la no linealidad del modelo desarrollado con el identificador de red neuronal diferencial se almacenaron y utilizaron para el diseño del sensor por software. Los datos calidad del agua utilizados para el desarrollo del modelo fueron proporcionados por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, comprendiendo el periodo de febrero de 2009 a abril de 2022. El identificador y el observador fueron desarrollados utilizando Simulink Versión 10.6 (R2022b) [MathWorks Inc., Massachusetts, Estados Unidos].

Resultados. El identificador de red neuronal diferencial permitió describir doce parámetros de calidad del agua que pueden utilizarse para calcular una versión simple del índice de calidad del agua del

Río Santiago (3). Dicha identificación se representa en la Figura 1. El observador de estado permitió estimar tres parámetros de calidad del agua con base en datos de otros nueve parámetros.

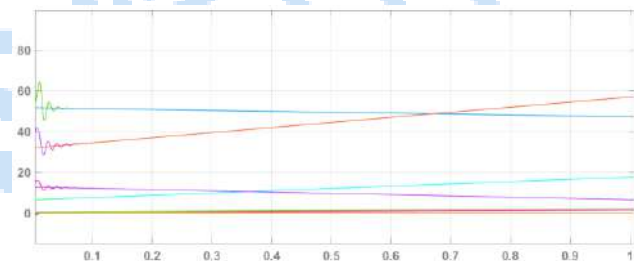


Fig. 1. Identificador desarrollado para la descripción de 12 parámetros de calidad del agua del río Santiago.

Conclusiones. El sensor por software desarrollado puede implementarse en un futuro en dispositivos de monitoreo automatizados para determinar doce parámetros de calidad del agua, permitiendo estimar el ICA del Río Santiago. Adicionalmente, el uso de un menor número de sensores en el dispositivo conlleva una menor inversión inicial.

Agradecimientos. Los autores agradecen al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey por el apoyo académico proporcionado. Luis Fernando Amador-Castro agradece adicionalmente a CONACyT por el apoyo becario (CVU: 104808).

Bibliografía.

1. McCulligh C. (2018). The Gray Side of Green Growth: Environmental Regulation and the Industrial Pollution of the Santiago River. En: *Social Environmental Conflicts in Mexico: Resistance to Dispossession and Alternatives from Below*. Tetreault D, McCulligh C, Lucio C. Springer International Publishing, p. 145–82.
2. Ahmed U, Mumtaz R, Anwar H, Mumtaz S, Qamar AM. (2019). Water quality monitoring: from conventional to emerging technologies. *Water Supply*. 20(1):28–45.
3. Fernández del Castillo A, Yebra-Montes C, Verduzco Garibay M, de Anda J, Garcia-Gonzalez A, Gradilla-Hernández MS. (2022) Simple Prediction of an Ecosystem-Specific Water Quality Index and the Water Quality Classification of a Highly Polluted River through Supervised Machine Learning. *Water*. 14(8):1235.

MODELOS PREDICTIVOS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO SANTIAGO

Alberto Fernández del Castillo, Marycarmen Verduzco Garibay, Diego Díaz-Vázquez, Alejandro García González y Misael Sebastián Gradilla-Hernández, Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Av. General Ramon Corona 2514, Nuevo México, CP 45138, Zapopan, Jalisco, México. msggradilla@tec.mx

Palabras clave: predicción, calidad de agua, río Santiago

Introducción. La calidad del agua superficial está influenciada por procesos naturales y actividades antropogénicas [1]. Los programas de monitoreo de la calidad del agua tienen como objetivo una evaluación precisa del tipo y el alcance de la contaminación a través de la medición constante de parámetros biológicos, físicos y químicos. Los índices de calidad del agua (ICA) se utilizan para facilitar el análisis, la interpretación y la comunicación de la calidad del agua; resumen los datos de múltiples parámetros de calidad del agua en un solo valor numérico o categórico que describe el estado de la calidad del agua [2]. La medición de los parámetros de calidad del agua necesarios para el cálculo del ICA puede ser costosa y prolongada. Sin embargo, algunos enfoques computacionales pueden ser utilizados para realizar una estimación o predicción más sencilla y económica del ICA. Con este enfoque se puede ampliar el monitoreo a áreas de captación más amplias y desarrollar estrategias específicas y eficientes para el control y mitigación de contaminación de ríos y lagos.

El objetivo de este trabajo fue comparar tres tipos de modelos (Regresión Lineal, Red Neuronal Artificial y Sistema de Inferencia Neuro Adaptativo) para realizar una estimación del ICA del Río Santiago utilizando datos históricos de calidad de agua.

Metodología. El Río Santiago se origina en el lago Chapala y fluye a lo largo de 562 km hacia el Océano Pacífico. Este río rodea al Área Metropolitana de Guadalajara (MAG), la tercera aglomeración urbana más poblada de México. En particular, la cuenca del Río Santiago tiene un gran desarrollo urbano, agrícola, ganadero e industrial que han ocasionado un grave deterioro en la calidad del agua. Desde 2009 la Comisión Estatal del Agua monitorea la calidad del agua mensualmente en 13 puntos del Río Santiago midiendo 44 parámetros de acuerdo con métodos estándar. Se utilizó un análisis de clusters y análisis de series de tiempo para seleccionar el conjunto de datos más representativo para realizar el entrenamiento de los modelos. Los modelos fueron desarrollados usando herramientas del software MATLAB® 2021

Resultados. Se seleccionaron los datos de sólo seis de los trece sitios de monitoreo, debido a que presentaban una mayor variabilidad. El conjunto de entrenamiento incluyó un total de 409 observaciones con datos de solo 12 parámetros (Cd, DBO, OD, Coliformes, Fluoruros, Grasas y Aceites, NH₃, Pb, pH, SST, SDT, Temp) de calidad de agua, abarcando un periodo de tiempo de 2009 a 2015. El resto de los datos fueron utilizados para validar los modelos generados. El modelo de regresión lineal mostró un error cuadrático medio (ECM) de 3.45, mientras que en el modelo de Red Neuronal Artificial el ECM fue de 2.86, finalmente el Sistema de Inferencia Neuro-Difuso mostró el mejor desempeño de los tres modelos probados con un ECM de 2.02.

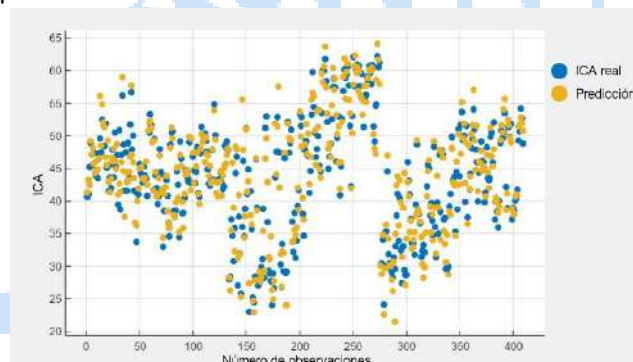


Fig. 1. Observación real del ICA vs predicción realizada con el modelo de regresión lineal.

Conclusiones. El sistema de inferencia Neuro-difuso mostró la predicción del ICA del Río Santiago más precisa, utilizando este algoritmo se puede ampliar el sistema de monitoreo y generar mejores estrategias de control de contaminación.

Agradecimiento. Agradecemos a la CEA Jalisco por proporcionar los datos utilizados en este estudio.

Bibliografía.

1. Khatri, N., Tyagi, S., 2015. Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Front. Life Sci.* 8, 23–39.
2. Shil, S., Singh, U.K., Mehta, P., 2019. Water quality assessment of a tropical river using water quality index (WQI), multivariate statistical techniques and GIS. *Appl. Water Sci.* 9, 168.

VALORIZACIÓN DE LAS VINAZAS TEQUILERAS MEDIANTE TRATAMIENTO CON LEVADURAS Y HONGOS FILAMENTOSOS

María Fernanda Ramos-Reyes, Diego Diaz-Vázquez, Martín Esteban González-López, Diego A. Tuesta-Popolizio, Misael Sebastián Gradilla-Hernández, Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Laboratorio de Sostenibilidad y Cambio Climático, Zapopan, Jalisco 45138, msgradilla@tec.mx

Palabras clave: Vinaza, hongos, levaduras

Introducción. El tequila es una bebida emblemática producida en Jalisco, México, adquirió la denominación de origen DO y es el tercer producto agroindustrial de mayor exportación en el país. Esta bebida produce alrededor de 10 – 15 litros de residuos denominados vinazas por cada litro de tequila producido¹. El 80% de su disposición se lleva a cabo de manera incorrecta, lo que, a generado problemas de eutroficación en cuerpos de agua, acidificación, pérdida de suelos y fitotoxicidad². Por otro lado, el alto contenido de materia orgánica le otorga a la vinaza la capacidad de ser un sustrato para ciertos microorganismos entre los cuales se encuentran hongos y levaduras capaces de reducir los contaminantes intrínsecos de la vinaza a su vez que pasan a ser proteína de alto valor agregado³.

Producir proteínas de alto valor agregado con uso pecuario a partir del tratamiento de vinazas tequileras con levaduras y hongos filamentosos.

Metodología.



Fig. 1. Metodología



Tratamiento por 7 días (*A. niger*, *A. oryzae*, *R. oligosporus*, *K. marxianus*, *C. utilis* y *R. mucilaginosa*)

Tabla 1. Pruebas para la caracterización de vinazas tequileras.

Fenoles	Fenol folin ciocalteu
DQO	Espectrofotométrico de tubo sellado
Fósforo total	Determinación colorimétrica
Nitrógeno Total	Kjeldahl
Proteína total	Bradford

Resultados.

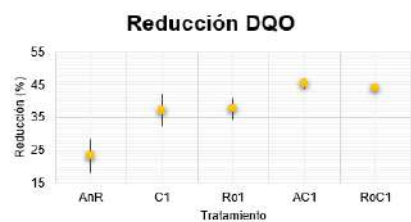


Fig. 2. Reducción porcentual de la demanda química de oxígeno.

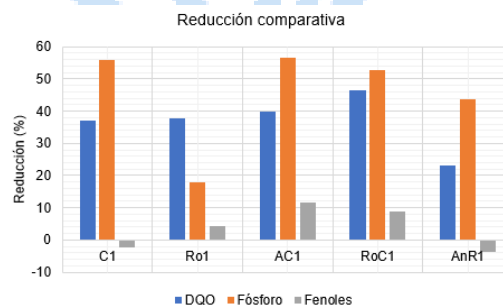


Fig. 3. Reducción comparativa porcentual por tratamiento.

Conclusiones.

Con los resultados obtenidos se puede especular que los mejores tratamientos incluyen el uso del co-cultivo entre *C. utilis* y *R. oligosporus* (RoC) o *C. utilis* y *A. oryzae* (AC) dónde se obtiene una reducción de DQO, Fósforo y fenoles mayor o igual a 40%, 50% y 5% respectivamente.

Agradecimiento. TEC de Monterrey Campus GDL.

Bibliografía.

- CRT, C. R. del. T. (2022). Disponible: <https://www.crt.org.mx/index.php/es>
- López-López, A. et al. (2010). Tequila Vinasses: Generation and Full-Scale Treatment Processes. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 9 (2), 109–116. doi:10.1007/s11157-010-9204-9
- Díaz-Vázquez, D., et al. (2022). Using yeast cultures to valorize tequila vinasse waste: An example of a circular bioeconomy approach in the agro-industrial sector. *Biomass and Bioenergy*, 161, 106471. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106471>

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS GANADEROS MEDIANTE DIGESTIÓN ANAERÓBICA COMBINADA CON TRATAMIENTO BASADO EN MICROALGAS EN MÉXICO

Ana Laura Silva-Gálvez, Anaid López-Sánchez, Luis Fernando Casillas-García, Martín Esteban González, Misael Sebastián Gradilla Hernández, Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Laboratorio de Sostenibilidad y Cambio Climático, Zapopan, Jalisco, 2514, msgradilla@tec.mx.

Palabras clave: bioeconomía circular, microalgas, gases de efecto invernadero.

Introducción. 14% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI), además de un gran porcentaje de la eutrofización mundial (64 – 97%) es atribuida a la industria ganadera (1). El tratamiento basado en microalgas (TbM) de RP puede mitigar los impactos ambientales negativos, y producir productos de valor agregado. Mientras que la reducción de GEI representa una oportunidad para la generación de Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) para su venta en mercados de carbono, representando un ingreso adicional al sistema-producto tradicional. Por lo tanto, se caracterizaron los RP generados en Jalisco, evaluando el análisis técnico-económico del escenario de gestión actual y alternativo, y proponiendo un sistema de TbM centralizado de RP que permita cumplir con la legislación y generar biomasa.

Metodología. 28 muestras de RP ubicadas en Jalisco fueron caracterizadas. El análisis de la distribución territorial y el análisis técnico-económico se realizó con ArcGIS pro 3.0.2 y SuperPro Designer v12, respectivamente. Se calculó la liberación media potencial de los contaminantes y remociones de GEI con la ecuación general establecida por CAR en el protocolo de ganadería (2010) (3) y el precio promedio de proyectos de RCE para metano (4).

Resultados. La región nororiental de Jalisco concentra el 75% de los productores pecuarios de Jalisco. La mayoría de estas se clasifican como pequeños productores ganaderos (5), que no pueden invertir ni mantener tecnologías como el TbM. Por lo tanto, debido a la proximidad geográfica de estas unidades, se estableció como un área estratégica para aplicar sistemas centralizados a gran escala que acoplen la digestión anaeróbea (AD) con TbM. El sistema de tratamiento propuesto obtiene un rendimiento de biomasa de 0.95 kg de biomasa por kg de DQO, con una producción anual de 2034 toneladas de biomasa. Además, los medios con microalgas se introducen en una unidad de extracción para mejorar el biogás, el cual se quema en un generador para producir energía eléctrica.

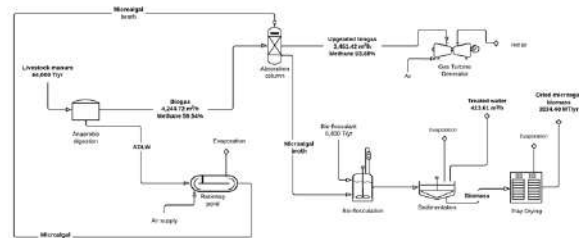


Fig. 1. Tratamiento de bioeconomía circular de RP modelado en el software SuperPro Designer v12.

Tabla 1. Se pueden insertar Tablas. El título va con letra Arial 8, centrado y arriba. De preferencia evitar el sombreado por renglón.

Parámetro	Valor	Unidad
Inversión de Capital Total	123,712,000	USD\$
Costos Operacionales	24,339,000	\$/año
Ingreso Principal (biomasa seca)	96,370,000	\$/año
Otros Ingresos (venta de RCE)	38,952,457	\$/año
Ahorros totales	9,361,397	\$/año
Retorno de Inversión	58.38	%
Tiempo de Retribución	1.71	año
VPN (a 7.0% Interés)	394,976,000	\$
Desarrollo de proyecto para lograr el CER	10,000	\$
Registro de proyecto a la norma	500	\$
Comisiones estándar para la creación y gestión de cuentas	500	\$
Verificaciones iniciales y posteriores	10,000	\$/año

Conclusiones. El tratamiento de los RP por medio de TbM representa una alternativa viable con el co-beneficio de la remoción de GEI y la obtención de productos de alto valor agregado. No obstante, su implementación supone retos asociados a la operación de sistemas de tratamiento centralizados y la falta de una metodología validada para la generación de RCE.

Agradecimiento. Se agradece a CONACyT por el financiamiento de becas.

Bibliografía.

- Jiang, G., Ameer, K., Kim, H., Lee, E. J., Ramachandraiah, K., & Hong, G. P. (2020) *Foods*. Vol. (9): 1227.
- CAR. (2010). <https://www.climateactionreserve.org/how/protocols/waste/mexico-livestock/dev/>.
- Ecosystem Marketplace, 'Ecosystem Marketplace's State of the Voluntary Carbon Markets 2021', 2021.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE BIOSÓLIDOS COMPOSTEADOS PARA FINES DE RECUPERACIÓN DE SUELOS

Ileana Castro-González¹, María de la Luz Xóchilt Negrete-Rodríguez¹, Héctor Iván Bedolla-Rivera¹, Omar Surisadai Castillo-Baltazar², Dioselina Álvarez-Bernal³, Francisco Paúl Gámez-Vázquez⁴, Eloy Conde-Barajas¹.

¹ TecNM/IT en Celaya, Departamento de Ingeniería Bioquímica y Ambiental. Celaya, Gto., 38010, México. ² UG, Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Celaya, Gto., 38140, México. ³ IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Jiquilpan, Mich. 59510 México. ⁴ INIFAP, Campo experimental Bajío. Celaya, Gto., 38010, México
eloy.conde@itcelaya.edu.mx

Palabras clave: biosólidos, compostaje, FT-IR

Introducción. El mal manejo de suelos agrícolas, así como diversas actividades antropogénicas, ponen en riesgo la calidad del suelo. Debido a esto resulta relevante la búsqueda de alternativas biológicas para el mejoramiento y recuperación de estos. Una de ellas es la aplicación de biosólidos como enmiendas orgánicas. Los biosólidos son residuos de plantas de tratamientos de aguas, se caracterizan por contener elevadas concentraciones de materia orgánica y nutrientes. Someter los biosólidos a procesos de compostaje ayuda a reducir agentes patógenos, degradar sólidos volátiles y estabilizar la materia orgánica, obteniendo una enmienda rica en nutrientes. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición molecular de biosólidos, después de ser sometidos a un proceso de compostaje.

Metodología. El compostaje se evaluó a escala laboratorio. Se aplicaron 4 tratamientos en función de relaciones C/N con valores de T1: 24, T2: 34, T3: 44 y T4: 54 respectivamente, donde el T1 corresponde a únicamente biosólido y el T4 únicamente estiércol bovino. De cada mezcla por tratamiento se generaron 5 réplicas de 2 kg cada una, y se agregaron 30 g de cascarilla de arroz. Se realizó análisis FT-IR (1) al inicio y al final del compostaje de 120 días.

Resultados. En la tabla 1 se especifica las principales bandas encontradas en los tratamientos, así como los grupos funcionales a los que corresponden.

Tabla 1. Bandas encontradas en los tratamientos en un intervalo de número de onda 4000-400 cm⁻¹.

Banda	Grupo funcional	Referencia
3500-3400	-OH	(2)
1650-1750	C=O	(3)
1382-1386	NO ₃ ⁻	(4)
1040	Si-O-Si	(5)

La figura 1 muestra el análisis de FT-IR para los 4 tratamientos. Cabe resaltar el pico situado entre 1386-1382 cm⁻¹ (4), asociado con el proceso de maduración y estabilización de las compostas.

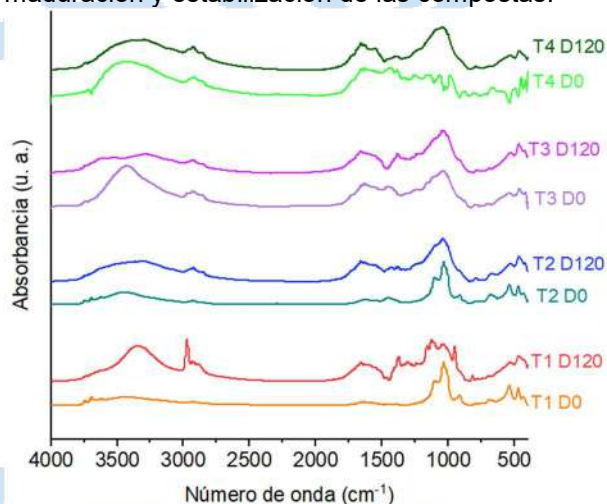


Fig. 1. Análisis FTIR de los 4 tratamientos (0 y 120 días).

Conclusiones. Se comprobó con el análisis FT-IR la presencia y modificación de grupos funcionales relacionados con la estabilización de la composta, para su posterior aplicación en suelos agrícolas como enmienda orgánica.

Agradecimiento. El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo recibido por CONACYT.

Bibliografía.

- Medina-Herrera, MDR, Negrete-Rodríguez, MDLLX, Álvarez-Trejo, JL, Samaniego-Hernández, M, González-Cruz, L, Bernardino-Nicanor, A, y Conde-Barajas, E (2020). *Appl. Sci.* 10(2): 517.
- Wang, K, Li, W, Gong, X, Li, Y, Wu, C, Ren, N. (2013). *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 85: 617–623.
- Lü, F, Shao, LM, Zhang, H, Fu, WD, Feng, SJ, Zhan, LT, Chen, YM, He, PJ. (2018). *Bioresour. Technol.* 248: 122–133
- Pérez, A, Lucena, J y Graham, M. (2006). *Chemosphere* 65(11): 2045-2053.
- Amritha, K y Sankar, SJ. (2021). *J. Nat. Res. Cons. Manag.* 2(2): 114-119.

PROPUESTA DE UN MATERIAL SUSTENTABLE PARA LA CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA

Daniel Anzaldo Anzaldo; Luis Alejandro Ramírez Mancilla; Uriel Carbajal Rendon; Ana Gabriela Rojas Labrada; Luz Mariana Pérez Montoya*.

Unidad de Estudios Superiores Tultitlán, Universidad Mexiquense del Bicentenario. Programa de Maestría en Ciencias en Tecnología de Productos Biológicos. CP. 54910, luz.perez@umb.mx *

Palabras clave: adoquín, sustentable, lignina

Introducción. En México, anualmente se generan 44 millones de toneladas de RSU. La biomasa lignocelulósica es uno de los recursos orgánicos más abundantes a nivel mundial, y constituye una fuente prometedora para la obtención de energía renovable y bioproductos. La lignina es uno de los polímeros más abundantes en la naturaleza y su aparición fue determinante para que las plantas pudieran colonizar los ecosistemas terrestres.¹ En la construcción, los polímeros se utilizan para hacer que los productos, sean aún más duraderos o con mayor capacidad de adhesivo o sellado.² Los bloques y adoquines son piezas prefabricadas, que se emplean ampliamente en la construcción de todo tipo de edificios y en el pavimento de suelos.³ Están fabricados con concreto, que es una mezcla de cemento, agua y agregados, que resiste bastante bien las cargas de compresión.⁴ Por lo cual se elaborará de un adoquín adicionando biomasa lignocelulósica.⁵

Metodología. Una vez recolectados los residuos de cacahuate y café, se llevó a cabo a una molienda para después tamizar con malla de 20 a 50, obteniendo el residuo fino de mezcla con cemento, arena y grava adicionando agua. Los moldes en donde se colocó la mezcla cumplen con la norma ASTM C 39 y posterior a una etapa de fraguado, estos serán analizados para determinar su resistencia de la compresión. Las dosificaciones para realizar los cilindros correspondientes se muestran a continuación.

Tabla 1. Dosificación de la mezcla para elaboración de un cilindro adicionando material reciclable (MR –cáscara de café y cáscara de cacahuate-)

Material	0% MR	10% MR	30% MR	60% MR	90% MR	100% MR
Cemento	2 lt	2 lt	2 lt	2 lt	2 lt	2 lt
Arena	4.4 lt	3.96 lt	3.1 lt	1.76 lt	0.44 lt	0 lt
Grava	4.4 lt	4.4 lt	4.4 lt	4.4 lt	4.4 lt	4.4 lt
Agua	2.2 lt	2.2 lt	2.2 lt	2.2 lt	2.2 lt	2.2 lt
Material reciclable	0 lt	0.44 lt	1.3 lt	2.64 lt	3.96 lt	4.4 lt

Resultados. Hasta el momento se logró el desarrollo de cuatro cilindros. Uno de ellos se realizó con residuo de café fino, otro con residuo de cacahuate fino y los últimos dos con residuos de cacahuate y café con un mayor tamaño de partícula.



Fig. 1. Cilindros de residuos de café y cacahuate; dos con partícula fina y otros dos con partícula de mayor tamaño.

Conclusiones. Hasta el momento, se logró la elaboración de cilindros adicionados con biomasa lignocelulósica de café y cacahuate bajo la norma ASTM C 39. Se espera evaluar sus propiedades de resistencia para evaluar su campo de aplicación.

Agradecimiento. Se agradece a COMECyT por la beca de maestría con el folio 2023BPC1-M-42234.

Bibliografía.

- Villanueva, A. R., Céspedes, C. G., Martínez, A. C., Carvajal, Y. A., & Ramos, G. V. (20 de Febrero de 2020). VALORIZACIÓN DE LA LIGNINA EN EL CONCEPTO DE BIORREFINERÍA. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v47n3/2223-4861-caz-47-03-95.pdf>
- Possehl. (28 de Abril de 2022). Tendencias de la construcción en México para 2022. Obtenido de <https://www.possehl.mx/tendencias-de-la-construccion-en-mexico-para-2022/>
- Rubio, A. P. (2003). El sector de la construcción en México. Obtenido de https://administracionytecnologiaparaeldiseno.azc.uam.mx/publicaciones/2003/6_2003.pdf
- Tabares, & et al., C. A. (13 de Marzo de 2020). Monex. Obtenido de Análisis del Sector Construcción: <https://www.monex.com.mx/portal/download/reportes/200313b%20Sectorial%20-%20Construccion%20C3%b3n.pdf>
- VÁSQUEZ, B. A. (12 de Enero de 2022). UAEMEX. Obtenido de <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/112930>

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área VI. Bioenergía y biocombustibles

VIC01	EFFECTO DE PRETRATAMIENTOS ORGANOSOLV Y SACARIFICACIÓN ENZIMÁTICA SOBRE HOJAS DE AGAVE SALMIANA PARA LA OBTENCIÓN DE AZÚCARES FERMENTABLES. Autores: Alonso Guadalupe Hernández Mendoza, Elizeth Viveros Viveros, Sergio Martínez Hernández	526
VIC02	CARACTERIZACIÓN TRANSCRIPTOMICA DE LA CEPA GSU1771 DE GEOBACTER SULFURREDCENS EN CONDICIONES DE FORMACIÓN DE BIOPELÍCULA. Autores: Juan B. Jaramillo Rodríguez, Alberto Hernández Eligio, Leticia Vega Alvarado, Luis Rodríguez Torres, Guillermo Huerta Miranda y Katy Juárez.	527
VIC03	EFFECTO DEL FURFURAL Y EL ÁCIDO ACÉTICO EN LA FERMENTACIÓN Y BIOENERGÉTICA DE SCHEFFERSOMYCES STIPITIS Y SACCHAROMYCES CEREVISIAE. Autores: José de Jesús Saucedo Gutiérrez, Monserrat Escamilla García, Aldo Amaro Reyes, Carlos Regalado González, José Ángel Granados Arvizu.	528
VIC05	EVALUACIÓN DEL TIPO DE SUBSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA USANDO AGUA Y LODO RESIDUAL AGROINDUSTRIAL EN CELDAS DE COMBUSTIBLES MICROBIANAS SEDIMENTARIAS. Autores: Aldair Valle García, María Jesús Gonzales, Eliana Vergara.	529
VIC06	FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS ELECTROACTIVAS DE GEOBACTER SULFURREDCENS SOBRE DIFERENTES MATERIALES. Autores: Luis M. Rodríguez-Torres, Guillermo A. Huerta-Miranda, Alberto Hernández-Eligio, Katy Juárez.	530
VIC07	POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGÁS DE LA CODIGESTIÓN ANAEROBIA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES GENERADOS EN EL ESTADO DE JALISCO. Autores: Fernanda E. Ibarra-Esparza, Martín Esteban González-López, Juanpablo Ibarra-Esparza, Carlos Daniel García-López y Misael Sebastián Gradilla-Hernández.	531
VIC08	APLICACIÓN DE PRETRATAMIENTOS COMBINADOS EN LA CODIGESTIÓN DE RESIDUOS DE NOPAL Y NEJAYO PARA LA PRODUCCIÓN DE METANO. Autores: Iris Sandoval Rojas, Samantha Pastrano Regalado, Ma. del Carmen Chávez Parga, José Apolinar Cortés.	532

VIC09	ANÁLISIS DE LA REMOCIÓN COMBINADA CARBONO-NITRÓGENO EN UN REACTOR DE BIOPELÍCULA ANAEROBIA. Autores: Luz Angélica Cariño-Vázquez, Ofelia Landeta-Escamilla, Norma Alejandra Vallejo-Cantú, Alejandro Alvarado-Lassman, Raúl Snell-Castro, Erik Samuel Rosas-Mendoza.	533
VIC10	EFFECTO DE LOS RESIDUOS CÍTRICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN UN REACTOR ANAEROBIO DE BIOPELÍCULA. Autores: Laura Isabel Hernández Palagot, Juan Manuel Méndez Contreras, Norma Alejandra Vallejo Cantú, Alejandro Alvarado Lassman, Raúl Snell Castro, Erik Samuel Rosas Mendoza.	534
VIC11	PRODUCCIÓN DE LÍPIDOS POR EL HONGO OLEAGINOSO MORTIERELLA ISABELLINA EN UN BIOREACTOR AIRLIFT PARA SU USO EN LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL. Autores: Espinoza Gil Mijael ¹ , Cañizares Villanueva Rosa Olivia, Medina Mendoza Gustavo, Loera Corral Octavio, Aguilar López Ricardo, Montes Horcasitas María del Carmen.	535
VIC12	CFD MODELING AND SIMULATION OF A HYDROTREATMENT REACTOR COUNTERCURRENT USING JATROPHA CURCAS L. VEGETABLE OIL. Autores: Pablo Vizguerra Morales, Fabián S. Mederos Nieto	536
VIC13	ESTUDIO DE LA REACCIÓN DE REDUCCIÓN DE OXÍGENO MEDIANTE EL TRANSPORTE EXTRACELULAR DE ELECTRONES DE LA BACTERIA GEOBACTER SULFURREDUCENS DL-1 EN HUMEDALES ELECTROQUÍMICOS. Autores: Oscar Guadarrama Pérez, Gabriela Eleonora Moeller Chávez, Alexa Carolina Guevara Pérez, Cassandra Grisel Gaona Terrones, Víctor Hugo Guadarrama Pérez.	537
VIC14	ENERGÍA SOLIDA OBTENIDA DE PODAS DE MUÉRDAGO. Autores: Paulina Alejandra Aguilar Hernández, Elizabeth Quintana Rodríguez, José Octavio Saucedo Lucero, Catalina de la Rosa, Arturo Guerrero Barranco, José Esparza Claudio, Domancar Orona Tamayo.	538
VIC17	LIRIO ACUÁTICO COMO BIOMASA PARA LA INSTALACIÓN DE UNA BIORREFINERÍA. Autores: Antonio Martínez-Ruiz, Luz Tovar-Castro, Ernesto Favela-Torres.	539
VIC19	MEDICIÓN DE LA TASA DE CONVERSIÓN DE BIODIÉSEL DURANTE LA TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITE DE RICINO OBTENIDO POR ELICITACIÓN. Autores: Luis Armando Galván Camacho, Miguel Ángel Ramos López, Luis Alberto Morales Hernández, Francisco Javier de Moure Flores, José Santos Cruz, Aldo Amaro Reyes.	540
VIC20	EVALUACIÓN DE PRETRATAMIENTOS QUÍMICOS Y ENZIMÁTICOS EN BAGAZO DE SEMILLA DE HIGUERILLA PARA LA OBTENCIÓN DE BIOGÁS. Autores: Diana Laura Quezada Morales, Miguel Angel Ramos López, Juan Campos Guillén, Francisco Javier de Moure Flores, Rufino Nava Mendoza, Aldo Amaro Reyes.	541
VIC22	EFFECTO DEL USO DE UNA MACRÓFITA EN UNA CELDA DE COMBUSTIBLE MICROBIANA ACOPLADA A UN HUMEDAL. Autores: Abraham Lara-Páez; Ana Line Vázquez-Larios; Paula Natalia Robledo-Narváez; Beatriz Gutiérrez Rivera.	542

VIC23	EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOSTA CARBONIZADA COMO PRETATAMIENTO EN EL USO DE CARBON ACTIVADO EN LA PURIFICACIÓN DE BIOGÁS. Autores: Santiago Gutiérrez Vargas, Ma. Fabiola León Galván.	543
VIC24	PRODUCCIÓN DE METANO EMPLEANDO RESIDUOS DE TAMAL EN CODIGESTIÓN CON EL LIRIO ACUÁTICO MEDIANTE LA DIGESTION ANAEROBIA EN DOS ETAPAS. Autores: Diana González-Tenorio, Isael Emiliano Ramos, Alfonso Durán-Moreno.	544

DE PRETRATAMIENTOS ORGANOSOLV Y SACARIFICACIÓN ENZIMÁTICA SOBRE HOJAS DE AGAVE SALMIANA PARA LA OBTENCIÓN DE AZÚCARES FERMENTABLES

Alonso Guadalupe Hernández Mendoza, Elizeth Viveros Viveros, Sergio Martínez Hernández, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Departamento de Biotecnología, Xalapa, 91090, alonso_energy@hotmail.com.

Palabras clave: Glicerol crudo, Organosolv, A. salmiana.

Introducción. El uso de fuentes de energía renovables (ER's) contribuye a disminuir la dependencia energética de los combustibles fósiles. Una de las fuentes de ER's es la bioenergía. *Agave salmiana* (Ags) representa cultivos bioenergéticos altamente eficientes con alto contenido de azúcares y bajo contenido de lignina (1). Por otro lado, existe el glicerol crudo (GC) que es un subproducto que representa el 10% (p/p) de la producción de biodiésel (2). En este contexto el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de pretratamientos organosolv utilizando GC y sacarificación enzimática sobre Ags para la obtención de azúcares fermentables.

Metodología. Se utilizaron los procesos que se observan en la Fig. 1 (3). La aplicación del pretratamiento se realizó mediante un diseño compuesto central (CCD) (Tabla 1). La optimización de estos ensayos de obtuvo mediante la aplicación de la metodología de superficie de respuesta (RSM). Las variables independientes fueron la concentración de GC y tiempo de reacción mientras que la variable de respuesta fue la concentración de azúcares reductores (AR) después de la sacarificación enzimática.

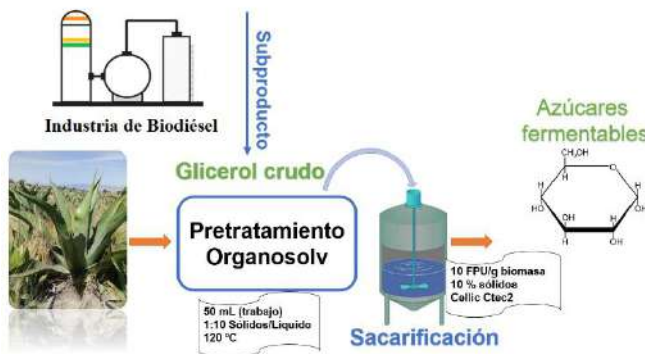


Fig. 1. Metodología para la obtención de azúcares fermentables a partir de hojas de *A. salmiana* pretratada con GC.

Tabla 1. Variables independientes y niveles del CCD del pretratamiento organosolv.

Variables	Valores codificados	Niveles				
		-α	-1	0	+1	+α
GC (%v/v)	X ₁	23	30	45	60	66
Tiempo (min)	X ₂	6	15	37.5	60	69

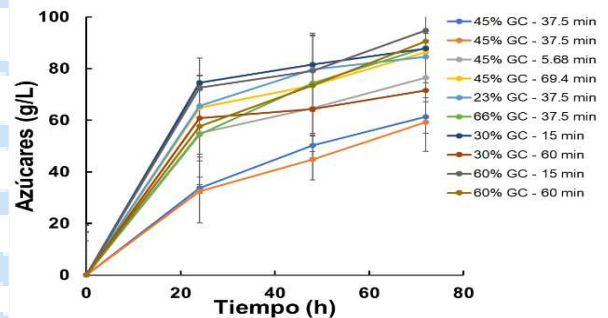


Fig. 2. Concentración de azúcares reductores durante la sacarificación enzimática empleando biomasa de *A. salmiana* pretratadas con GC.

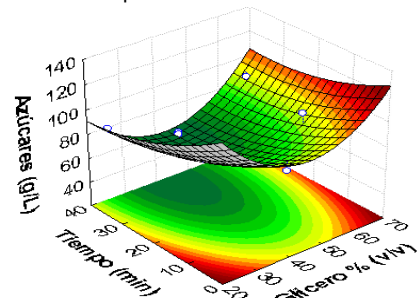


Fig. 3. Gráfica de superficie de respuesta mostrando el efecto del GC y tiempo sobre la liberación de azúcares reductores a partir de biomasa de *A. salmiana*.

Resultados. En la Fig. 2 se observan las concentraciones de AR (mayores a 90 g/L) liberados después de los ensayos enzimáticos. El modelo ajustado permitió estimar las condiciones óptimas de GC y tiempo para la máxima producción de AR, GC de 62% (v/v) y tiempo de 7.33 min, liberando un contenido de AR de 96 g/L (Fig. 3). Bajo estas condiciones se registraron valores de 98.28 ± 0.33 g/L y rendimientos de 641 ± 1.22 mg AR/g Ags.

Conclusiones. El GC es un solvente potencial para utilizarlo en pretratamientos de Ags.

Agradecimiento. Se agradece al Ejido de Tenextepac, por las muestras de *Agave salmiana* obtenidas.

Bibliografía.

- Láinez, M., Ruiz, H. A., Arellano-Plaza, M., & Martínez-Hernández, S. (2019). *Renewable Energy*, 138: 1127–1133.
- Alves, I., Mahler, C., Oliveira, L., Reis, M., & Bassin, J. (2020). *Biomass and Bioenergy*, 143: 105831.
- Hassanpoura, M., Abbasabadia, M., Moghaddama, L., Sun, F., Gebbiea, L., Te'o, V., O'Haraa, I., & Zhang, Z. (2020). *Bioresource Technology*, 318: 124059.

CARACTERIZACIÓN TRANSCRIPTOMICA DE LA CEPA Δ gsu1771 DE *Geobacter sulfurreducens* EN CONDICIONES DE FORMACIÓN DE BIOPELÍCULA

Juan B. Jaramillo Rodríguez, Alberto Hernández Eligio, Leticia Vega Alvarado, Luis Rodríguez Torres, Guillermo Huerta Miranda y Katy Juárez. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 2001, CP 62210 Cuernavaca, Morelos.

juan.jaramillo@ibt.unam.mx, katy.juarez@ibt.unam.mx

Palabras clave: transcriptoma, biopelícula, *Geobacter sulfurreducens*, GSU1771

Introducción. *Geobacter sulfurreducens* es una bacteria anaerobia que degrada materia orgánica y respira una gran variedad de óxidos metálicos insolubles (1). Tiene aplicaciones biotecnológicas en la biorremediación de agua contaminada con metales pesados y la producción de bioelectricidad. Para ello es esencial la formación de biopelículas que tienen características conductivas gracias a un proceso de transferencia extracelular de electrones (TEE) que es dirigido por un repertorio de citocromos tipo-c, la producción de pili conductivo y de exopolisacáridos (1). Una cepa de *G. sulfurreducens* con mutación del gen *gsu1771* (que codifica un regulador transcripcional, cepa Δ gsu1771), produce una biopelícula más gruesa y electroconductiva, mejora la reducción de Fe(III) además de aumentar la producción de pili conductivo, así como de algunos citocromos tipo-c (2). Sin embargo, se desconocen los genes que son regulados por la proteína GSU1771 y que participan en la TEE y síntesis de exopolisacáridos.

En este trabajo se caracterizó la respuesta transcriptómica de la cepa Δ gsu1771 en condiciones de formación de biopelícula en vidrio, así como la producción de pili y de citocromos tipo-c.

Metodología. Se obtuvieron biopelículas de *G. sulfurreducens* (parental y Δ gsu1771) desarrolladas sobre vidrio en medio NBAF en condiciones anaerobias a 25°C por 48 hrs (3). Las biopelículas se procesaron para extraer ARN y realizar estudios de RNA-seq. Los genes diferencialmente expresados (DE) se obtuvieron con la plataforma IDEAMEX tomando aquellos con un "p value" <0.05 y un "Log fold change" > 1.5. Algunos genes DE se validaron por RT-qPCR (3). Se evaluó la producción de PilA, OmcS y OmcZ mediante inmunoblot así como el perfil de citocromos tipo-c mediante tinción hemo. Finalmente se evaluó la interacción de GSU1771 con las regiones promotoras de algunos genes DE mediante ensayos EMSA (3).

Resultados. El resultado del RNA-seq mostró 467 genes DE (167 estuvieron sobregulados y 300 subregulados). Entre los genes DE se identificaron aquellos que codifican para la producción de

exopolisacáridos, transporte, metabolismo energético, transducción de señales, regulación, entre otros. Se identificaron genes DE que podrían favorecer la formación de biopelícula y la TEE. Los datos obtenidos por RNA-seq se validaron por analizar la expresión de varios genes DE por RT-qPCR. La tinción hemo mostró un aumento en la producción de citocromos tipo-c por la cepa Δ gsu1771 mientras que mediante Inmunoblot, se determinó que la cepa Δ gsu1771 produce una mayor cantidad de OmcS y OmcZ, dos citocromos ampliamente estudiados por su participación directa en la TEE. Por otro lado, PilA, la proteína estructural del pili conductivo, a pesar de estar subregulado en el RNA-seq, a nivel de proteína se encuentra en la misma proporción que la cepa parental, sugiriendo la existencia de un mecanismo de regulación postranscripcional en esta cepa que favorece la síntesis de PilA, probablemente a través de CsrA y LepA. Mediante ensayos de interacción DNA-proteína, se comprobó la interacción entre la proteína GSU1771 y las regiones reguladoras de algunos genes blanco como *pgcA*, *pulF*, *gsu1771* y *relA*. Para determinar los posibles sitios de unión de la proteína GSU1771, se realizó un análisis *in silico* de las regiones promotoras de estos genes, y se identificaron los posibles motivos de unión WTYTKYTYTT y GHGGMGGG.

Conclusiones. GSU171 es un regulador global que controla la expresión de al menos 467 genes, entre los que se encuentran aquellos relacionados a la producción de exopolisacáridos, transporte y metabolismo energético que están relacionados con fenotipos observados en la cepa Δ gsu1771. GSU1771 regula directamente a algunos de sus genes blanco, posiblemente interactuando con los motivos WTYTKYTYTT y GHGGMGGG localizados en la región promotora.

Agradecimiento. PAPIIT-UNAM No. IN212022.

Bibliografía.

1. Lovley, D.R., et al. (2011) *Adv Microb Physiol* 59, 1-100.
2. Hernández-Eligio, J. A., et al. (2022) *Bioelectrochem* 145, 1567-5394.
3. Jaramillo-Rodríguez J.B., et al. (Sometido PlosOne).

EFFECTO DEL FURFURAL Y EL ÁCIDO ACÉTICO EN LA FERMENTACIÓN Y BIOENERGÉTICA DE *Scheffersomyces stipitis* Y *Saccharomyces cerevisiae*

José de Jesús Saucedo Gutiérrez, Monserrat Escamilla García, Aldo Amaro Reyes, Carlos Regalado González, José Ángel Granados Arvizu, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Qro, 76010, jose.angel.granados@uaq.edu.mx

Palabras clave: bioetanol, inhibidores, biocombustibles

Introducción. Los monómeros de azúcares obtenidos después de realizar el pretratamiento y la hidrólisis se pueden utilizar para la obtención de bioetanol a través de la fermentación (1). En este paso es donde la presencia de sustancias inhibitoras puede resultar en un punto perjudicial para el proceso. Se ha demostrado que el furfural inhibe directamente a las enzimas como alcohol deshidrogenasa, piruvato deshidrogenasa y acetaldehído deshidrogenasa; por lo que afecta directamente en su crecimiento. También provoca la acumulación de especies reactivas de oxígeno, por lo que termina dañando los componentes principales de la célula (2). Mientras tanto, el ácido acético es un inhibidor que es capaz de atravesar la membrana de la célula para posteriormente afectar el metabolismo (3). Por lo cual, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del furfural y ácido acético sobre el crecimiento, fermentación y los parámetros bioenergéticos de *Scheffersomyces stipitis* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Metodología. Se emplearon 0.1, 0.2 y 0.3 % v/v de furfural (F), de ácido acético (AcA) y la combinación de estos (F/AcA) (Tabla 1), usando glucosa 0.5 M como fuente de carbono a 30°C por 48 horas y 250 rpm. Se midió el tiempo de duplicación (td), la velocidad específica de crecimiento (μ), el consumo de la fuente de carbono (%), la producción de biomasa (g/L) y la producción de etanol (g/L) durante 48 h. Los parámetros bioenergéticos por evaluados fueron la relación ATP/ADP, la cuantificación de especies reactivas de oxígeno, el flujo glucolítico a través de la tasa de acidificación extracelular (ECAR) y el potencial de membrana.

Tabla 1. Tratamientos experimentales

Tratamiento	Inhibidor	Concentración del inhibidor
C	-	-
1	F	0.1
2	F	0.2
3	F	0.3
4	AcA	0.1
5	AcA	0.2
6	AcA	0.3
7	AcA+F	0.1+0.1
8	AcA+F	0.2+0.2
9	AcA+F	0.3+0.3

Resultados. El furfural en todas las concentraciones probadas disminuyó más del 60% el μ de *S. stipitis* en comparación con el control, mientras que el dt aumentó 2,5 veces más que el control. En el caso del ácido acético, el 0,1% disminuyó cerca del 50% del valor de μ , y casi el 80% con el 0,2 y el 0,3% en comparación con el control (Fig. 1). En *S. cerevisiae* el F y el AcA inhibieron el crecimiento en todos los tratamientos.

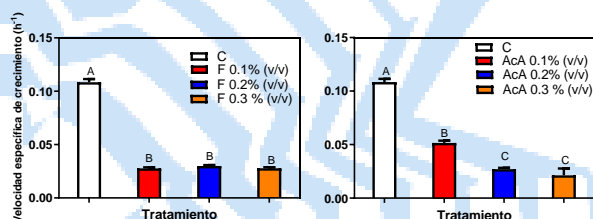


Fig 1. Valores de μ para tratamientos con F (izquierda) y AcA (derecha) en *S. stipitis*.

La fermentación mostró una tendencia entre el incremento del F y el incremento del etanol, mientras que AcA inhibió la producción de este a 0.3% (Fig. 2).

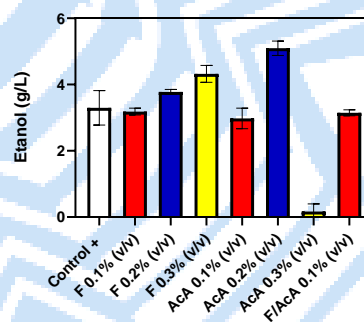


Fig. Etanol producido por *S. stipitis* en presencia de los inhibidores F, AcA y F/AcA en fermentación a 48 h y 30°C

Conclusiones. La presencia de F o AcA podrían actuar como inductores de la producción de etanol en *S. stipitis*, mientras que en *S. cerevisiae* actúan como inhibidores del crecimiento

Bibliografía.

- Vasic K, Knez Z, Leitgeb, M. (2021) *Molecules*. 26: 1-23
- Liu C, Li K, Li K-Y, Sakdaronnarong C, Mehmood M, Zhao X. (2020) *Front. Bioeng. Biotechnol.* 8: 1-10.
- Artifon W, Bonatto C, Bordin E, Bazoti S, Dervanoski A, Alves S. (2018) *Front. Bioeng. Biotechnol.* 6: 1- 6.

EVALUACIÓN DEL TIPO DE SUBSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA USANDO AGUA Y LODO RESIDUAL AGROINDUSTRIAL EN CELDAS DE COMBUSTIBLES MICROBIANAS SEDIMENTARIAS

Aldair Valle García¹, María Jesús Gonzales², Eliana Vergara³.

Universidad del Magdalena^{1,3}, Santa Marta – Colombia (470001)^{1,3}, Universidad de Buenos Aires², Buenos aires – Argentina (1000-1499)².

aldairvallej@unimagdalena.edu.co¹

Palabras clave: sistemas electroquímicos, celda de combustible sedimentaria, densidad de potencia.

Introducción. Las Celdas de Combustibles Microbianas Sedimentarias (SMFC) son dispositivos electroquímicos que pueden utilizarse para la generación de energía a partir de sustratos orgánicos incluyendo sustratos complejos como son aguas/lodos residuales, las SMFC utilizan la acción catabólica de las bacterias que catalizan reacciones de oxido-reducción para liberar energía química que puede utilizarse para la producción de energía eléctrica (1). El objetivo del presente trabajo es evaluar el potencial de generación de energía empleando (i) lodos residuales de una laguna facultativa anaerobia de la agroindustria y (ii) sedimentos naturales (lago).

Metodología. Se construyeron SMFC con capacidad de 500 mL, empleando sedimentos obtenidos de una laguna facultativa de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTARI) de la industria de aceite de palma (SMFC-PTARI). Dentro de los sedimentos fue ubicado el ánodo. En parte superficial de la cámara se ubicó el cátodo, el cual fue cubierto por agua residual obtenida de laguna anaerobia. Los electrodos ánodo y cátodo utilizados fueron discos de grafito con espesor de 4 mm y 2.2 cm de diámetro. Paralelamente, como referencia se construyeron SMFC con lodos una fuente natural: Lago de la Universidad del Magdalena (SMFC-LU). El desempeño de las SMFCs se evaluó a partir de la medición de voltaje a circuito abierto (OCV), corriente y potencial, curvas de polarización y de densidad de potencia.

Resultados. El OCV alcanzado por las SMFC-LU fue de $570 \pm 56,5$ mV, mientras que las celdas con lodos SMFC-PTARI alcanzaron en promedio OCV de $195 \pm 120,2$ mV. Las SMFC-LU obtuvieron un mayor desempeño en la producción de energía, alcanzando densidades de potencias 2.8 veces mayor que las celdas SMFC-PTARI (Fig 1 y 2). Las densidades de corriente máximas alcanzadas fueron >550 mA/m² para los lodos naturales, mientras que la $j_{max} > 200$ mA/m² en los lodos residuales. La resistencia interna (RI) de las celdas que tuvieron un mayor rendimiento fue en promedio $333.5 \pm 159 \Omega$.

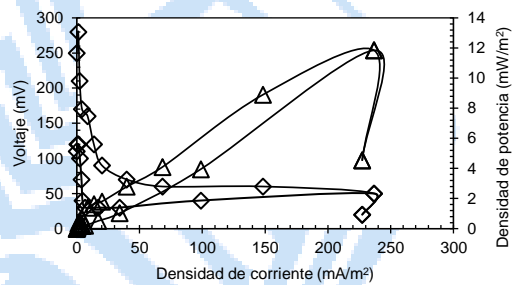


Fig. 1. Curvas de polarización (j vs V) y de densidad de potencia (j vs p) para SMFC-PTARI. (◇) Curva polarización; (△) densidad de potencia.

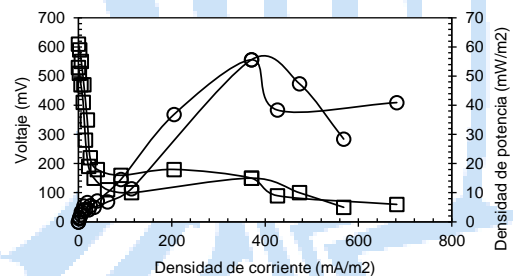


Fig. 2. Curvas de polarización (V vs I) y de densidad de potencia (I vs J) para SMFC-LU. (□) Curva de polarización. (○) Curva de densidad de potencia.

Conclusiones. Las SMFC-LU operadas con sedimentos naturales presentaron un rendimiento 36% mayor que las SMFC-PTARI operadas con lodos de la agroindustria. Esto puede deberse a que la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las aguas residuales de la agroindustria registraron un valor de 2006 mg O₂/L, debido a que hay mayor presencia de sustancias orgánicas de difícil degradación para los microorganismos. Para futuros ensayos se plantea la implementación de co-digestión de lodos de agua residuales con residuos alimenticios.

Agradecimiento. A la convocatoria 890, 2020 de Minciencias, Colombia.

Bibliografía.

(1) Rao, A., Rath, A., Sharma, R., & Meda, U. S. (2022). *ECS Transactions*, 107(1), 10729–10755.

FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS ELECTROACTIVAS DE *GEOBACTER SULFURREDUCTENS* SOBRE DIFERENTES MATERIALES

Luis M. Rodríguez-Torres ⁽¹⁾, Guillermo A. Huerta-Miranda ⁽¹⁾, Alberto Hernández-Eligio ^(1,2), Katy Juárez ^{*(1)}. ⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 2001. Col. Chamilpa, 62210 Cuernavaca, Morelos, México. ⁽²⁾ Investigador por México, CONACyT, Ciudad de México, México

luis.rodriguez@ibt.unam.mx, katy.juarez@ibt.unam.mx

Palabras clave: Geobacter sulfurreducens, biopelículas electroactivas, sistemas bioelectroquímicos

Introducción. *Geobacter sulfurreducens* es un microorganismo que desempeña un papel importante en la producción de electricidad a partir de materia orgánica de desecho en sistemas bioelectroquímicos (1), esto lo lleva a cabo formando biopelículas electroactivas sobre electrodos y transfiriendo los electrones a través de citocromos tipo *c* y un pili conductor tipo IV (2). En la literatura se han reportado varios materiales de electrodos en los que esta bacteria puede crecer y formar biopelículas electroactivas (3). Para este trabajo se utilizaron dos cepas de *G. sulfurreducens*: la cepa silvestre DL1 (WT) y la cepa con una mutación en el gen *gsu1771* (Δ *gsu1771*) que produce una biopelícula más gruesa y conductiva (4). Con el propósito de analizar el efecto del material de soporte en la formación de la biopelícula, se probaron seis materiales de soporte para crecer y desarrollar biopelículas y comparar las dos cepas estudiadas: vidrio, Fe₂O₃-vidrio, FTO, Fe₂O₃-FTO, grafito y acero inoxidable.

biopelícula más gruesa y estructurada comparado con la cepa WT sobre los 6 materiales de soporte (Fig. 2). Los resultados de las pruebas electroquímicas indican que la cepa Δ *gsu1771* produce más corriente que la cepa WT sobre los soportes de FTO, Fe₂O₃-FTO, grafito y acero inoxidable.

Actualmente se está analizando la expresión de genes involucrados en la transferencia extracelular de electrones (TEE) a través de RT-qPCR en el que se ha observado una mayor expresión de genes de citocromos tipo *c* de la cepa Δ *gsu1771* en comparación con la cepa WT.

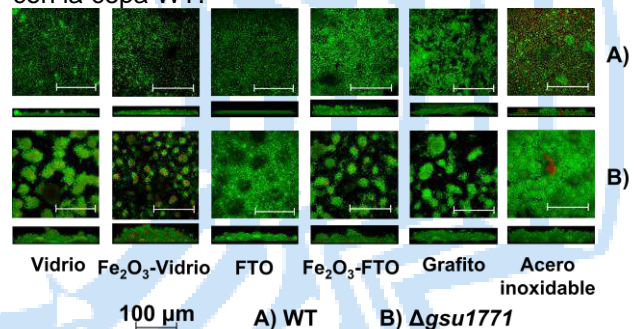


Fig. 2. Vista superior y lateral de las biopelículas formadas por las cepas WT y Δ *gsu1771* de *G. sulfurreducens* DL1 sobre diferentes materiales a las 48 horas.

Metodología.

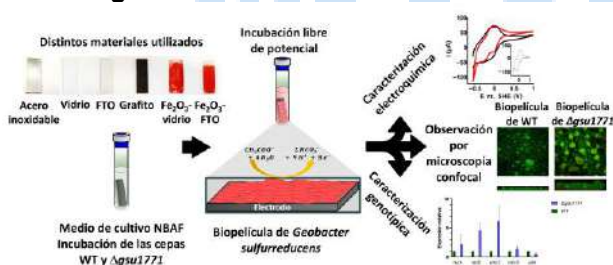


Fig. 1. Descripción gráfica de la metodología utilizada para este trabajo.

Resultados. Las biopelículas desarrolladas sobre los diferentes soportes se caracterizaron mediante pruebas electroquímicas, microscopía confocal y expresión de ciertos genes mediante RT-qPCR.

Por microscopía confocal, se observa que la cepa WT forma una delgada biopelícula continua sobre los diferentes soportes, llegando a formar unos pequeños agregados sobre Fe₂O₃-FTO, grafito y acero inoxidable. No obstante, la cepa Δ *gsu1771* forma una

Conclusiones. La cepa mutante Δ *gsu1771* de *G. sulfurreducens* DL1 forma una biopelícula más gruesa y genera una mayor cantidad de corriente que la cepa WT, independientemente del material de soporte sobre el que crezca, lo que la convierte en un excelente candidato para ser utilizada en sistemas bioelectroquímicos.

Agradecimiento. PAPIIT-UNAM No. IN212022. CONACyT por la beca para estudios de Maestría otorgada a Luis M. Rodríguez-Torres (CVU: 1148563).

Bibliografía.

1. Malvankar, N. S., et al. (2012). *Energy Environ. Sci.* 5(2),
2. Franks, A. E., & Nevin, K. P. (2010). *Energies.* 3(5),
3. Bond, D. R., & Lovley, D. R. (2003). *Appl Environ Microbiol.* 69(3),
4. Hernández-Eligio, A., et al. (2022). *Bioelectrochem.* 145(108101).

POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGÁS DE LA CODIGESTIÓN ANAEROBIA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES GENERADOS EN EL ESTADO DE JALISCO

Fernanda E. Ibarra-Esparza, Martín Esteban González-López, Juanpablo Ibarra-Esparza, Carlos Daniel García-López y Misael Sebastián Gradilla-Hernández. Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Laboratorio de Sostenibilidad y Cambio Climático, Zapopan, CP 45138. msgradilla@tec.mx

Palabras clave: digestión anaerobia, residuos agroindustriales, producción de biogás

Introducción. La DA consiste en la degradación de materia orgánica en condiciones anóxicas por de microorganismos, lo que resulta en la producción de biogás (compuesto principalmente de CH₄ y CO₂), que puede ser utilizada para la producción de electricidad, calor, y combustible (1). Diferentes residuos orgánicos pueden ser utilizados como sustrato en sistemas de DA; no obstante, algunos como los agroindustriales, producen bajo rendimiento de biogás (2). La monodigestión de las vinazas tequileras (VT) y el lactosuero descremado (LD), dos de los principales residuos generados por la agroindustria Jalisciense, presenta un reto debido a su alta DBO y su baja alcalinidad (2). Una estrategia para superar estos retos es la codigestión con residuos con características fisicoquímicas complementarias (3). El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de generación de biogás de la codigestión anaerobia dos residuos agroindustriales generados en Jalisco (VT y LD).

Metodología. VT y LD fueron recolectados en la región de los Altos (Jalisco). El contenido de SV, COT y NT fue determinado de acuerdo a métodos estándar (4). El PBM de cinco mezclas VT-LD (80-20, 60-40, 50-50, 40-60, 20-80 % p/p) fue evaluado por duplicado en reactores de 1 L a 38°C con agitación continua (30 rpm). Como inóculo se utilizó un lodo granular anaerobio recolectado de una planta de DA de VT. Se añadieron 17.3 gVS de inóculo y 50g de mezcla VT-LD. La duración de las pruebas fue de 14 días.

Resultados. La relación C:N y la razón inóculo sustrato (RIS) de cada mezcla fue calculada para cada mezcla, los resultados obtenidos oscilaron entre 26-52 y 6.2-7.2, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Producción de biogás de las mezclas de vinaza tequileras y lactosuero.

Mezcla (VT-LD%)	Relación C:N	RIS (gSV _i /gSV _s)	Rendimiento de biogás (ml/gSV)
80-20	52	7.2	945
60-40	43	6.9	886
50-50	39	6.7	897
40-60	35	6.5	916
20-80	26	6.2	828

Las curvas de producción acumulada de biogás presentaron un comportamiento diaúxico como se muestra en la Fig 1. El rendimiento de biogás obtenido de las diferentes mezclas osciló entre 828-945 ml/gSV; no obstante, el resultado de un ANOVA mostró que no existe una diferencia significativa en el rendimiento de biogás entre las cinco mezclas analizadas ($p = 0.560$).

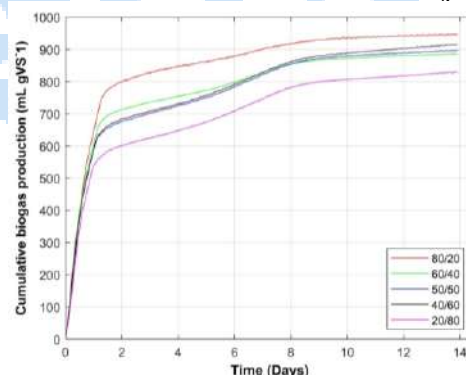


Fig. 1. Producción acumulada de biogás (ml/gSV) de las mezclas de vinaza tequileras y lactosuero.

Conclusiones. La producción de biogás a partir de la codigestión anaerobia de vinazas tequileras y de lactosuero descremado es una estrategia viable para el manejo sostenible de residuos de la agroindustria Jalisciense. La evaluación de cinco mezclas VT-LD no mostró una diferencia significativa en el rendimiento de biogás al variar la composición %p/p del sustrato, oscilando entre 828-945 ml/gSV.

Agradecimiento. Se agradece a CONACyT, al Tec de Monterrey y a Brimex Energy por los apoyos brindados.

Bibliografía.

- Achinas S, Achinas V, Euverink GJW. Engineering [Internet]. 2017;3(3):299–307. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/J.ENG.2017.03.002>
- Sousa SP, Lovato G, Albanez R, Ratusznei SM, Rodrigues JAD. Appl Biochem Biotechnol. 2019;189(3):987–1006.
- Hagos K, Zong J, Li D, Liu C, Lu X. Renew Sustain Energy Rev [Internet]. 2017;76(March 2016):1485–96. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.184>
- Bridgewater L, APHA. 22nd ed. American Public Health Association, editor. Washington: American Water Works Association; 2012. 724 p.

APLICACIÓN DE PRETRATAMIENTOS COMBINADOS EN LA CODIGESTIÓN DE RESIDUOS DE NOPAL Y NEJAYO PARA LA PRODUCCIÓN DE METANO

Iris Sandoval Rojas^a, Samantha Pastrano Regalado^a, Ma. del Carmen Chávez Parga^{*a}, José Apolinar Cortés^a

^a Laboratorio de Ingeniería Ambiental, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Francisco J. Múgica s/n, Ciudad Universitaria, Morelia Michoacán, C. P. 58030. México. *cparga@umich.mx

Palabras clave: Taguchi L9, Biogás, Prueba BMP, Metano.

Introducción. La Digestión Anaerobia (DA) es un proceso biológico, en donde se llevan a cabo reacciones bioquímicas secuenciales en cuatro etapas (hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis) que se realizan por distintos grupos microbianos específicos, para la degradación de la biomasa (materia orgánica) y la generación de biogás (70% CH₄ y 30% CO₂) (1); la DA se considera compleja porque es necesario el control factores fisicoquímicos, tales como: Temperatura, pH, Alcalinidad, Ácidos Grasos Volátiles (AGV's), Concentración de la alimentación, tamaño de partícula del residuo, la relación C/N/P y la relación de residuos /microorganismos (R/M) (2). El propósito del presente trabajo fue evaluar el efecto de la codigestión de los residuos de nopal y de nejayo, pretratados, con la finalidad de incrementar la cantidad de metano contenido en el biogás generado.

Metodología. Se realizó un diseño de experimentos (DE) Taguchi L₉ (3), en donde se consideraron los factores; proporción de nopal pretratado-nejayo, relación R/M y pretratamiento térmico, a tres niveles diferentes, para una concentración de 30gDQOL⁻¹ (23.89 gSVL⁻¹) y pH a 8.5, además se consideraron los testigos de nopal y nejayo sin mezcla ni pretratamiento. La evaluación de la producción de CH₄ en el biogás se realizó a través de la prueba Potencial Bioquímico de Metano (PBM) (4). El análisis de biogás se realizó por cromatografía de gases. Se evaluaron los rendimientos para la producción de biogás, y metano producido mediante las relaciones NmL_{biogás}gSV⁻¹ y NmL_{CH₄}gSV⁻¹ respectivamente.

Resultados. De los resultados obtenidos se observó que la prueba 5 (1:1 v/v, R/M (300 mL/100 mL, 50 °C) generó la mayor producción de biogás con un volumen final de 4,273 NmL (Figura 1), y con un porcentaje de CH₄ del 61.5%, con rendimiento de 308.15 NmL_{biogás}/gSV y 189.5 NmL_{CH₄}/gSV. El incremento de los NmL de metano de la prueba 5 con respecto a al testigo 6 (nopal) fue de 201.68%, y con el testigo 9 (nejayo) fue de 256.4%.

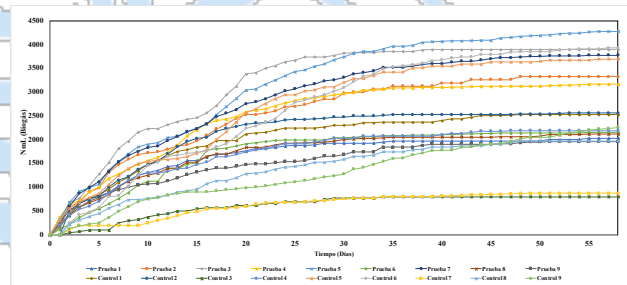


Fig. 1. Producción de biogás

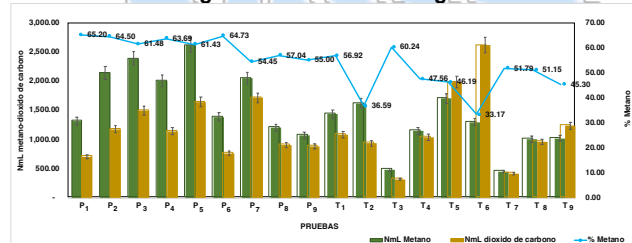


Fig. 2. Porcentaje de CH₄

Conclusiones. La aplicación de pretratamientos combinados en la codigestión de residuos de nopal y nejayo favoreció el proceso de la DA, al aumentar el porcentaje de CH₄, con respecto a los testigos.

Agradecimientos. A conacyt (Becario 893111) y a la UMSNH/CIC-PI/2022-2023.

Bibliografía.

1. Panigrahi, S., Sharma, H. B., & Dubey, B. K. Anaerobic co-digestion of food waste with pretreated yard waste: A comparative study of methane production, kinetic modeling and energy balance. *Journal of Cleaner Production* (2019).
2. Rojas, I. S., Cortés, J. A., & del Carmen Chávez Parga, M. Influence of Combined Mechanical, Chemical, and Thermal Pretreatment Methods and Concentration Control on Biomethane Production from *Opuntia ficus-indica* Waste. *BioEnergy Research*, (2022).1-13.
3. Deepanraj B, Sivasubramanian V, Jayaraj S Multi-response optimization of process parameters in biogas production from food waste using Taguchi – Grey relational analysis. *Energy Conversion and Management*, (2017), 141 429– 438.
4. Holliger C, Alves M, Andrade D, Angelidaki I, Astals S, Baier U, Bougrier C, Buffière P, Carballa M, et al. Towards a standardization of biomethane potential tests. *Water Science & Technology*, 74 (11), (2016) 2515–2522.

ANÁLISIS DE LA REMOCIÓN COMBINADA CARBONO-NITRÓGENO EN UN REACTOR DE BIOPELÍCULA ANAEROBIA

Luz Angélica Cariño-Vázquez^a, Ofelia Landeta-Escamilla^a, Norma Alejandra Vallejo-Cantú^a, Alejandro Alvarado-Lassman^a, Raúl Snell-Castro^b, Erik Samuel Rosas-Mendoza^c. ^aDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba, Orizaba 94320. ^bDepartamento de Ingeniería Química, CUCEI-Universidad de Guadalajara, Guadalajara 44430. ^cCONACYT-Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba, Orizaba 94320. erik.rm@orizaba.tecnm.mx

Palabras clave: Remoción carbono-nitrógeno, Reactor de biopelícula anaerobia, Fracción líquida de residuos sólidos orgánicos.

Introducción. La remoción carbono-nitrógeno es una opción atractiva para la remoción de nitrógeno en presencia de una fuente rica en carbono orgánico como la fracción líquida de los residuos sólidos orgánicos (FL-RSO) (1), siendo una alternativa viable para la reducción de la carga orgánica y la recuperación de energía a través de la producción de biogás rico en metano. Sin embargo, la dinámica de poblaciones microbianas en la digestión anaerobia podría ser afectada debido a la competencia por sustratos entre las bacterias desnitrificantes y arqueas metanógenas, provocando un bajo rendimiento de metano. El objetivo de este trabajo fue monitorear el desempeño de un reactor anaerobio híbrido (RAH) en la remoción de carbono y carbono-nitrógeno.

Metodología. Se utilizó un RAH con un volumen total de 3.65 L constituido por un lecho fijo y un lecho fluidizado inverso, usando como inóculo 0.73 L de Extendsphere™ previamente colonizado y FL-RSO como sustrato. Durante la Etapa 1 se alimentó una carga volumétrica aplicada (CVA) de 5 gDQO/L·d. En la Etapa 2 se suministró la misma CVA adicionando al afluente nitrógeno a una relación C/N-NaNO₃=30. El RAH se operó a una temperatura de 35 °C con un pH entre 6.8 y 7.2. Se analizó el pH, factor α de alcalinidad, DQO total, DQO soluble, sólidos totales, sólidos volátiles y alcalinidad en el afluente y efluente (2). El biogás generado se cuantificó mediante un sistema de desplazamiento gas-líquido. Se determinó la materia volátil adherida (MVA) y porcentaje de colonización de la Extendsphere al inicio de cada etapa.

Resultados. Los resultados obtenidos del monitoreo de la remoción carbono y carbono-nitrógeno se observan en las Tablas 1 y 2, respectivamente. En la Etapa 1 se logró la estabilización en un tiempo prolongado de alrededor de 70 días debido al bajo porcentaje de colonización inicial. Al inicio de la Etapa 2 el reactor disminuyó su rendimiento debido a una posible competencia por carbono entre bacterias

desnitrificantes y arqueas metanógenas durante la remoción simultánea de carbono y nitrógeno. Sin embargo, el digestor recuperó su desempeño en 15 días, que pudo estar asociado al mayor porcentaje de colonización del soporte al inicio de la Etapa 2.

Tabla 1. Resultados de la Etapa 1 (Remoción Carbono).

Parámetro	Arranque	Día 50	Día 100	Día 145
pH afluente	6.97	7.15	7.17	7.04
pH efluente	5.73	7.25	7.93	8.14
pH interno	6.66	6.93	6.77	6.64
DQOT removida (%)	20.75	56.47	97.34	96.90
DQOS removida (%)	18.18	53.46	98.07	97.80
ST removidos (%)	12.93	28.95	57.87	37.37
SV removidos (%)	16.81	34.19	62.21	65.50
Factor α	0.46	0.09	0.16	0.11
Biogás (L)	1.50	1.75	3.25	5.50

MVA: 0.048 g-biomasa/g-soporte y colonización igual a 22.73 %.

Tabla 2. Resultados de la Etapa 2 (Remoción C-N).

Parámetro	Día 146	Día 150	Día 155	Día 160
pH afluente	7.03	7.06	7.01	7.01
pH efluente	7.52	7.34	8.25	8.77
pH interno	6.23	6.94	6.81	7.11
DQOT removida (%)	83.47	69.70	86.65	95.94
DQOS removida (%)	84.21	62.55	88.27	98.46
ST removidos (%)	49.18	37.36	43.62	45.69
SV removidos (%)	58.73	42.92	69.80	60.97
Factor α	0.37	0.48	0.22	0.10
Biogás (L)	2.50	3.75	4.00	4.75

MVA: 0.140 g-biomasa/g-soporte y colonización igual a 67.79 %.

Conclusiones. Los RSO son una opción viable para ser empleados como fuente de carbono en la remoción carbono-nitrógeno, concluyendo que con una relación C/N=30 es posible lograr el equilibrio en la actividad de las bacterias desnitrificantes y arqueas metanógenas, obteniendo un desempeño adecuado del reactor.

Agradecimiento. Al TecNM, COVEICYDET por el financiamiento del proyecto 152345/2021 y al CONACYT por la beca 1150695.

Bibliografía.

- Zhu, Z., Y. Zhao, Y. Guo, R. Zhang, Y. Pan y T. Zhou. (2021). Bioresource Technology. 334: 123244.
- APHA. (2017). Standard Methods for the examination of water and wastewater.

EFFECTO DE LOS RESIDUOS CÍTRICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN UN REACTOR ANAEROBIO DE BIOPELÍCULA

Laura Isabel Hernández-Palagot^a, Juan Manuel Méndez-Contreras^a, Norma Alejandra Vallejo-Cantúa^a, Alejandro Alvarado-Lassman^a, Raúl Snell-Castro^b, Erik Samuel Rosas-Mendoza^c

^aTecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Orizaba, 94320. ^bCUCEI-Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería Química, Guadalajara, 44430. ^cCONACYT-Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba, Orizaba, 94320. erik.rm@orizaba.tecnm.mx

Palabras clave: residuos cítricos, biogás, reactor anaerobio de biopelícula

Introducción. Los residuos sólidos cítricos (RSC) representan el 9.5 % de los residuos sólidos orgánicos (RSO) generados en México (1). Dichos residuos se pueden degradar mediante digestión anaerobia (DA) y a su vez producir biogás. Sin embargo, la presencia de inhibidores en el sustrato, tales como el D-limoneno (aceite esencial presente en los cítricos), afecta la actividad de las poblaciones microbianas que se encuentran en la biopelícula del reactor anaerobio (2), lo cual perturba los parámetros operativos y provoca la disminución del rendimiento del biogás producido.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la presencia de RSC sobre la producción de biogás en un reactor anaerobio de biopelícula.

Metodología. Se utilizó un reactor anaerobio híbrido (RAH) conformado en la parte de arriba por un lecho fijo (LF) adherido a 280 anillos poliméricos de 2.5x0.5 cm como soporte. Mientras que, la parte de abajo del RAH, estaba conformada por un lecho fluidizado inverso (LFI) adherido a 1.1 L de Extendsphere™ de 0.17 mm de diámetro. El RAH fue operado en continuo durante dos etapas a una carga volumétrica aplicada de 5 gDQO/L·d, temperatura de 35±2 °C y ajustando el pH entre 6.8 y 7.2 con NaHCO₃. En la Etapa 1 se acondicionó el RAH utilizando como sustrato la fracción líquida de RSO; mientras que, en la Etapa 2 se perturbó el proceso de DA empleando como sustrato una mezcla de fracciones líquidas RSO 70%:RSC 30% v/v. Se monitoreó en el RAH el pH, DQO_T, DQO_S, SST, SSV, factor α de alcalinidad y producción de biogás mediante métodos estandarizados (3). También se cuantificó la materia volátil adherida (MVA) al LFI en la zona superior (S), media (M) e inferior (I) del LFI al inicio de cada etapa (3); que se utilizó para calcular el porcentaje de colonización en el LFI aplicando un valor máximo de colonización de 0.21 gBiomasa/gSoporte como referencia (4).

Resultados. Al inicio de la Etapa 1, el LFI de la zona S tuvo 29 % de colonización, 30 % en la zona M y 41

% en la zona I. Durante esta etapa, se favoreció el aumento en la colonización del soporte fluidizado, observándose un aumento de 30 %, 20 % y 3 % en las zonas S, M e I, respectivamente.

El desempeño del RAH indicó un aumento del pH interno y en el efluente. También, se observó una disminución del porcentaje de remoción de DQO_T de 97.9 % a 97.3 % y de DQO_S de 99.8 % a 97.2 % (Tabla 1). La producción de biogás al finalizar la Etapa 1 fue de 5,500 mL, pero al perturbar el proceso de DA con RSC se obtuvo una disminución gradual en la producción de biogás hasta alcanzar 3,750 mL en el día 80 de operación. Dicha producción aumentó hasta alcanzar los 5,250 mL en el día 89.

Tabla 1. Comparación del desempeño del RAH en la Etapas 1 y 2

	Etapa 1 (RSO)	Etapa 2 (RSO 70%:RSC 30%)			
	Día 73	74	80	83	89
pH afluente	7.00	7.01	7.01	7.01	7.01
pH interno	7.07	6.60	7.99	7.56	7.54
pH efluente	8.60	8.08	8.64	8.55	8.17
DQO _T removida (%)	97.9	97.1	96.5	92.0	97.3
DQO _S removida (%)	99.8	95.1	97.6	93.2	97.2
SST removidos (%)	36.6	44.9	19.6	20.0	31.8
SSV removidos (%)	60.8	51.3	54.5	43.9	62.9
Factor α	0.18	0.19	0.09	0.14	0.13
Biogás (mL)	5500	5250	3750	4500	5250

Conclusiones. Los RSC tuvieron un efecto negativo en los parámetros de monitoreo en el RAH y producción de biogás, sin embargo, no fue significativo. La población microbiana metanogénica del LFI se adaptó al sustrato, recuperando la producción de biogás después de 16 días de operación durante la Etapa 2.

Agradecimiento. Al TecNM y al CONACYT por la beca número 1150678.

Bibliografía.

1. USDA. (2022). Citrus: world markets and trade.
2. Ruiz, B., y Flotats, X. (2014). *Waste management*. 34(11): 2063-2079.
3. APHA. (2017). Standard Methods for the examination of water and wastewater.
4. Buffière, P., Pierre, B. J., y Moletta, R. (2000). *Water Research*. 34(2): 673-677.

Producción de lípidos por el hongo oleaginoso *Mortierella isabellina* en un bioreactor airlift para su uso en la producción de biodiesel.

Espinoza Gil Mijael¹, Cañizares Villanueva Rosa Olivia¹, Medina Mendoza Gustavo¹, Loera Corral Octavio², Aguilar López Ricardo¹, Montes Horcasitas María del Carmen¹
mijael_espinoza@cinvestav.mx

¹Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, Cinvestav - IPN, Av. IPN 2508, C.P. 07360 Zacatenco, Ciudad de México, México.

²Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, 09340, México.

Palabras clave: Ácidos grasos, fermentación, Azúcar reductor.

Introducción. El biodiesel es una de las opciones de biocombustibles que menos daña el ambiente (Manaf et al. 2019), su producción a partir de microorganismos oleaginosos como el hongo *Mortierella isabellina* que tiene la capacidad de almacenar hasta un 50% de lípidos en base al peso seco celular (Gardeli et al. 2017) podría ser una opción viable para complementar la producción de aceite vegetal, la cual requiere una extensa área de cultivo que tiene como consecuencia la deforestación de bosques y selvas (Kaupper et al. 2020).

El objetivo del presente trabajo es producir lípidos con el hongo oleaginoso *Mortierella isabellina* en un biorreactor airlift e identificar y cuantificar por cromatografía de gases los lípidos producidos.

Metodología. Se realizó una fermentación por lote en un biorreactor airlift con el hongo *Mortierella isabellina* CDBB 901, el medio de cultivo con xilosa como fuente de carbono y sales minerales (Gao et al. 2013), se determinó pH, tensión de oxígeno disuelto, azúcar residual por el método del DNS (Miller G. 1959) y biomasa. Los ácidos grasos se identificaron y cuantificaron por cromatografía de gases, a partir de una curva de calibración con estándares.

Resultados. *Mortierella isabellina* produjo 5.76±0.23 g-biomasa celular/L, después de 7 días de fermentación, el pH disminuyó hasta 2.53±0.14 (Ver tabla 1) probablemente debido a la producción de ácidos orgánicos. El suministro de oxígeno se mantuvo constante, al final de la fermentación se observó saturación del caldo de cultivo por el crecimiento de micelio y la recirculación se hizo cada vez más lenta, la tensión de oxígeno disuelto disminuyó hasta 4.67±0.56%, lo que indica mayor consumo por parte del hongo durante la fase de crecimiento

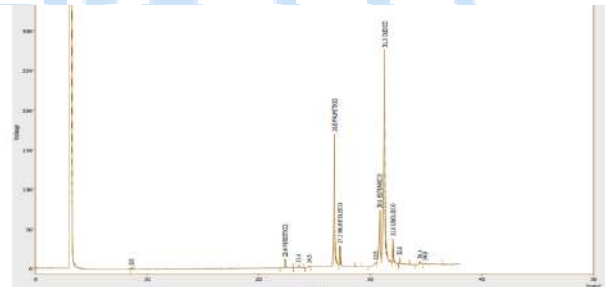


Fig. 1. Cromatograma de los ácidos grasos identificados en la biomasa celular de *Mortierella isabellina*.

El rendimiento biomasa producto $Y_{p/x}$ fue de 0.2±0.09, los ácidos grasos identificados fueron ácido palmítico, oleico y mirístico (Ver fig. 1) representan aprox. 90% de lípidos totales de la biomasa celular.

Tabla 1. Comparación de los parámetros en el biorreactor airlift.

Parámetro	Bioreactor Airlift	
	Inicial	Final
Biomasa(g/L)	Inóculo	5.76±0.23
pH	6±0.19	2.53±0.14
Xilosa (g/L)	25±2.12	0.5±0.24
Lípidos(g/L)	0	1.15±0.16
Tensión de O ₂ (%)	100%	4.67±0.56%

Conclusiones. Los lípidos extraídos de la biomasa de *M. isabellina* producida en el biorreactor airlift, son similares al aceite vegetal y pueden utilizarse para producir el biodiesel.

Agradecimiento. Agradecemos al CONACYT por la beca otorgada.

Bibliografía.

- Gao, D., (2013) *Bioresource technology* Vol 133: 315-321
- Miller, G., (1959) *Anal Chem* Vol 31: 426-8
- Gardeli C., (2017) *Journal of Applied Microbiology* 123, 1461--1477
- Manaf S. (2019) *Energy conversion and management* 185 508-517
- Kaupper T., (2020) *Biology and Fertility of Soils* 56:287–298

CFD MODELING AND SIMULATION OF A HYDROTREATMENT REACTOR COUNTERCURRENT USING *JATROPHA CURCAS L.* VEGETABLE OIL

Pablo Vizguerra Morales, Fabián S. Mederos Nieto, Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMPL), Instituto Politécnico Nacional Posgrado, Av. Acueducto s/n, Col. La Laguna Ticomán, 07340 Ciudad de México, México.

Palabras clave CFD, Hydrotreatment, Jatropha Curcas L., countercurrent

Introduction. Currently, the demand for energy is increasing worldwide, especially in Mexico, and it is expected that in the coming years it will increase due to population growth and developments in society. The main source of energy generation to meet current needs is fossil fuels, this gives rise to the emission of CO₂, leading to environmental problems such as; climate change and global warming. Therefore, it is important to offset the environmental impact and generate alternative fuel sources to meet demand.

To overcome the deterioration of the biomass oil properties by pyrolysis, an improvement process is required before its application. Currently, there are several techniques available to convert bio-oils into fuels; Catalytic hydrodeoxygenation, zeolite upgrading, catalytic cracking [6], supercritical technology and emulsification.

Bridgwater presented a review on biomass fast pyrolysis and suggested that biorefineries have the best possible scope for biofuel improvement. Recently, Yaseen experimentally studied the HDO of fast pyrolysis bio-oils from various feedstocks using carbon as catalyst support.

To overcome the deterioration of the biomass oil properties by pyrolysis, an improvement process is required before its application. Currently, there are several techniques available to convert bio-oils into fuels; Catalytic hydrodeoxygenation, zeolite upgrading, catalytic cracking, supercritical technology and emulsification

Gallakota carried out CFD simulations on the effect of catalysts (Pt/Al₂O₃, Ni-Mo/Al₂O₃, Co-Mo/Al₂O₃) in the hydrodeoxygenation of bio-oils, Guardo's work focused on CFD modeling of external mass transfer and intra-particle diffusion effects on supercritical hydrogenation of sunflower oil, Mendoza's work was on CFD analysis on the heat coefficient during palm oil hydrotreating.

Muharam also worked on the phenomenological model for the prediction of the performance of a

sludge bubble column reactor for the production of green diesel.

Subramanyan focused on CFD Simulations of Catalytic Hydrodeoxygenation of bio-oil using Pt/Al₂O₃ in a fixed-bed reactor [Subramanyan, 2015].

This work has the following objective:

1. Find the mathematical model of hydrodynamics and mass transport in the countercurrent hydrotreating reactor using Fluent 16 to validate with the experimental data.
2. Simulate with Fluent the kinetics of a reaction and the mass transfer in the reactor.

Metodología. The dynamic reactor trickle-bed reactor (TBR) for the hydrotreatment process, using a commercial CoMo/γ-Al₂O₃ catalyst, *Jatropha Curcas L* vegetable oil was used as raw material, shown in figure 1.

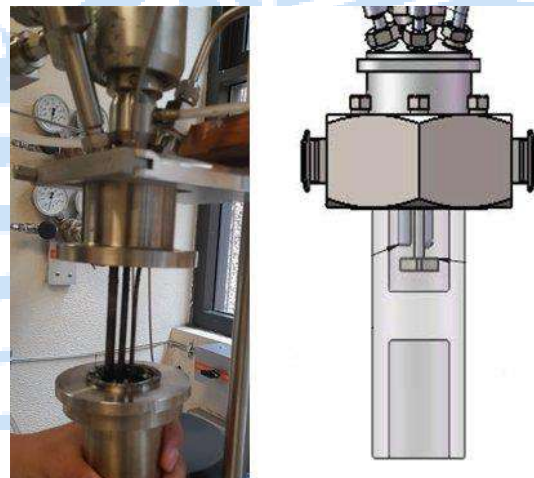


Fig. 1. TBR reactor in countercurrent that was studied.

The dimensions and operating conditions of the reactor are shown in table 1.

ESTUDIO DE LA REACCIÓN DE REDUCCIÓN DE OXÍGENO MEDIANTE EL TRANSPORTE EXTRACELULAR DE ELECTRONES DE LA BACTERIA *GEOBACTER SULFURREDUCTENS* DL-1 EN HUMEDALES ELECTROQUÍMICOS

Oscar Guadarrama Pérez, Gabriela Eleonora Moeller Chávez, Alexa Carolina Guevara Pérez, Cassandra Grisel Gaona Terrones, Víctor Hugo Guadarrama Pérez, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Departamento de Biotecnología, Jiutepec, Morelos. CP 62550, oguadarrama@upemor.edu.mx.

Palabras clave: Mecanismos de transferencia de electrones, bioelectricidad, Geobacter sulfurreducens DL-1

Introducción. Los humedales electroquímicos (HE) se han posicionado como una tecnología sustentable e innovadora (1). Estos se definen como dispositivos que convierten la energía bioquímica de compuestos orgánicos en bioelectricidad con la ayuda de bacterias electroactivas presentes en la rizósfera de las macrófitas (2). Uno de los principales desafíos que enfrentan los HE es la limitada densidad de potencia generada. Por lo tanto, es necesario potencializar su rendimiento (3). La implementación de un bioelectrocatalizador bacteriano (*Geobacter sulfurreducens* DL-1) puede incrementar el rendimiento bioelectroquímico de los HE.

El objetivo del presente estudio es evaluar los mecanismos de transferencia de electrones (e^-) en la reacción de reducción de oxígeno (RRO) durante la producción de bioelectricidad en HE.

Metodología. Se utilizó un HE de doble cámara construido a escala laboratorio, el cual fue inoculado con la bacteria *Geobacter sulfurreducens* DL-1 y alimentado con la solución Hoagland. Como sustrato se utilizaron los exudados radiculares de la macrófita *Philodendron cordatum*. La configuración electródica consistió en dos electrodos de fieltro de carbón. Finalmente, la evaluación del sistema de HE se realizó con un potenciostato/galvanostato acoplado a un electrodo de disco rotatorio, empleando pruebas de voltamperometría lineal.

Resultados. Los parámetros electrocinéticos evaluados, determinaron que la bacteria *Geobacter sulfurreducens* DL-1 produce e^- que son utilizados para llevar a cabo la RRO a través de la vía de los 4 e^- en el HE (Fig. 1). Además, se determinó que posee un alto potencial en la generación de bioelectricidad (Fig. 2). Se registró un máximo voltaje de 629 mV, con una respectiva densidad de potencia de 64 mW/m² cuando el HE fue operado con una resistencia externa de 560 Ω . En este contexto, el rendimiento bioelectroquímico está sujeto a la interacción bacterias-exudados y las actividades fotosintéticas de la macrófita.

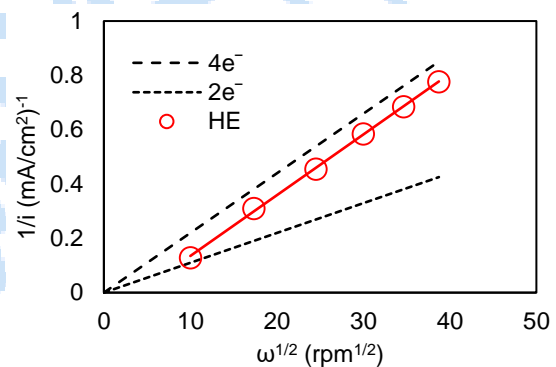


Fig. 1. Gráfica de Koutecky-Levich sobre la RRO del HE.

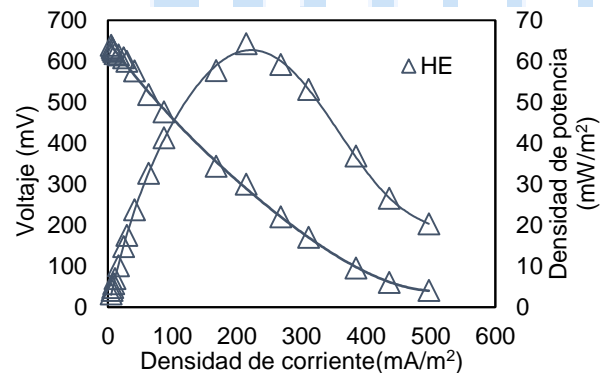


Fig. 2. Curva de polarización obtenida a partir del HE.

Conclusiones. Los exudados generados por la macrófita *Philodendron cordatum* permitieron que la bacteria *Geobacter sulfurreducens* DL-1 genere e^- para llevar a cabo la RRO por la vía de 4 e^- en el HE.

Agradecimiento. Los autores agradecen el apoyo financiero de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

Bibliografía.

1. Nitorisavut R, Regmi R. (2017) Renew Sust Energ Rev. 76:81-89.
2. Bond D, Lovley D. (2003) Environ Microbiol Appl. 69:1548-1555.
3. Uria N, Ferrera I, Mas J. (2017) BMC Microbiol. 17:1-12.

ENERGÍA SÓLIDA OBTENIDA DE PODAS DE MUÉRDAGO

Paulina Alejandra Aguilar Hernández¹, Elizabeth Quintana Rodríguez², José Octavio Saucedo Lucero², Catalina de la Rosa², Arturo Guerrero Barranco², José Esparza Claudio², Domancar Orona Tamayo^{2*}

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato (IPN-UPIIG), Silao, Guanajuato. ²Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC A.C), León, Guanajuato.

pau.aguilardez47@gmail.com, dorona@citec.mx*

Palabras clave: Pellet energético, muérdago, energía sólida.

Introducción. El 60% del arbolado de León, Gto. está infectado por algún muérdago del género *Psittacanthus* o *Struthantus*. El método de control de muérdagos consiste en podar las ramas de los árboles infectados, las cuales generan más de 8.0 toneladas de residuos al año y, con ello, amplia proliferación de plagas, y contaminación ambiental. El objetivo de este trabajo fue elaborar y caracterizar pellets energéticos a partir de biomasa de residuos generados de podas sanitarias de muérdago.

Metodología. La biomasa fue secada, molida y se determinó temperatura, tiempo y consumo energético del pelletizado; así como porcentaje de humedad, cenizas, índice de durabilidad del pellet (PDI), poder calorífico (1) y el índice de valor del combustible (FVI) (2). Además, se realizaron pruebas de combustión para cuantificar la emisión de gases.

Resultados.

Tabla 1. Pruebas fisicoquímicas de pelletizado de biomasa derivadas de podas de muérdago.

Parámetro	Unidad	Muérdago		
		<i>P. calyculatus</i>	<i>S. interruptus</i>	<i>P. schiedeanus</i>
Tiempo de pelletizado	[min]	1.32 ± 0.07 a	1.21 ± 0.03 a	1.40 ± 0.07 a
Temperatura del equipo	[°C]	74.83 ± 1.10 a	84.03 ± 8.24 a	74.00 ± 4.77 a
Consumo específico	[KWh/Ton]	33.33 ± 11.55 a	66.67 ± 0.00 b	57.78 ± 10.18 b

Se encontró que todos los pellets tienen un alto PDI (>96%) indicando una buena compactación de la biomasa. Con respecto a la humedad del pellet, los elaborados de podas de muérdago *P. schiedeanus* mostraron ser pellets más secos y fáciles de incinerar. La biomasa del muérdago *S. interruptus* indica ser la mejor valuada en FVI debido a su alto poder calorífico y bajo contenido de cenizas (Tabla 2).

Se realizó el análisis de combustión de los pellets y se determinó la emisión de gases contaminantes (Tabla 3), donde los pellets de *P. calyculatus* demostraron ser menos contaminantes.

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica y energética de los pellets de muérdago.

Parámetro	Unidad	Muérdago		
		<i>P. calyculatus</i>	<i>S. interruptus</i>	<i>P. schiedeanus</i>
PDI	[% m/m]	99.17 ± 0.35 a	96.93 ± 4.80 a	96.58 ± 3.40 a
H ₀	[% m/m]	15.21 ± 0.51 c	9.75 ± 0.79 b	6.95 ± 0.82 a
H _p	[% m/m]	8.94 ± 0.05 c	6.03 ± 0.06 b	6.57 ± 0.06 a
Cenizas	[% m/m]	5.24 ± 0.28 a	4.97 ± 0.76 a	8.53 ± 0.32 b
PCS	[MJ/Kg]	19.24 ± 0.04 b	21.18 ± 0.00 c	18.84 ± 0.04 a
FVI	[J/cm ³]	212.69 ± 12.12 a	314.10 ± 5.17 b	235.02 ± 8.00 a

*[PDI]: Índice de durabilidad, [H₀]: Humedad inicial, [H_p]: Humedad del pellet, [PCS]: Poder calorífico, [FVI]: Índice de valor del combustible.

Tabla 3. Gases emitidos durante la combustión de pellets de muérdago.

Parámetro	Unidad	Muérdago		
		<i>P. calyculatus</i>	<i>S. interruptus</i>	<i>P. schiedeanus</i>
NO ₂	[ppm]	0.11 ± 0.01 b	0.09 ± 0.00 b	0.04 ± 0.01 a
O ₃	[ppm]	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.12 ± 0.21 a
H ₂ S	[ppm]	0.12 ± 0.25 a	0.25 ± 0.16 a,b	0.63 ± 0.31 b
COVs	[ppm]	0.55 ± 0.81 a	1.30 ± 0.45 a	5.41 ± 4.24 b
CO ₂	[% v/v]	12.67 ± 0.81 a	12.03 ± 0.45 a	9.90 ± 4.24 a
O ₂	[% v/v]	3.13 ± 1.80 a	3.13 ± 1.03 a	4.53 ± 5.17 a

Conclusiones. Los pellets elaborados con biomasa de podas del muérdago *S. interruptus* aparentemente son el mejor combustible, aunque su producción gastó la mayor cantidad de energía eléctrica. En cambio, los pellets del muérdago de *P. calyculatus* contienen menores elementos contaminantes y son más fáciles de pelletizar. El contenido de cenizas del pellet elaborado con podas de *P. schiedeanus* es alto, representando una desventaja a pesar de su baja humedad. Todos los pellets tienen alto PDI y son aptos para uso como un nuevo combustible sólido.

Agradecimiento. Agradecemos a IDEA – GTO por el apoyo financiero para la realización de este trabajo (IDEAGTO/CONV/044/2021).

Bibliografía.

- García-Maraver, A., Popov, V., & Zamorano, M. (2011). A review of European standards for pellet quality. *Renewable Energy*, 36(12), 3537-3540.
- Neacsu, A., & Gheorghie, D. (2021). Characterization of biomass renewable energy resources from some perennial species. *Revue Roumaine de Chimie*, 66(4), 321-329.

LIRIO ACUÁTICO COMO BIOMASA PARA LA INSTALACIÓN DE UNA BIORREFINERÍA

Antonio Martínez-Ruiz¹, Luz Tovar-Castro², Ernesto Favela-Torres¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, Ciudad de México, C.P 09310. ²Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento de Sistemas Biológicos, Ciudad de México C.P 04960. mrja@xanum.uam.mx.

Palabras clave: Control, aprovechamiento, bioprocesos

Introducción. El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una planta acuática flotante, enlistada entre las 100 peores especies exóticas invasoras [1]. Para combatir los problemas que se atribuyen a la infestación por lirio acuático se han desarrollado diferentes técnicas. Las principales incluyen su remoción por métodos mecánicos y la aplicación de sustancias químicas o agentes de control biológico [2]. Ante este panorama es importante desarrollar métodos que permitan el control del lirio acuático y al mismo tiempo obtener productos a partir de su biomasa. Una alternativa para el aprovechamiento del lirio consiste en su procesamiento en una biorrefinería. Una biorrefinería es una instalación que integra los bioprocesos y el equipamiento para obtener combustibles, energía y otros productos a partir de la biomasa [3]. El objetivo de este trabajo fue establecer una biorrefinería para la producción de composta, lombricomposta, material absorbente y biogás con lirio acuático como único sustrato.

Metodología. El lirio acuático se recolectó por medios mecánicos, utilizando maquinaria especializada o de forma manual. Se escurrió de 24 a 48 h facilitando la operación de molienda. El lirio molido se dividió en dos fracciones, fracción 1: se colocó en composteadores de 1m³ y en pilas de composteo de 2mx1.4mx0.9m (largo, ancho, alto) y en 3 tipos de lombricomposteadores. Fracción 2: se pasó por un extrusor para obtener "jugo de lirio" para alimentar el biorreactor para la producción de biogás y lirio "exprimido", que se colocó en secadores solares para obtener el material absorbente.

Resultados. Se instaló la Biorrefinería LirMexIII (fig. 1) utilizando lirio acuático como único sustrato, en un esquema de cero residuos. Se lograron procesar 48 lotes de lirio picado y lirio íntegro en composteadores de 1m³ y en pilas de composteo, lo que representan 17 toneladas de lirio procesado. Además, se trataron 2.85 toneladas de lirio para la producción de lombricomposta y mediante secadores solares se obtuvieron 527 kg de material absorbente. Se instaló un biorreactor de 2.7 m³ para la producción de biogás, para el arranque y estabilización de este equipo se

destinaron 500 kg de lirio acuático. La figura 2 muestra los equipos utilizados en la Biorrefinería LirMexIII.



Fig. 1. Biorrefinería LirMexIII ubicada en las instalaciones del CIBAC



Fig. 2. Equipos utilizados en la Biorrefinería LirMexIII

Conclusiones. El establecimiento y la operación de una biorrefinería constituye una estrategia para transformar el problema de control del lirio acuático en una oportunidad, gracias a la obtención de productos como la composta, lombricomposta, material absorbente y biogás, todo esto en un esquema con cero residuos y con lirio acuático como única materia prima.

Agradecimiento. La instalación y operación de la Biorrefinería LirMexIII contó con el apoyo financiero de la SECTEI-CDMX (Proyecto 283-2019)

Bibliografía.

- Romero-Borbón, E., Oropeza-González, A., González-Gracia, Y., Cordova, J. (2022) *Processes*.10:1-12
- Gunnarsson C., Mattesson, P. (2007) *Waste Management*. 27:117-129.
- Kathi, S. (2016) *Bioremediation and Bioeconomy*. 111-128.

Medición de la tasa de conversión de biodiésel durante la transesterificación de aceite de ricino obtenido por elicitación

M. en C. Luis Armando Galván Camacho, Dr. Miguel Angel Ramos López, Dr. Luis Alberto Morales Hernández, Dr. Francisco Javier de Moure Flores, Dr. José Santos Cruz, Dr. Aldo Amaro Reyes, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, Querétaro, Querétaro, 76010 armando.galvan92@outlook.com,

Palabras clave: Transesterificación, Rendimiento, Ricino

Introducción. *Ricinus communis*, miembro de la familia Euphorbiaceae, es originaria de África tropical y se cultiva en todo el mundo en climas tropicales [1]. El aceite de ricino se obtiene de esta planta y representa aproximadamente el 50% del peso de la semilla [2]. En los últimos años, se ha utilizado para la producción de biocombustibles, como el biodiésel [3]. Es importante tener rendimientos superiores a los reportados actualmente, que oscilan entre el 36 y el 50%. Para aumentar el rendimiento, se pueden utilizar técnicas, como la elicitación; La elicitación con ácido salicílico (AS) ha mostrado resultados interesantes en plantas de *Ricinus communis* con otros metabolitos especializados, como el alcaloide ricinina [4]. Por tanto, el objetivo de este trabajo es medir el rendimiento de transesterificación del aceite elicitado con AS en diferentes concentraciones.

Metodología. Se cultivó en invernadero en el municipio de El Marqués, en el estado de Querétaro, México. La planta modelo utilizada en este estudio fue el ricino (*Ricinus communis*) Var. Guanajuatol. El experimento se realizó con un total de 300 plantas, divididas en 4 repeticiones y 5 tratamientos con 15 unidades experimentales cada uno. Después de la siembra, la elicitación se realizó el día 60. La elicitación se realizó con AS, mediante aplicación foliar utilizando un tanque de fumigación en las siguientes concentraciones (100, 300, 600 y 900 μM). De los frutos secos, se extrajo el aceite mediante prensado mecánico y filtrado por vacío. La transesterificación por lotes se llevó a cabo a temperatura constante y agitación de 55 °C y 250 rpm, respectivamente, relación molar metanol/aceite de 6:1 y como catalizador (NaOH) se utilizó 1% en peso de aceite, el proceso duró 1h, el glicerol y el biodiésel se separaron mediante embudo de separación. El rendimiento de biodiesel se calculó por la relación entre el biodiesel y el aceite usado para la transesterificación por cada lote separado por tratamiento de AS.

Resultados. Se encontró un aumento en contenido de aceite debido al proceso de elicitación con AS, a pesar del aumento de la cantidad de aceite, no se encontró una diferencia en la transesterificación (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimiento de conversión de biodiésel a partir de aceite tratado con diferentes concentraciones de AS.

Tratamiento	Peso total de aceite	Peso total de biodiesel	Tasa de rendimiento
900 μM	2375 g	2138 g	90.02 %
600 μM	1923 g	1745 g	90.74 %
300 μM	1782 g	1603 g	89.95 %
100 μM	2035 g	1834 g	90.12 %
0 μM	2045 g	1856 g	90.75 %

Conclusiones. Se encontró que con la aplicación de AS en plantas de *Ricinus communis* el rendimiento de transesterificación no se ve afectado significativamente.

Agradecimiento. Agradecemos al (CONACYT) por las Becas N° 714272 y 741646

Bibliografía.

- (1) Mondal, B.; Das, S.K. Comparative evaluation of mahua (*Bassia latifolia*) oil cake and castor bean (*Ricinus communis*) seed as fish toxicants for tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and panchax (*Aplocheilichthys panchax*) with residual toxicity assessment on Labeobata. *Aquac. Res.* 2019, 50, 2341–2344
- (2) Singh, P.K.; Gautam, S. Role of salicylic acid on physiological and biochemical mechanism of salinity stress tolerance in plants. *Acta Physiol. Plant.* 2013, 35, 2345–2353
- (3) Baskar, G.; Aberna Ebenezer Selvakumari, I.; Aiswarya, R. Biodiesel production from castor oil using heterogeneous Ni doped ZnO nanocatalyst. *Bioresour. Technol.* 2018, 250, 793
- (4) Leal, J.F.V.; Rios, I.H.; Méndez-Gallegos, S.D.J.; Ventura-Ramos, E.J.; Cuellar-Núñez, M.L.; Mosquera-Artamonov, J.D. Relación entre la composición química de la semilla y la calidad de aceite de doce accesiones de *Ricinus communis* L. *Rev. Mex. De Cienc. Agrícolas* 2017, 8, 1343–1356

EVALUACIÓN DE PRETRATAMIENTOS QUÍMICOS Y ENZIMÁTICOS EN BAGAZO DE SEMILLA DE HIGUERILLA PARA LA OBTENCIÓN DE BIOGÁS.

Diana Laura Quezada Morales, Miguel Angel Ramos López, Juan Campos Guillén, Francisco Javier de Moure Flores, Rufino Nava Mendoza, Aldo Amaro Reyes. Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Química, Santiago de Querétaro 76010, diana_quezada_7@hotmail.com.

Palabras clave: metano, bagazo, pretratamiento, biogás.

Introducción. Los problemas ambientales, aunados a la dependencia de combustibles fósiles, han llevado al desarrollo de alternativas sustentables como la generación de biocombustibles. En este sentido, la biomasa es una fuente para la generación de energías renovables más importantes debido a su composición lignocelulósica que es usada para procesos químicos y generación de energía [1]. Las características hemicelulósicas se pueden encontrar en especies vegetales como la higuera, esta planta, y en particular las semillas después de la extracción de aceite son una rica fuente de proteínas que pueden convertirse en biogás [2]. Su estructura recalcitrante es un obstáculo, por tanto, un proceso de pretratamiento es una etapa fundamental necesaria para reducir la cristalinidad de la celulosa, aumentar el área de superficie accesible y eliminar la lignina y la hemicelulosa [3].

El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de metano a partir de bagazo de semilla de higuera pretratados con dos cocteles de celulasa y celobiohidrolasa en la producción de biogás.

Metodología. El bagazo de semilla se obtuvo del residuo del aceite extraído por prensado. La muestra se caracterizó de acuerdo con métodos APHA [4]. Los procesos de digestión se llevaron a cabo con un 4% de sólidos totales. Se realizaron 4 pretratamientos y se compararon con un blanco, el cual fue una muestra de bagazo sin tratamiento. La experimentación se realizó en reactores tipo batch con un volumen total de 120 mL y un volumen de trabajo de 80 mL, inoculados al 20 % de su volumen de trabajo. Se corrieron dos experimentos uno a 37 °C y uno a temperatura ambiente a un tiempo de retención de 55 d ambos lotes por triplicado. Se realizó microscopía electrónica de barrido (SEM) y se analizó el contenido de metano utilizando un cromatógrafo de gases Thermo Scientific modelo TRACE1300, equipado con un detector de conductividad térmica y una columna empaquetada (TracePLOT TG-BOND Sieve 5A 0.53 mm x 30 m). El helio se utilizó como gas portador con una tasa de filtración de 20 mL/min.

Resultados. Para la evaluación de los efectos de los pretratamientos, se observaron los rendimientos en

mL/g de sólido volátil (mL/gSV) (Tabla 1), sin embargo, aunque se obtuvo mayor rendimiento con la muestra sin tratar a temperatura ambiente, el contenido de CH₄ fue mayor para la muestra pretratada con celobiohidrolasa obteniendo 89% de CH₄, seguido del HCl con 78%, celulasa con 70%, NaOH con 66% y finalmente sin tratar con 60%. Para las muestras a temperatura controlada, el mayor contenido de CH₄ también lo obtuvo el pretratamiento con celobiohidrolasa con, 92%, seguido del tratamiento alcalino con 85%, posteriormente 65% con celulasa, 61% para el tratamiento ácido y finalmente sin tratar con 51%.

Tabla 1. Rendimientos de biogás para cada pretratamiento a diferentes temperaturas

Muestras a temperatura ambiente	Rendimiento [mL/gSV]	Muestras a temperatura controlada	Rendimiento [mL/gSV]
Sin tratar	263.4	Sin tratar	369.2
NaOH	42.1	NaOH	78.5
Celulasa	202.5	Celulosa	460.6
Celobiohidrolasa	196.7	Celobiohidrolasa	100.4
HCl	206.6	HCl	373.6

Conclusiones. Los resultados muestran que es factible la producción de biogás a partir del bagazo de higuera. Mostrando el mayor contenido de CH₄ en las muestras pretratadas con enzima celobiohidrolasa. Además, se descarta la producción de biogás a partir del bagazo con tratamiento NaOH, debido a que provoca un efecto inhibitorio por su contenido de aceite.

Agradecimiento. Se agrade al CONACYT (No. 1000807) y al Fondo de Proyectos Especiales de Rectoría (FOPER -2022 -FQU 02661) por el apoyo económico al presente trabajo.

Bibliografía.

[1] Zheng Y, Jia Z, Fuqing X, and Yebo L. (2014). *Prog. Energy Combust. Sci.* 42 (1): 35–53.

[2] Worbs S, Köhler K, Pauly D, Avondet M, Schaer M, Dorner M, Dorner B. (2011). *Toxins.* 3: 1332–1372.

[3] Adl M, Sheng K, Gharibi A. (2012). *App. Energy.* 93: 251–260.

[4] Telliard, W.A. (2001); U.S. Environmental Protection Agency (EPA): Washington, DC, USA.

EFFECTO DEL USO DE UNA MACRÓFITA EN UNA CELDA DE COMBUSTIBLE MICROBIANA ACOPLADA A UN HUMEDAL

Abraham Lara-Páez; Ana Line Vázquez-Larios; Paula Natalia Robledo-Narváez; Beatriz Gutiérrez-Rivera. Tecnológico Nacional de México/ITS de Tierra Blanca, Veracruz, México. C.P. 95180.
ana.vazquez@itstb.edu.mx

Palabras clave: agua residual doméstica, Eichhornia crassipes, curvas de polarización.

Introducción. Las aguas residuales del tipo domésticas provienen de las actividades cotidianas (1), suscitando riesgos e impactos en la salud pública y ecosistemas naturales (2). Una alternativa para el tratamiento de este tipo de aguas residuales son la aplicación de celdas de combustible microbianas acopladas a un humedal artificial (CW-MFC, por sus siglas en inglés), caracterizadas por brindar eficiencia económica y sostenible en el mejoramiento del agua mientras se produce bioelectricidad (3,4). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de una macrófita (*Eichhornia crassipes*) sobre la potencia generada en una CW-MFC.

Metodología. Se construyeron dos celdas con tubo de PVC (11 cm de diámetro y 54 cm de largo), a cada CW-MFC se le agregaron dos barras de grafito como electrodos (0.9 cm de diámetro y 10 cm de largo). Las celdas fueron cargadas con 4.5 L de agua residual doméstica sintética. La preparación del agua residual consistió (en mg/L): $C_6H_{12}O_6$ (0.88), $NaHCO_3$ (0.12), KH_2PO_4 (0.053), $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ (0.038), $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ (0.084), $NaCl$ (0.050), K_2HPO_4 (0.038), $MgSO_4 \cdot H_2O$ (0.014).

Las celdas con *Eichhornia crassipes* y sin macrófita fueron caracterizadas por curva de polarización, donde la resistencia externa fue variada de 15 a 550000 Ω por 15 min. El voltaje fue medido con multímetro Fluke 289. La corriente (I) y potencia (P) fueron calculados como se describe en (5).

Resultados.

Las curvas de polarización de las celdas con y sin macrófita se muestran en la Figura 1. La potencia máxima para la celda con macrófita fue de 5.0×10^{-5} W y para la celda sin macrófita fue de 1.2×10^{-9} W, el valor de potencia máxima fue 50 000 veces mayor a la celda sin macrófita, esto demuestra que la aplicación de *Eichhornia crassipes* es un factor importante en la reacción de reducción en el cátodo, mediante los microorganismos presentes en las raíces (6). El acoplamiento de una celda de combustible microbiana a un humedal incrementa la producción de energía.

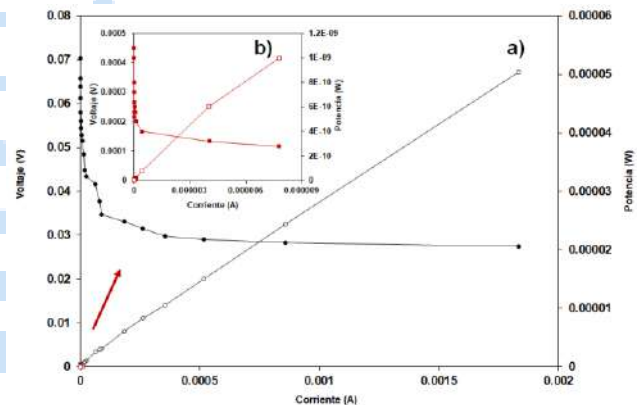


Figura 1. Curvas de polarización de CW-MFC a) con macrófita *Eichhornia crassipes* (●: voltaje y ○: potencia) y b) sin macrófita (●: voltaje y □: potencia).

Conclusiones. La aplicación de la macrófita (*Eichhornia crassipes*) en una CW-MFC incrementa la generación de energía eléctrica, esta tecnología puede ser aplicada para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Agradecimiento. El autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada Lara-Páez (1244533).

Bibliografía.

1. Koul B, Yadav D, Singh S, Kumar M, Song M. (2022). *Water*. 14 (21): 1-29.
2. Ang SY, Goh HW, Fazli BM, Haris H, Azizan NA, Zakaria NA, Johar Z. (2023). *Water*. 15 (4): 1-18.
3. Kesarwani S, Panwar D, Mal J, Pradhan N, Rani R. (2023). *Fermentation*. 9 (1): 1-21.
4. Montenegro-Rosero K, Fernández L, Villamar-Ayala C, Espinoza-Montero P. (2019). *InfoANALÍTICA*. 7 (2): 15-37.
5. Vázquez-Larios AL, Solorza-Feria O, Vázquez-Huerta G, Ríos-Leal E, Rinederknencht-Seijas N, Poggi-Varaldo HM. (2011). *Journal of New Materials for Electrochemical Systems*. 14: 99-105.
6. Widharyanti ID, Hendrawan MA, Christwardana M. (2021). *International Journal of Renewable Energy Development*. 10 (1): 71-78.

EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOSTA CARBONIZADA COMO PRETATAMIENTO EN EL USO DE CARBÓN ACTIVADO EN LA PURIFICACIÓN DE BIOGÁS

Santiago Gutiérrez Vargas, Universidad Politécnica de Guanajuato, Av. Universidad Sur, 1001, C.P. 38496. Cortázar, Guanajuato, México.

Ma. Fabiola León Galván, Departamento de Alimentos, Posgrado en Biociencias, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Carretera Irapuato-Silao km. 9.0, Irapuato, Guanajuato, C.P. 36500, México.
sgutierrez@upgto.edu.mx

Palabras clave: biogás, lombricomposta, carbón activado

Introducción. El biogás ha sido extensamente estudiado y se ha desarrollado tecnología para combinar su aplicación con otras fuentes de energía renovables. Uno de los mayores retos en la tecnología del biogás es el tratamiento que se le debe dar previamente para su uso. Un estudio realizado en aceros del tipo ASTM A178 y ASTM A516 en contacto con combustión directa de biogás virgen mostró un máximo efecto corrosivo de entre 1.5 y 2 mm por año. Debido a que la eliminación de H₂S es un requerimiento necesario para la aplicación del biogás se han desarrollado diversas tecnologías enfocadas a remover el ácido sulfhídrico (H₂S), sin embargo, existe una alta generación de residuos químicos como la sosa, material altamente empleado por las empresas. Este trabajo aborda un prototipo funcional para evaluar y valorar materiales inertes en sistemas de purificación de biogás con lombricomposta carbonizada.

Metodología. Se realizaron filtraciones de biogás bajo cuatro variables en un prototipo a escala laboratorio; se consideró como variable la temperatura (T1=10+/- 2°C, T2=20+/- 2°C y T3=30+/- 2°C), el tiempo de retención hidráulico en recirculación (TRHR1=5 min y TRHR2=10 min), la humedad (w1=12% y w2=60% de humedad), concluyendo en la concentración de ácido sulfhídrico (C1=6000 ppm, C2=3000 ppm y C3=1500 ppm). Se analizó como material de purificación lombricomposta carbonizada, algodón húmedo, aserrín y carbón activado como material testigo. La lombricomposta y el carbón activado se sometieron a un tratamiento térmico en una mufla 3 horas a 800 °C. La masa empleada de cada uno de los materiales fue de 82.6 g. Se utilizó el analizador de biogás Gasboard-3200L para determinar la cinética de reducción de H₂S de los materiales empleados.

Resultados. Se determinó la máxima capacidad de eliminación de ácido sulfhídrico a una carga de entrada de hasta 3793 g/m³ h de biogás. Se obtuvo la tendencia de la capacidad de eliminación y se comparó con la de

otros soportes. Se encontró que la lombricomposta filtra de forma eficiente a temperaturas cercanas a los 30 °C, con una humedad de 33 % (debido a la capacidad de retención de la lombricomposta) a una concentración de 2804 ppm de ácido sulfhídrico y con un tiempo de residencia de 24 s (TRH1). La máxima eficiencia que se obtuvo fue del 94 %. El soporte perdió gran parte de su eficiencia al utilizar una excesiva carga, con 3793 g/m³ h en el mismo tiempo de residencia la eficiencia fue de 57 %. La mejor eficiencia se obtuvo con una carga de 1725 g/m³h. Se observó que a la saturación de lombricomposta carbonizada tiene potencial en la agricultura orgánica como fuente de minerales en una economía circular por la fijación de azufre en su estructura superficial.

Conclusiones.

La lombricomposta presentó un buen desempeño en condiciones controladas, permitiendo ser una opción para sistemas híbridos con carbón activado ó para aumentar la vida útil de carbón activado. Para una aplicación real se deben considerar estas condiciones e incluso aún existe la posibilidad de evaluar otras variables con pH y oxígeno. Sin embargo, estas condiciones en una aplicación real elevarían los costos de la tecnología y no la podrían hacer competitiva con otras tecnologías como la química o física.

Agradecimiento. Se agradece a la empresa ENERGYMET por la colaboración en este proyecto.

Bibliografía.

1. Guo, S., Liu, Q., Sun, J., & Jin, H. (2018). *A review on the utilization of hybrid renewable energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91(April), 1121–1147, 2018.
2. Fontenelle, M., Monteiro, M. R., Higa, S. M., Rovere, A. Della, Pellizzer, E. L., Fontenelle, I., ... Luiz, W. *Evaluation of Corrosion Caused by the use of In Natura Biogas in Steam Generator Boilers of Carbon Steel Structural Elements*, 20(3), 725–735, 2017.

PRODUCCIÓN DE METANO EMPLEANDO RESIDUOS DE TAMAL EN CODIGESTIÓN CON EL LIRIO ACUÁTICO MEDIANTE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA EN DOS ETAPAS

Diana González-Tenorio, Isael Emiliano Ramos, Alfonso Durán-Moreno, Facultad de Química, UNAM, Edificio E, Laboratorio 301, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 04510. México
diana6710@gmail.com

Palabras clave: metano, codigestion, residuos lignocelulósicos

Introducción. El lirio acuático (LA) (*Eichhornia crassipes*) es considerado una plaga en los canales de Xochimilco, además de que su exceso en los cuerpos de agua tiene como consecuencia daños a los ecosistemas acuáticos. Ambos residuos son residuos lignocelulósicos, que son una fuente de celulosa y hemicelulosa que se puede emplear para la producción de biogás. La vía para la transformación de estos residuos a biogás (CH_4 y CO_2) es por la digestión anaerobia (DA) (1). Para incrementar la producción de metano empleando residuos se hace uso de diferentes estrategias como pretratamientos, la codigestión de sustratos o bien el proceso en dos etapas (2). El objetivo de este trabajo fue determinar la producción de metano en dos etapas a partir del lirio acuático en codigestión con residuos de tamal y empleando en la primera etapa como inóculo un consorcio nativo acidogénico a partir de lirio acuático.

Metodología. Se empleó como sustrato lirio acuático muestreado en los canales de Xochimilco y residuos de tamal, que son hojas de maíz previamente tratadas térmicamente con vapor de agua durante dos horas. La metodología se dividió en tres etapas: en la primera preparar un inóculo que consistió en un consorcio nativo acidogénico, en la segunda etapa se llevó a cabo la acidogénesis según lo reportado (3) y en la tercera etapa se realizó la digestión anaerobia del hidrolizado de la acidogénesis según lo reportado (3). Inicialmente, se llevó a cabo la preparación del inóculo que consistió en una comunidad microbiana conformada por miembros fermentadores y bacterias degradadoras capaces de producir hidrógeno y azúcares reductores. El inóculo se obtuvo a través de la operación de tres reactores con capacidad de 250 mL empleando como sustrato lirio acuático y operándolo según lo reportado (3) durante 60 días. La segunda etapa se llevó a cabo la acidogénesis de la codigestión y se evaluaron diferentes combinaciones de los sustratos en concentración de ST de Lirio/Tamal: 0/100, 25/75, 50/50, 75/25 y 100/0 y empleando el inóculo obtenido en la primera etapa (Fig. 1). En la tercera etapa, los hidrolizados en la primera etapa se llevaron a digestión anaerobia,

empleando como inóculo lodos anaerobios y se determinó el PBM usando el equipo gas Endeavour. Las botellas se cargarán según lo reportado por (4).

Resultados. La comunidad microbiana a partir de lirio acuático tuvo como productos ácidos grasos volátiles: acético y butírico, así como hidrógeno siendo la productividad de 59 mL/L día y CO_2 . Mediante dos etapas la digestión anaerobia se obtuvo un máximo de 82.6 mL CH_4 /DQO de la combinación de 50/50 de Lirio/Tamal.

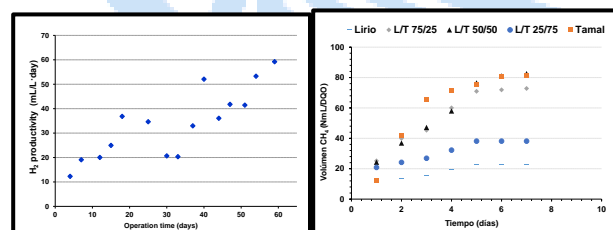


Fig. 1. A) Rendimiento de la acidogénesis directa del lirio acuático para producir hidrógeno, B) Producción de metano a diferentes combinaciones de los sustratos lirio acuático-tamal.

Conclusiones. El desarrollo de la comunidad acidogénica a partir de lirio acuático fue efectiva para seleccionar una comunidad microbiana capaz de producir hidrógeno a partir de residuos lignocelulósicos.

Agradecimiento.

Agradecimiento a DGAPA-UNAM (PAPIIT no. IT102322).

Bibliografía.

- (1) Liu H., Xu Y., Lei Li, Xiaohu Dai, Lingling Dai, (2021), *Resour Conserv Recycl.*, 174: 105844.
- (2) Oduor W. W., Wandera S. M., Murunga S. I., Raude J. M., (2022), *Heliyon*, 8 (9): e10580.
- (3) González-Tenorio, D., Muñoz-Páez, K.M., Valdez-Vazquez, I., (2022). *Biomass Conv. Bioref.* 12, 2121–2131.
- (4) Angelidaki, I., Alves, M., Bolzonella, D., Borzacconi, L., Campos, J. L., Guwy, A. J., Kalyuzhnyi, S., Jenicek, P., & van Lier, J. B. (2009). *Water Sci. Technol.* 59(5), 927–934.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área VII. Nanobiotecnología y biomateriales

VIIC01	APOPTOSIS INDUCIDA POR HIPERTERMIA MAGNÉTICA EN CÉLULAS DE CÁNCER DE COLON CON NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE HIERRO RECUBIERTAS CON TETRAHIDROXIUINONA. Autores: Michelle Valdovinos, Zaira López, Mario E. Cano & Peter Knauth.	549
VIIC02	ANÁLISIS POR ESPECTROSCOPIA RAMAN DE LA INMOVILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE RECONOCIMIENTO BIOLÓGICO PARA LA APLICACIÓN EN BIOSENSORES. Autores: Isabel Gudelia Vazquez-Gutierrez, Abdu Orduña Díaz, Juan Xicohtencatl Cortes, Miguel Angel Reyes López.	550
VIIC03	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL LÍQUIDO IÓNICO DE AMINOÁCIDO ALANINATO DE COLINA CON POTENCIAL CLÍNICO Y FARMACÉUTICO. Autores: Carlos Abraham Díaz-Quiroz, Andrés Francisco Chávez-Almanza, Christian Beatriz Vega-Millán, Ruth Gabriela Ulloa-Mercado, Pablo Gortáres-Moroyoqui, Juan Francisco Hernández-Chávez.	551
VIIC04	EFFECTO DE LAS CONDICIONES DE PROCESO EN EMULSIONES CON COMPUESTOS BIOACTIVOS ESTABILIZADAS CON NANOPARTÍCULAS SÓLIDAS PARA LA FORMULACIÓN DE UN PROTECTOR SOLAR. Autores: César U. Rodríguez-Fuentes, Ana G. Castillo-Olmos, Cynthia Cano-Sarmiento.	552
VIIC05	NANOPARTÍCULAS DE C-FICOCIANINA: AUTOENSAMBLADO Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE. Autores: Moises Job Galindo-Pérez, Marcia Morales-Ibarra, Dolores Reyes-Duarte, Andrés Hernández-Arana, José Campos-Terán, Izlia Jazheel Arroyo-Maya.	553
VIIC06	DEGRADACIÓN DE COLOR EN MEDIO ACUOSO EMPLEANDO RADIACIÓN UV Y NANOPARTÍCULAS DE ZNO. Autores: Luisa Fernanda Medina Ganem, Mariana Zoé Yllades Valdez, Paola Hermsillo García, Mónica Berenice Hernández Báez, Alexa Contreras Bañuelos.	554
VIIC07	CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LA CÁSCARA DE CACAHUATE. Autores: Melina Sánchez-Leonel a; Ana E. Olivares-Hernández a; Israel Arzate-Vázquez b; Juan. V. Méndez-Méndez.	555
VIIC08	ADSORCIÓN DE CROMO (VI) EMPLEANDO NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS DE FE3O4 OBTENIDAS POR COPRECIPITACIÓN. Autores: Alexa Contreras	556

	Bañuelos, Luis Alberto Aranda Aguilar, Mariana Zoé Ylládez Valdez, Luisa Fernanda Medina Ganem, Paola Hermosillo García.	
VIIC09	ESTUDIO DEL EFECTO DEL GRAFENO EN BIOPELÍCULAS DE ALMIDÓN, SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE COLOR Y SU INTERACCIÓN. Autores: Marlene Jiménez Rosas, Leticia López-Zamora, José Amir González-Calderón.	557
VIIC10	CHARACTERIZATION OF HYDROGENATED AMORPHOUS SILICON CARBIDE PLATFORMS BY VIBRATIONAL SPECTROSCOPY TO DEVELOP AN OPTICAL BIOSENSOR FOR FUTURE APPLICATION IN DETECTING DIFFERENT ANALYTES. Autores: Francisco Javier Gómez Montaña, Abdú Orduña Díaz, Claudia Reyes Betanzo, Fabiola Avelino Flores, Alexis Cano León, Ricardo Alan Retana González.	558
VIIC11	SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE CON EXTRACTOS DE PLANTAS COMO ALTERNATIVA FRENTE A BACTERIAS MULTIRRESISTENTES CAUSANTES DE INFECCIONES EN TRACTO URINARIO. Autores: Uriel de la Rosa Santana, Aurora Antónío Pérez, Ernesto Manuel Hernández Cooper, Ana Laura Torres Huerta.	559
VIIC12	DESARROLLO DE UN NANO-BIOSENSOR BASADO EN NANOPARTÍCULAS DE ORO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA BACTERIA PATÓGENA PSEUDOMONA AERUGINOSA. Autores: Adrián Armando Leal-Rivera, Luis Ramiro Caso-Vargas, Norma Elena Rojas-Ruiz, Leslie Susana Arcila-Lozano.	560
VIIC13	ELABORACIÓN DE MEMBRANAS ELECTROHILADAS CONJUGADAS CON EXTRACTOS DE DYSPHANIA AMBROSIOIDES. Autores: Jonathan Hillel Cruz San Juan, Valentín López Gayou, Orlando Zaca Moran, Elizabeth Vargas Anaya, Minerva Rosas Morales, Wendy Argelia García Suastegui.	561
VIIC14	BIOCONVERSIÓN DE Na_2SeO_3 EN NANOPARTÍCULAS DE SELENIO Y SELENOAMINOÁCIDOS POR SACHAROMYCES BOULARDII. Autores: González Salitre, L. Rodríguez Serrano, G.M., Castañeda Ovando, A., Contreras López, E., Jaimez Ordaz, J., Pérez Escalante, E., Basilio Cortés, U.A., González Olivares, L.G.	562
VIIC15	SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA CON ACEITE ESENCIAL DE PIPER AURITUM. Autores: Jocelyn Sosa, M. Elena Mancera-López, Josefina Barrera, Daniel Baena, Laura Martínez.	563
VIIC16	MICROFIBRAS ELECTROHILADAS Y BIOCOMPATIBLES DE DERIVADOS DE CELULOSA PARA LA MODIFICACIÓN SUPERFICIAL DE PIEZAS DE POLI(ÁCIDO LÁCTICO) OBTENIDAS MEDIANTE IMPRESIÓN 3D. Autores: Raúl Fernando Pérez Cortés, José Guillermo Torres Rendón, Salvador García Enriquez.	564
VIIC17	NANOPARTÍCULAS DE FIBROÍNA DE SEDA COMO ACARREADOR DE MOLÉCULAS NATURALES CON ACTIVIDAD ANTI-OBESOGÉNICA: EFECTO DEL TIPO DE SOLVENTE. Autores: Café Sánchez-Trasviña, Margarita Escobar-Fernández, David Lezama-Aguilar, Mayte Galindo-Martínez, Ana Vélez-Barceló, Adriana Morales-Martínez, Jorge Benavides-Lozano, Omar Lozano-García, Marco Rito-Palomares, Karla Mayolo-Deloisa.	565

VIIC18	BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE ORO A PARTIR DE SOBRENADANTE DE TIBICOS. Autores: José Francisco Tlaxca Santamaria, Mariana Sánchez Sánchez, Luis Ramiro Caso Vargas, Norma Elena Rojas Ruíz, Leslie Susana Arcila Lozano, Abigail Martínez Torres.	566
VIIC19	OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO A PARTIR DE LA EXUVIA DE TENEBRIO MOLITOR. Autores: M. Selene Marín-Morales, Celeste C. Ibarra-Herrera, María José Rivas-Arreola.	567
VIIC21	INHIBICIÓN DE LA CADHERINA-11 POR PARTÍCULAS VIRALES CONJUGADAS CON SD133* Y SU POTENCIAL USO EN EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DE MAMA. Autores: Martha Mariana Herrera Hernandez, Ruben Darío Cadena Nava.	568
VIIC23	EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL EXTRACTO DE CÁSCARA DE AGUACATE EN LA FORMULACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE BSA. Autores: Laura E. Zavala-García, Mercedes G. López, Lino Sánchez-Segura, Emir Martínez-Gutiérrez.	569
VIIC24	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO Y DEGRADACIÓN DE ANDAMIOS DE ALGINATO Y QUITOSANO PARA SU APLICACIÓN EN INGENIERÍA DE TEJIDOS. Autores: Fernanda Rodríguez, Juan Ruíz, José Campos, Nohra Beltrán.	570
VIIC25	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIBACTERIANA DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS A PARTIR DE SCHINUS MOLLE VS SALMONELLA INFANTI. Autores: Karla Janet Pérez Sánchez, Cervantes-Delgado Natalia Paola Guadalupe, Arratia-Castro Alda Alejandra, Guzmán-Altamirano Miguel Ángel, Gómez-Espinoza María Guadalupe.	571
VIIC26	CARGA Y LIBERACIÓN DE FÁRMACOS UTILIZANDO HIDROGELES DE ALGINATO Y QUITOSANO. Autores: Daniela García Varela, Juan Carlos Ruiz Bucio, Nohra Elsy Beltrán Vargas.	572
VIIC28	DESARROLLO DE UN INMUNOSENSOR PARA LA DETECCIÓN DE PSEUDOMONAS AERUGINOSA. Autores: Fernando Iván Ramírez Luna, Luis Ramiro Caso Vargas, Norma Elena Rojas Ruíz, Leslie S. Arcila Lozano.	573
VIIC29	SENSIBILIDAD DE GENOSENSOR VPH BASADO EN BIOIMPEDANCIA. Autores: Alejandro Corzo-Cruz, Virginia Sanchez-Monroy, Jacobo E. Munguia-Cervantes y Cesar A. Gonzalez-Diaz.	574
VIIC30	DESARROLLO DE FIBRAS ELECTROHILADAS DE POLIVINILPIRROLIDONA (PVP)/ALOE VERA. Autores: Britania Janet Gutiérrez Rafael, Marco García Juarez, Orlando Zaca Morán, Raul Delgado Macuil, Valentín López Gayou.	575
VIIC31	USO DE BIOPOLÍMEROS MICROBIANOS EN LA ELABORACIÓN DE NANOFIBRAS PARA APLICACIÓN EN BIOMEDICINA. Autores: Karla Katiushka Solís Arévalo, Luis J. Galán Wong, Verónica Almaguer Cantú, Carlos Solís Rojas, Katiushka Arévalo Niño.	576
VIIC32	EFFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ALBUMINA-CAPSAICINA EN EL CRECIMIENTO DE LA LEVADURA <i>Rhodotorula mucilaginosa</i> .	577

Autores: Laura E. Zavala-García, Claudia Geraldine León-Ramírez, Dánae Carrillo-Ocampo, Mercedes G. López, Lino Sánchez-Segura

VIIC33	MECHANICAL PROPERTIES AND SURFACE INTERACTIONS OF PATHOGENIC BACTERIA OF CLINICAL INTEREST BY ATOMIC FORCE MICROSCOPY. Autores: Lizeth García-Torres, José Luis Cuéllar-Camacho, Idania De Alba-Montero, Jaime Ruiz-García, Eleazar Samuel Kolosovas-Machuca.	578
VIIC34	AISLAMIENTO DE NANOQUITINA A PARTIR DEL MICELIO DE ASPERGILLUS SP. Autores: Lucina Margarita Silva-Lizarraga, Lucia Jeqabzeel Medina-Palacios, Leonardo Chávez-Guerrero, Julio Silva-Mendoza.	579
VIIC35	BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA UTILIZANDO CEPAS NOVEDOSAS AISLADAS DEL SARGAZO. Autores: Gustavo Zamudio-Cortés, Lorena Leticia Pedraza-Segura, Iván Rafael Quevedo Partida.	580
VIIC36	OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE LA MATRIZ DESCELULARIZADA DE IRESINE HERBSTII. Autores: Ariadna Marcos-Morales, Armando Chacón-Quiñones, Sofía González-García, Vanessa Guadalupe Ordaz- Carrera, María Fernanda Pérez-Chavero, Amy Marie Simpson y Reyes, Juan Carlos Colín Ortega, María José Rivas- Arreola.	581
VIIC37	LA RESONANCIA ACÚSTICA INCREMENTA LA PRODUCCIÓN DE VESÍCULAS EXTRACELULARES EN CULTIVOS BACTERIANOS. Autores: Laura María Muñoz-Echeverri; Mayra Herrera-De los Santos; Mauricio Trujillo-Roldan; Norma Adriana Valdez-Cruz.	582
VIIC38	NANORREACTOR CON ACTIVIDAD LACASA PARA LA BIOTRANSFORMACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES. Autores: Carlos A. Medrano-Villagómez, Rafael Vázquez –Duhalt.	583
VIIC39	ENCAPSIDACIÓN DE LA ENZIMA ASPARAGINASA DE RHIZOBIUM ETLI EN LA PARTÍCULA TIPO VIRUS (VLPS) DEL FAGO P22 PARA EL TRATAMIENTO DE LA LEUCEMIA LINFOCÍTICA AGUDA. Autores: María Fernanda Gutiérrez-Chávez, Alejandro Huerta-Saquero.	584
VIIC40	DESARROLLO DE BIONANOESTRUCTURAS CON DNA Y PROTEÍNAS CRISPR-CAS. Autores: Jesús Ortiz Saucedo & Armando Hernández García.	585
VIIC41	ESTUDIO DE LA ENCAPSULACIÓN DE INSULINA EN GLICONANOPARTÍCULAS DE LEVANA PRODUCIDAS ENZIMÁTICAMENTE. Autores: Salvador Guillen-Tinoco Raymundo D. Valdez Echeverría y Clarita Olvera-Carranza.	586
VIIC42	ESTUDIO DE LA SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE FRUCTANAS Y CARACTERIZACIÓN DEL CONJUGADO NPL-ICG. Autores: Maura Jennifer Martínez Morales, Clarita Olvera Carranza, Leonor Pérez Martínez, Guadalupe Trinidad Zavala Padilla ¹ , Raymundo David Valdez Echeverría, Francisco M. Goycoolea.	587

APOPTOSIS INDUCIDA POR HIPERTERMIA MAGNÉTICA EN CÉLULAS DE CÁNCER DE COLON CON NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE HIERRO RECUBIERTAS CON TETRAHIDROXIQUINONA

Michelle Valdovinos, Zaira López, Mario E. Cano & Peter Knauth, Cell Biology Laboratory, Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara. 47810 Ocotlán (Jal.), México
michelle.valdovinos@alumnos.udg.mx

Palabras clave: hipertermia, tetrahidroxiquinona, IONP

Introducción

La tetrahidroxiquinona (THQ) es un compuesto orgánico con buenas propiedades fisicoquímicas, magnéticas y biológicas para fines biomédicos (2), además, ha demostrado capacidad para inducir apoptosis mediante la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) (3), por lo que se considera un candidato prometedor para recubrir nanopartículas de óxido de hierro (IONPs) e iniciar experimentos *in-vitro* tratando células cancerígenas por hipertermia magnética (MHT). La MHT es una terapia que consiste en la administración de nanopartículas dentro del área tumoral seguida de la exposición a un campo magnético alterno que genera calor local y provoca la muerte de células cancerosas, ya que son más sensibles al calor que las células sanas (1).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento sinérgico de IONPs recubiertas con THQ (IONPs-THQ) en células humanas de cáncer de colon HT-29 sometidas a MHT y la determinación de muerte celular por apoptosis.

Metodología

Para evaluar la citotoxicidad se emplearon las técnicas de WST-1 y azul de tripano (TB), que consisten en medir la actividad metabólica celular, por la reducción del tetrazolio a formazan, mediante espectroscopía y observar muerte por necrosis (células teñidas de azul), respectivamente. Para los ensayos de MHT se usó una frecuencia fija de $f = 530 \pm 0,1$ kHz y calentando cada muestra a diferentes temperaturas por 20 min. Finalmente, se determinó apoptosis con el kit Annexin V-FITC/PI (2).

Resultados

Hasta 2 mg/ml, las IONPs-THQ no tienen un efecto citotóxico en las células HT-29 (Fig.1). La MHT mostró un buen calentamiento de las IONPs y un incremento del porcentaje de muerte celular por apoptosis hasta ~15% a 45 °C. Además, se observó que, a temperaturas moderadas de 39 °C, durante 20 min, hay una reducción de la actividad metabólica del ~50%, lo que indica que un ligero aumento de temperatura puede ser suficiente para potencializar los efectos de THQ, es decir, posiblemente hay un efecto sinérgico entre ambos tratamientos para conducir a la muerte celular por apoptosis.

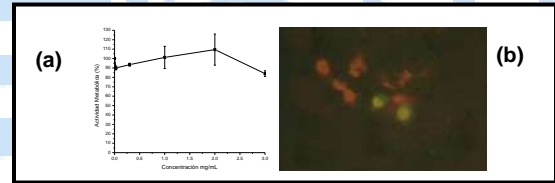


Fig. 1. (a) Actividad metabólica de la línea celular HT-29 expuestas a diferentes concentraciones de IONP-THQ durante 24 h. **(b)** Tinción con Annexin V-FITC/PI de células HT-29, expuestas a 2 mg/ml de IONP-THQ durante 24 h.

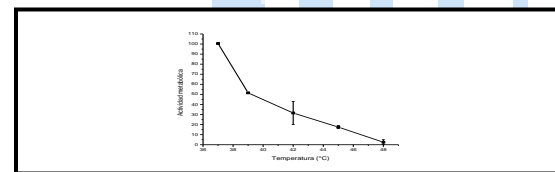


Fig. 2. Actividad metabólica de células HT-29 expuestas a un campo magnético alterno, con 2 mg/ml de IONP-THQ, durante 20 min alcanzando diferentes temperaturas (37 - 48 °C).

Conclusiones

- 1) Las IONP-THQ no son tóxicas para las células HT-29 en concentraciones desde 0,03 hasta 2 mg/ml
- 2) Cuando las células HT-29 son sometidas a hipertermia magnética con IONP-THQ (2 mg/ml) de 37 hasta 48 °C, se induce muerte celular (la viabilidad celular disminuye de 100 hasta el 5%)
- 3) La muerte celular de las células HT-29 con IONP-THQ, cuando son sometidas al tratamiento térmico, es vía apoptosis

Agradecimiento: Este trabajo está financiado por el proyecto:

“Evaluación *in vivo* de terapia antitumoral adyuvante: Hipertermia inducida por fotoestimulación (IRC) y electromagnetismo en modelos de xenotransplantes tumorales fluorescentes.” Aprobado por CONACYT en la convocatoria de “Ciencias de Frontera 2019”. Proyecto número 568483.

Bibliografía

1. Fatima, H., Charinpanitkul, T. & Kim, K. S. (2021). *Nanomaterials*, 11(5):id1203 <https://doi.org/10.3390/nano11051203>
2. González, A. G., Casillas, N., López, Z., Cervantes, O., Knauth, P., Hernández-Gutiérrez, R., Topete-Camacho, A., Rosales, S., Quintero, L. H., Paz, J. A., Flores, X. & Cano, M. E. (2022). *Coatings*, 12(8): id1130. <https://doi.org/10.3390/coatings12081130>
3. Martins Cavagis, A. D., Ferreira, C. V., Versteeg, H. H., Assis, C. F., Bos, C. L., Bleuming, S. A., Diks, S. H., Aoyama, H. & Peppelenbosch, M. P. (2006). *Experimental Hematology*, 34: 188–196. <https://doi.org/10.1016/J.EXPHEM.2005.11.001>

ANÁLISIS POR ESPECTROSCOPIA RAMAN DE LA INMOVILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE RECONOCIMIENTO BIOLÓGICO PARA LA APLICACIÓN EN BIOSENSORES

Isabel Gudelia Vazquez-Gutierrez, Abdu Orduña Díaz, Juan Xicohtencatl Cortes, Miguel Angel Reyes López, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada IPN, Tlaxcala C.P. 90700.

ivazquezg1600@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Biosensores, inmovilización, monocapas

Introducción. Hoy en día se han desarrollado biosensores con nanopartículas de oro (AuNPs) como una alternativa para la detección selectiva y temprana de patógenos. Aunque el desarrollo de biosensores con AuNPs contiene varios enfoques diferentes para sus mecanismos de construcción, los procesos de autoensamblaje suelen ser cruciales para fijar las biomoléculas en la superficie, ya que el funcionamiento de un biosensor depende de la inmovilización del elemento de reconocimiento biológico. En este contexto, en este trabajo se analizó por espectroscopia Raman, la inmovilización de anticuerpos y la proteína recombinante PapG sobre soportes de silicio mediante el uso de AuNPs, para el desarrollo de dos biosensores.

Metodología. Inicialmente se realizó una modificación química de los soportes de silicio mediante una limpieza, activación y funcionalización. Por otra parte, por el método Turkevich's se sintetizaron AuNPs de 13 nm. Posteriormente se autoensamblaron las AuNPs en los soportes de silicio y finalmente se inmovilizaron los elementos de reconocimiento biológico sobre los soportes de silicio con AuNPs.

Resultados. El análisis de los espectros SERS del autoensamble de las AuNPs mostraron en 1610 cm^{-1} la banda de los modos vibracionales de los enlaces NH_3^+ y en 1390 cm^{-1} (COO^-), ambas de los citratos que rodean las AuNPs (1). También se observaron bandas en 1605 cm^{-1} , 1318 cm^{-1} y 1181 cm^{-1} correspondientes a la flexión acoplada de NH_2 y estiramiento $\text{C}=\text{C}$, torsión de CH_2 y flexión CH respectivamente (2) (Figura 1). En el análisis de la inmovilización de la proteína observamos una banda en 442 cm^{-1} (C-S), una banda en 965 cm^{-1} (N-C-C) del esqueleto de la proteína y la presencia de la Amida I en 1683 cm^{-1} (3) (Figura 2a). EL análisis de la inmovilización de los anticuerpos mostro una banda en 418 cm^{-1} asociada al aminoácido triptófano, una

banda en 449 cm^{-1} (C-S), la banda en 717 cm^{-1} (C-S) y la banda de la amida I en 1702 cm^{-1} (3) (Figura 2b).

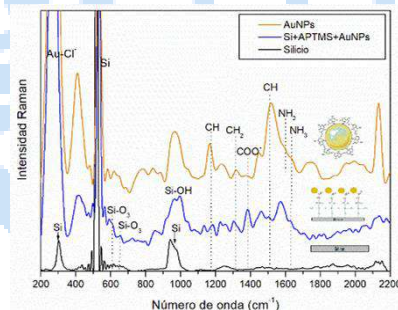


Fig. 1. Espectros SERS del autoensamble de las AuNPs.

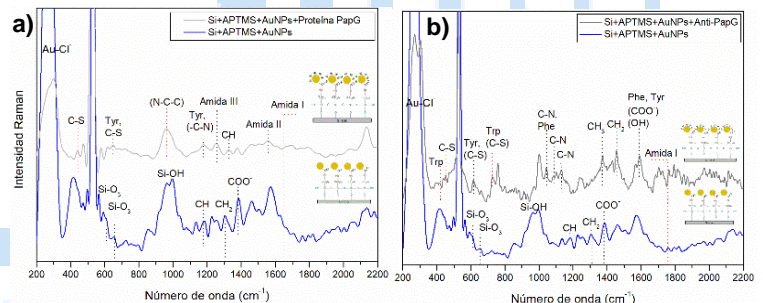


Fig. 2. Espectros SERS a) Inmovilización de la proteína recombinante PapG e b) Inmovilización de los anticuerpos anti-PapG.

Conclusiones. La utilización de AuNPs de 13 nm resultó ser eficiente para la inmovilización de biomoléculas. La inmovilización de los elementos de reconocimiento biológico se logró comprobar mediante espectroscopia Raman, mas sin embargo se deberán realizar mas experimentos para determinar una metodología optima.

Agradecimiento. A las becas CONACYT (CVU 854926) y SIP-IPN.

Bibliografía.

- Aureau, D., Varin, Y., Roodenko, K., Seitz, O., Pluchery, O., & Chabal, Y. (2010) *J. Phys. Chem.*, 14180–14186.
 Wondergem, C., van Swieten, T., Geitenbeek, R., Ern , B., & Weckhuysen, B. (2019). *ChemPubSocEurope*, 25, 15772 – 15778.
 Szekeres G. & Kneipp J. (2019) *Front. Chem.* 7:30.

Actividad antimicrobiana del líquido iónico de aminoácido alaninato de colina con potencial clínico y farmacéutico

Carlos Abraham Díaz-Quiroz, Andrés Francisco Chávez-Almanza, Christian Beatriz Vega-Millán, Ruth Gabriela Ulloa-Mercado, Pablo Gortáres-Moroyoqui, Juan Francisco Hernández-Chávez*, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, *Departamento de Veterinaria y Ciencias Agronómicas, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, C.P. 85000, email: carlos.diazq@itson.edu.mx

Palabras clave: líquido iónico, alaninato de colina, susceptibilidad antimicrobiana

Introducción. En el ámbito de la investigación biomédica, los líquidos iónicos se han vuelto cada vez más relevantes para numerosas aplicaciones, donde son muy importantes las propiedades antimicrobianas y la biocompatibilidad. Uno de los compuestos sugeridos son los líquidos iónicos de tercera generación, que son sintetizados a partir de biomateriales como carbohidratos, aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos (1). Estos compuestos han exhibido actividad antimicrobiana a bajas concentraciones, por lo que se ha explorado su inclusión en compuestos poliméricos en estructuras de películas, apósitos, hidrogeles y nanotubos con aplicación clínica y farmacéutica (2). En heridas de la piel, las principales bacterias presentes son *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, Gram positiva y Gram negativa, respectivamente (3). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la susceptibilidad al crecimiento de los microorganismos *E. coli* y *S. aureus* en suspensión libre, expuestos a diferentes concentraciones del líquido iónico alaninato de colina (AC).

Metodología. El líquido iónico AC se sintetizó a partir del aminoácido L-alanina y la vitamina colina, confirmando su pureza por NMR +1H. Las cepas *E. coli* ATCC 25922 y *S. aureus* ATCC 29213 fueron recolectadas en su etapa de crecimiento logarítmica e inoculadas en el medio caldo tripticasa de soya (BD BBL REF. 211825) sobre microplacas estériles. Para evaluar el efecto del AC sobre la susceptibilidad antimicrobiana en solución libre, se estudió el crecimiento poblacional mediante espectrometría UV-Vis a través de tres tratamientos con cultivos enriquecidos de AC en el rango [0.1-1%] w/v. El experimento control consistió de cultivos sin adición de AC. Las lecturas de absorbancia fueron adquiridas a 600 nm cada 15 min durante un tiempo de 280 min. Se realizaron tres réplicas por duplicado y se reportó el promedio y su desviación estándar para cada lectura. Para comparar los efectos entre los tratamientos se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) aplicado sobre los datos cuando t = 180 min.

Resultados. En la figura 1 se observan los resultados del ensayo de susceptibilidad antimicrobiana solo para

E. coli, sin embargo, los resultados para ambas cepas son similares, indicando inhibición y un decaimiento en la absorbancia óptica con el tratamiento a 1 % w/v de AC ($p < 0.05$). En ambos casos no se observó ningún efecto en la absorbancia a concentraciones de 0.5% y 0.1% w/v.

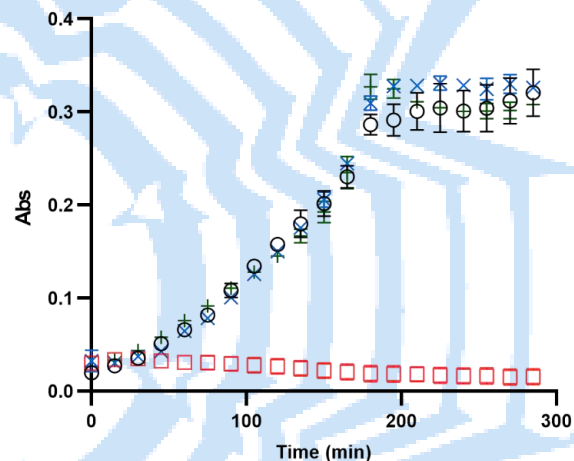


Figura 1 Susceptibilidad de *E. coli* a una concentración inicial de $1E+6$ cel/mL expuesta a diferentes concentraciones del líquido iónico alaninato de colina (AC). Las mediciones son promedios +/- desviación estándar de tres replicas. ● Control 0% AC, ■ 1% AC, ▲ 0.5% AC × 0.1% AC.

Conclusiones. Se demostró que el líquido iónico (AC) alaninato de colina adicionado a cultivos de *E. coli* y *S. aureus* en solución libre, posee propiedades antimicrobianas a partir de una concentración de 1% w/v de AC. Estudios de sus efectos sobre biopelículas y en compuestos poliméricos permitirán determinar su eficiencia en escenarios más complejos.

Bibliografía.

1. Md Moshikur R, Chowdhury MR, Moniruzzaman M, Goto M. Biocompatible ionic liquids and their applications in pharmaceuticals. *Green Chemistry*. 2020;22(23):8116-39.
2. King C, Shamshina JL, Gurau G, Berton P, Khan NFAF, Rogers RD. A platform for more sustainable chitin films from an ionic liquid process. *Green Chemistry*. 2017;19(1):117-26.
3. Burillo A, Moreno A, Salas C. Diagnóstico microbiológico de las infecciones de piel y tejidos blandos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 2007;25(9):579-86.

EFFECTO DE LAS CONDICIONES DE PROCESO EN EMULSIONES CON COMPUESTOS BIOACTIVOS ESTABILIZADAS CON NANOPARTÍCULAS SÓLIDAS PARA LA FORMULACIÓN DE UN PROTECTOR SOLAR

César U. Rodríguez-Fuentes¹, Ana G. Castillo-Olmos¹, Cynthia Cano-Sarmiento², ¹TecNM Campus Veracruz-UNIDA, Veracruz 91897. ²CONACYT-TecNM Campus Veracruz-UNIDA, Veracruz 91897. cynthia.cs@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: encapsulación, emulsiones Pickering, protector solar

Introducción. La exposición a la radiación UV es el factor principal en el desarrollo de cáncer de piel, por lo que usar protector solar es fundamental para prevenir y/o reducir daños. Las formulaciones actuales presentan en su mayoría compuestos sintéticos relacionados con efectos nocivos (foto-irritación, fotosensibilización y dermatitis), siendo necesario desarrollar sistemas que mejoren la protección, reduciendo estos componentes, optando por aquellos de origen natural como el aceite de café verde. Entre los sistemas que se utilizan para desarrollar protectores solares, podemos encontrar a las emulsiones Pickering, dispersiones coloidales de dos líquidos inmiscibles que logran estabilizarse al incorporar partículas sólidas en la interfase, donde presentan doble función (emulsificante y barrera física) y son capaces de incorporar moléculas con actividad fotoprotectora [1,2]. La quercetina es un bioflavonoide que ha demostrado incrementar el factor de protección solar y la capacidad antioxidante, sin embargo, por su degradación y baja biodisponibilidad, se requiere el uso de sistemas acarreadores como las emulsiones, que brindan protección y mayor aprovechamiento [3]. Debido al impacto que la formación de la emulsión genera en la encapsulación del compuesto bioactivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las condiciones de proceso en las propiedades fisicoquímicas de protectores solares compuestos de emulsiones Pickering de quercetina estabilizadas por nanopartículas (NPs) de óxido de zinc.

Metodología. Emulsiones con quercetina 5 mg/g se elaboraron por homogeneizador rotor estator a diferentes condiciones (Tabla 1), se analizaron por microscopía óptica y análisis digital de imagen para determinar tamaño promedio de partícula (TPP) y percentil D90; se obtuvo índice de estabilidad de Turbiscan (TSI) y se determinaron las propiedades reológicas de flujo y fluencia-recuperación.

Tabla 1. Condiciones de proceso para cada tratamiento.

	Q1	Q2	Q3	Q4
Velocidad [rpm]	13,000	13,000	15,000	15,000
Tiempo [min]	2	4	2	4

Resultados. Los tratamientos Q2 y Q3 generaron sistemas con menor TPP y variación respecto al tiempo (Fig.1), donde Q3 presentó menor incremento de TSI, asociado a baja desestabilización (Fig.2). En las propiedades reológicas, presentaron variación según TPP, donde menores tamaños se asociaron a bajas deformaciones en la estructura y mayor estabilidad durante la dispersión en la piel, siendo resistentes a la ruptura (Fig.3).

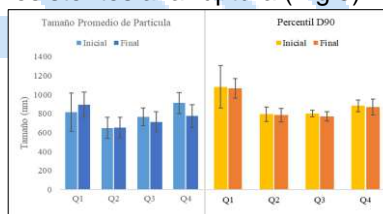


Fig. 1. TPP y percentil D90 de emulsiones.

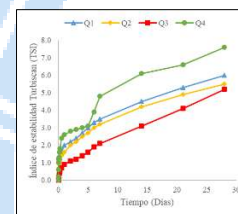


Fig. 2. TSI de emulsiones durante almacenamiento.

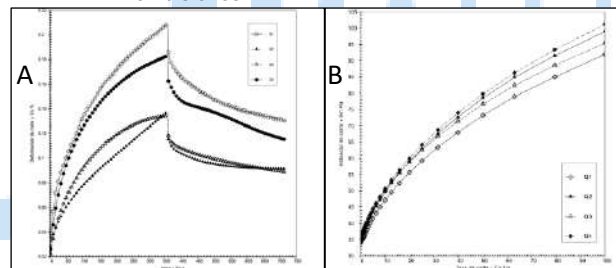


Fig. 3. A) Curvas de fluencia-recuperación y B) curvas de flujo de emulsiones elaboradas por distintos tratamientos.

Conclusiones. Condiciones Q3 (15,000 rpm, 2 min) proporcionaron el sistema con menor TPP y menor diferencia con el D90 asociado a una mejor encapsulación y una distribución de NPs más eficiente, además de presentar estabilidad superior con respecto al tiempo y a fenómenos de ruptura por aplicación tópica.

Agradecimiento. Al TecNM y UNIDA-ITVER.

Bibliografía.

- Guzmán E., Ortega F., Rubio R. (2022) *Cosmetics*. Vol (9): 68.
- Bordes C., Bolzinger M., El Achak M., Pirot F., Arquier D., Agusti G., Chevalier Y. (2021) *Int. J. Cosmet. Sci.* Vol (43): 432.
- Hatahet T., Morille M., Hommos A., Devoisselle J., Müller R., Bégu S. (2016) *Eur J Pharm Biopharm.* Vol (108): 41.

NANOPARTÍCULAS DE C-FICOCIANINA: AUTOENSAMBLADO Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Moises Job Galindo-Pérez¹, Marcia Morales-Ibarra¹, Dolores Reyes-Duarte¹, Andrés Hernández-Arana, José Campos-Terán¹, Izlia Jazheel Arroyo-Maya¹

¹Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Santa Fe Cuajimalpa, C.P. 05348, México. Correo electrónico: iarroyo@cua.uam.mx

Palabras clave: nanotecnología, microalgas, c-ficocianina, ABTS, DPPH

Introducción. Recientemente las proteínas derivadas de cianobacterias como la C-ficocianina (C-F), han ganado interés debido a sus propiedades benéficas para la salud⁽¹⁾. Una de las características de la C-F es su tonalidad azul que la hace útil como colorante natural para alimentos⁽²⁾. Sin embargo, la C-F puede degradarse debido a diversos factores fisicoquímicos (temperatura, pH, presencia de oxígeno, etc.)⁽³⁾, lo que limita sus aplicaciones tecnológicas. Una alternativa ante la degradación es la nanoencapsulación. Así, este trabajo presenta los resultados obtenidos de la preparación y caracterización de nanopartículas (NP's) de C-F. Específicamente, se evaluaron las propiedades físicas como el tamaño (TP), índice de polidispersidad (IPD), y carga superficial (ζ); y químicas como la actividad antioxidante (AOX), el porcentaje de inhibición de radicales libres y eficiencia de encapsulación (%EE) de las NP's ensambladas a partir de C-F con otras proteínas como el aislado de proteína de leche (WPI) y carbohidratos (pectina).

Metodología. La C-F fue extraída de la cepa *Desertifilum tharense* UAM-C/S02. Las NP's de C-F-WPI-pectina se prepararon y caracterizaron de acuerdo a la metodología descrita por Arroyo-Maya y McClements⁽⁴⁾. La AOX de las NP's se determinó usando dos protocolos: con 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico (ABTS) y con 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH).

Resultados. En la **Tabla 1** se presenta la caracterización fisicoquímica de las NP's preparadas. Las NP's presentaron tamaño nanométrico, monodispersidad con un %EE \approx 87%.

Tabla 1: Caracterización fisicoquímica de las nanopartículas

Muestra	TP (nm)	IPD	ζ (mV)	EE (%)
NP's WPI-pectina	356.82 \pm 8.47	0.22 \pm 0.01	-39.62 \pm 1.75	----
NP's C-F/WPI-pectina	463.23 \pm 4.02	0.20 \pm 0.01	-24.50 \pm 0.90	87.29 \pm 0.55

La **Figura 1** muestra la AOX tanto del extracto de C-F como de las NP's con y sin C-F encapsulada. La AOX para la NP's de C-F-WPI-pectina determinada con ABTS y DPPH fue de 65.34 μ M y 27.98% de inhibición, respectivamente. Mientras que para el extracto libre (no encapsulado) los valores fueron de 319.88 μ M y 61.7% de inhibición. Lo que indica que la encapsulación contribuye a la protección y estabilización de los grupos antioxidantes de la C-F⁽⁵⁾.

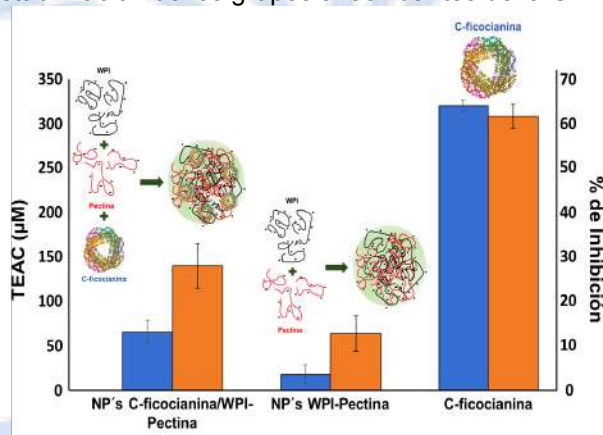


Fig 1: AOX de las nanopartículas: ■ ABTS; ■ DPPH

Conclusiones. El método de autoensamblado de NP's usando WPI y pectina fue adecuado para generar sistemas capaces de integrar, proteger y estabilizar a la C-F, lo que hace posible su aplicación tecnológica en diversas áreas de interés tales como salud y alimentos.

Agradecimientos. Galindo-Pérez agradece al CONACyT por la beca posdoctoral otorgada.

Bibliografía.

- (1) Patel, S.N., Sonani, R.R., Roy, D., Singh, N.K., Subudhi, S., Pabbi, S. y Madamwar, D. (2022). *3 Biotech.* 12(9): 1-15.
- (2) Kuddus, M., Singh, P., Thomas, G. y Ali, A. (2015). Production of C-phycoyanin and its potential applications. En: *Biotechnology of bioactive compounds: Sources and applications.* Gupta, V. Wiley & Sons, Reino Unido, 283-299.
- (3) Adjali, A., Clarot, I., Chen, Z., Marchioni, E., y Boudier, A. (2022). *J Pharm Anal.* 12(3), 406-414.
- (4) Arroyo-Maya, I.J. y McClements, D.J. (2015). *Food Res. Int.* 69: 1-8.
- (5) Sahin, O.I., Dundar, A.N., Ozdemir, S., Uzuner, K., Parlakb, M.E. Dagdelen, A.F. y Saricaoglu, F.T. (2022). *Food Biosci.* 50(PA): 102052.

DEGRADACIÓN DE COLOR EN MEDIO ACUOSO EMPLEANDO RADIACIÓN UV Y NANOPARTÍCULAS DE ZnO

Luisa Fernanda Medina Ganem, Mariana Zoé Yllades Valdez, Paola Hermosillo García, Mónica Berenice Hernández Báez, Alexa Contreras Bañuelos. Universidad Iberoamericana, Campus León, Departamento de Ingenierías, León, Guanajuato 37238, 183009-A@iberoleon.edu.mx.

Palabras clave: Nanopartículas de ZnO; fotocatalisis; degradación de color

Introducción. Las nanopartículas (NPs) de ZnO tienen la posibilidad de fungir como semiconductores. En particular, en el área de remediación ambiental, ha sido importante debido a su capacidad para generar portadores de carga mediante la radiación. (Rivas Moreno, 2022). Una metodología para la remoción de colorantes contaminantes en el agua es el uso de degradaciones fotocatalíticas. En estas, se usa una fuente de luz UV para producir una excitación de electrones, haciendo que se trasladen de la banda de valencia a la de conducción. Los electrones reaccionan con el oxígeno del ambiente, formando O_2^- ; el cual induce a la oxidación y degrada algún colorante, como en el naranja de metilo (Mohamed *et al.*, 2021). En este trabajo se degradó una solución de naranja de metilo por medio de una fotocatalisis, empleando nanopartículas de ZnO y radiación UV.

Metodología. La síntesis de NPs de ZnO se realizó mediante un sistema reflujo en el cual se mezclaron 25 mL de $Zn(O_2CCH_3)_2$ 0.5 M con 25 mL de Na_2CO_3 0.25 M durante 2 horas, posteriormente el producto obtenido fue lavado tres veces con agua desionizada y secado a 60 °C por 24 hrs. Finalmente el polvo obtenido fue calcinado a 350 °C por 3 horas. A su vez, se realizó una curva de calibración del naranja de metilo (NM) empleando concentraciones de 0, 3, 5, 7, 10 y 15 ppm y se determinó su absorbancia en un espectrofotómetro de UV-Vis a una longitud de onda de 464 nm. Finalmente, los datos fueron ajustados a regresión lineal. Para la degradación fotocatalítica, se prepararon 5 soluciones de naranja de metilo de 10 mL a 15 ppm, a los cuales se les agregaron diferentes cantidades de NPs: 0, 0.01, 0.05, 0.1 y 0.15 g y se expusieron a luz UV por 6 hrs. Finalmente, se determinó la concentración final de color para obtener el porcentaje de degradación en cada caso.

Resultados. En la Fig. 1. Se presenta el patrón de difracción de rayos X de las nanopartículas de ZnO sintetizadas, donde se observa una estructura tipo wurtzita. Además, usando la ecuación de Debye-Scherrer, se determinó el tamaño de cristal, el cual fue de 35 nm. Para la gráfica de remoción de color (Fig. 2), se observa una variación importante en la

remoción de naranja de metilo, entre 0.01 a 0.05 g de ZnO agregadas. Sin embargo, las absorbancias únicamente indican una degradación significativa del color a partir de 0.05 g, por lo que se define como esta como la cantidad óptima de NPs de ZnO para llevar a cabo la reacción.

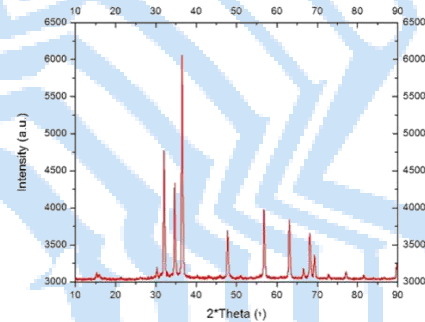


Fig. 1. Patrón de difracción de rayos X para NPs de ZnO calcinadas a 350 ° por 3 horas.

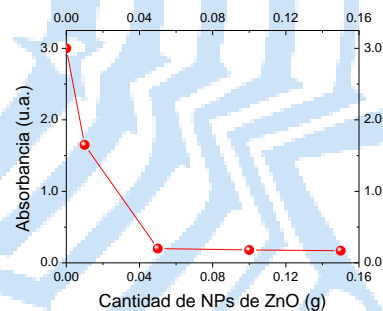


Fig. 2. Gráfica de remoción de color.

Conclusiones. El uso de nanopartículas de ZnO como agente de remoción de naranja de metilo es una alternativa prometedora para la eliminación de este contaminante del agua, ya que es un proceso relativamente sencillo de realizar, no requiere de altas concentraciones para ser efectivo.

Bibliografía.

- (1) Rivas Moreno, F. K. (2022). Decorado de TiO_2 con nanopartículas esféricas de Au y Ag, y su aplicación en fotocatalisis. Repositorio institucional BUAP. Recuperado 28 de febrero de 2023, de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/17592>
- (2) Mohamed Isa, E. D., Che Jusoh, N. W., Hazan, R., & Shameli, K. (2021). *ESPR*. Vol (28), 5774-5785.

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LA CASCARA DE CACAHUATE

Melina Sánchez-Leonel ^a; Ana E. Olivares-Hernández ^a; Israel Arzate-Vázquez ^b; Juan. V. Méndez-Méndez ^b

^a Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, 11340, Ciudad de México, México. ^b Instituto Politécnico Nacional, Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías, 07738, Ciudad de México, México. msanchezl2300@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Estructura jerárquica, cascara de cacahuate, técnicas de microscopía.

Introducción. Estudios enfocados a la caracterización de materiales biológicos proveen información útil para el diseño de nuevos materiales funcionales [1,2]. Por otro lado, estos materiales pueden ser considerados como fuente para la síntesis de micro y nanomateriales con múltiples aplicaciones.

El objetivo de este estudio fue examinar a detalle la estructura jerárquica de la cáscara de cacahuate con la finalidad de proponer algunos usos o aplicaciones en el campo de la biotecnología.

Metodología. Fragmentos de cáscara fueron preparados siguiendo la metodología propuesta por Nicolás-Bermúdez [3] (Fig. 1a). Para el análisis estructural se empleó: microscopía óptica (BX51, Olympus, Japón), microscopía electrónica de barrido (JSM-7800F, JEOL, Japón), microscopía confocal de barrido laser (LSM 710 NLO, Carl Zeiss, Alemania) y microscopía de fuerza atómica (MultiMode V conectado a un controlador NanoScope V, Bruker, USA).

Resultados. La cascara de cacahuate posee una estructura compleja constituida por tres tejidos vegetales: capa de células externas, tejido esponjoso y estructura fibrosa. En la Fig 1.b se observa la capa de células externas y el tejido esponjoso; ambos constituidos por células de parénquima. En el interior del tejido esponjoso se localiza una estructura fibrosa, la cual se distribuye a lo largo de toda la cascara formando una estructura en forma de red. Esta estructura fibrosa posee un arreglo microestructural complejo que consiste de diferentes tipos de células de esclerénquima (esclerideas y fibras) (Fig. 1c-d). Diferencias en los grosores de las fibras que componen esta estructura son observados en la Fig. 2a. Además, se encontró que en algunas partes de las fibras, se localiza una capa de células de parénquima que cubre a las fibras de esclerénquima (Fig. 2b), las cuales poseen un alto contenido de lignina (coloración verde) (Fig. 2c). Las fibras de esclerénquima internas presentaron formas poliédricas con paredes celulares engrosadas (Fig. 2d).

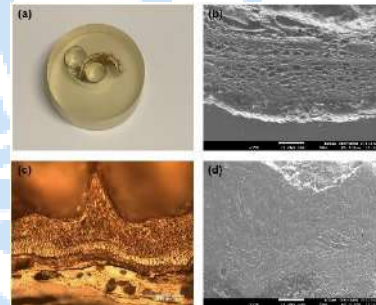


Fig. 1. Tableta de resina con cascara de cacahuate (a) e imágenes de la capa de células externas y tejido esponjoso (b) y de la estructura fibrosa (c, d).

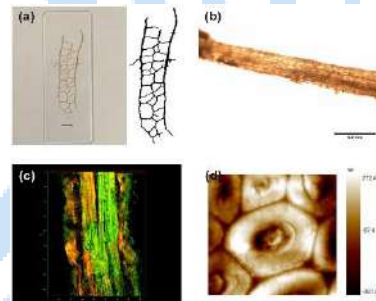


Fig. 2. Imágenes de la estructura fibrosa: arreglo en forma de red (a), fibra individual (b), imagen de MCBL (c) e imagen de MFA (d).

Conclusiones. La cascara de cacahuate presenta una estructura compleja, donde la estructura fibrosa está compuesta por células de esclerénquima, a partir de las cuales se pueden generar micropartículas que se utilicen para la elaboración de películas compuestas.

Agradecimiento. Agradecemos el apoyo financiero del IPN (proyectos SIP: 20221465 y 20230984).

Bibliografía.

1. Meyers M. A., Chen P., Lopez M. I., Seki Y., Lin A. Y. M. (2011). J Mech Behav Biomed Mater, 4, 626-657.
2. Naleway S.E., Porter M. M., McKittrick J., Meyers M.A. (2015). Adv Mater, 27, 5455-5476.
3. Nicolás-Bermúdez J., Arzate-Vázquez I., Chanona-Pérez J. J., Méndez-Méndez J. V., Perea-Flores M. J., Rodríguez-Castro G. A., Domínguez-Fernández R. N. (2022). J Mech Behav Biomed Mater, 130, 105190.

Adsorción de Cromo (VI) empleando nanopartículas magnéticas de Fe_3O_4 obtenidas por coprecipitación

Alexa Contreras Bañuelos, Luis Alberto Aranda Aguilar, Mariana Zoé Ylládez Valdez, Luisa Fernanda Medina Ganem, Paola Hermosillo García, Universidad Iberoamericana de León, Departamento de Ingenierías, León, 37238, 184583-6@iberoleon.edu.mx.

Palabras clave: nanopartículas magnéticas, adsorción, cromo (VI).

Introducción. A nivel local, los efluentes generados por la industria del cuero contienen grandes cantidades de metales pesados, incluido el cromo (VI) (1). Muchos métodos de purificación de agua no son efectivos cuando se trata de la remoción de metales pesados, para estos se han propuesto nuevas tecnologías que cumplan este propósito, siendo la adsorción una posible alternativa viable (2). En este trabajo se busca analizar la adsorción de Cromo (VI) empleando nanopartículas magnéticas de Fe_3O_4 sintetizadas por el método de coprecipitación.

Metodología. La síntesis de nanopartículas de magnetita (Fe_3O_4) se realizó mediante el método de coprecipitación. Para su preparación, se mezclaron 6.8854 g de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ disueltos en 20.65 mL de agua destilada, con 1.8625 g de $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ disueltos en 67.66 mL de agua destilada. Posteriormente se agregaron 10 mL de NH_4OH y se observó de manera instantánea la formación de magnetita. Finalmente, las nanopartículas fueron lavadas tres veces con agua destilada, para remover los iones que no reaccionaron. La formación de magnetita se caracterizó por la obtención de un precipitado negro con la capacidad de interactuar con campos magnéticos externos. Para llevar a cabo estudio de adsorción, se realizó en dos partes; primeramente, se procedió a construir una curva de calibración, empleando espectrofotometría de UV-vis, por lo que, se prepararon 6 soluciones de Cr(VI) de 10 mL cada una, con concentraciones de 0, 5, 10, 15, 20 y 30 ppm respectivamente. Para determinar la concentración de Cr(VI) en estas soluciones, se utilizó espectrofotometría de UV-vis, midiendo la absorbancia de cada solución a 380 nm. Se construyó una curva de calibración que aseguró su validez manteniendo el coeficiente de correlación con un mínimo de 0.99. En la segunda parte del estudio, se llevó a cabo la adsorción de Cr(VI), donde se agregó magnetita previamente a diferentes las soluciones de Cr(VI), las cuales se encontraban a 30 ppm. Las cantidades de magnetita agregadas a cada 10 mL de solución de Cromo (VI) fueron 0, 0.01, 0.5 y 1 g.

Posteriormente cada solución se mantuvo bajo agitación mecánica durante 24 horas. Posteriormente, se removió la magnetita con la ayuda de un imán, y se determinó la cantidad de magnetita removida en cada caso.

Resultados. En la Fig. 1a, se muestra el espectro de rayos X de las muestras de magnetita sintetizadas, donde se observa que el material obtenido presenta una alta cristalinidad, con una estructura de espinela inversa, típica de la magnetita nanométrica. Por otro lado, la Fig. 2b presenta el porcentaje de remoción de Cromo(VI) empleando diferentes cantidades de Cromo (VI). De acuerdo con los cálculos, este material puede remover hasta 0.814 mg de Cromo (VI) por cada gramo de magnetita, teniendo una velocidad específica de remoción de 2.9188.

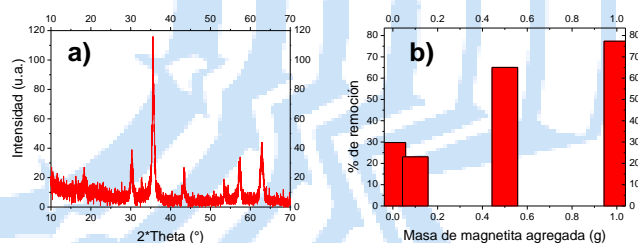


Fig. 1. a) Espectro de difracción de rayos X de las nanopartículas sintetizadas. b) Porcentaje de remoción de Cromo (VI).

Conclusiones. La mayor remoción de Cr (VI) se obtuvo con cantidades de 0.1 y 1 g de nanopartículas agregadas, los cuales mostraron porcentajes de remoción del 73.4% y de 77.3% respectivamente, lo cual indica un método adecuado de remoción de Cromo (VI) de aguas industriales.

Bibliografía.

- Jain, R. (2022) RSC Advances, 12(50), 32197–32209.
- Carriazo Baños, J. G., Noval Lara, V. E. & Ochoa Puentes, C. (2017) Revista Colombiana de Química, 46(1), 42.
- Kishimoto, M., Minagawa, M., Yanagihara, H., Oda, T., Ohkochi, N. & Kita, E. (2012). Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 324(7), 1285- 1289.
- Moscoso, D. & Cruzat, C. (2014). MASKANA, 5(1), 43-55.

ESTUDIO DEL EFECTO DEL GRAFENO EN BIOPELÍCULAS DE ALMIDÓN, SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE COLOR Y SU INTERACCIÓN

Marlene Jiménez Rosas¹, Leticia López-Zamora¹, José Amir González-Calderón².

¹Tecnológico Nacional de México campus Orizaba- División de Estudios de Posgrado e Investigación. Orizaba, Veracruz, C.P. 94320.

²Instituto de Física - Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Palabras clave: biopolímeros, nanotecnología, almidón

Introducción. El almidón es una alternativa a los polímeros sintéticos como materiales de partida para la producción de biopelículas. Se ha demostrado que al reforzarlas con nanopartículas de grafeno funcionalizadas se mejoran las propiedades mecánicas, térmicas y de barrera (1). En este trabajo se desarrollaron biopelículas a base de almidón de maíz, determinando las combinaciones óptimas de nanopartículas de grafeno funcionalizadas y puras para mejorar las propiedades mecánicas, tales como módulo de Young, resistencia a la elongación y a la tensión y evaluando una correcta interacción entre los componentes.

Mejorar las propiedades fisicoquímicas de películas de almidón-maltodextrina, mediante la adición de nanopartículas de grafeno modificadas químicamente.

Metodología. Se modificaron las nanopartículas con grupos amino (-NH₂) por medio de un proceso de silanización y de acidificación y se realizaron películas de almidón-maltodextrina al 5 % w/v y 1 % w/v respectivamente, con el fin de caracterizarlas y determinar las combinaciones óptimas de nanopartículas de grafeno funcionalizadas y puras (2,3). Por medio del FTIR se confirmó la formación de enlaces químicos entre las partículas modificadas y el polímero y se realizaron pruebas de colorimetría. Las propiedades mecánicas de los compuestos se evaluaron mediante experimentos de tracción, obteniendo valores de resistencia a la tensión, elongación a la ruptura, y módulo de Young.

Resultados. La adición de grafeno funcionalizado en el envasado de alimentos aumentó la resistencia mecánica, mejorando así la vida útil de los compuestos a base de almidón-maltodextrina. En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas de las biopelículas de almidón, realizando una comparación entre las biopelículas sin grafeno (SG), las partículas reforzadas con grafeno puro (GB), las funcionalizadas con silano (GS) y las partículas acidificadas (GA). Se observa que los valores más altos se presentan en las películas reforzadas con las

Tabla 1. Propiedades mecánicas para biopelículas elaboradas con almidón mezclado con nanopartículas de grafeno.

Muestras	Fuerza de Tensión (MPa)	% Elongación	Módulo de Young (MPa)
SG	2.1953	11.7	0.3342
GB	3.1026	10.4	0.3815
GS	3.7560	8.2	0.5648
GA	2.3269	8.8	0.3658

partículas funcionalizadas debido a la influencia de los grupos funcionales en el grafeno, esto indica que se obtuvieron películas más resistentes y con mayor capacidad de estiramiento antes de romperse.

Conclusiones. De acuerdo con los resultados obtenidos, la incorporación del grafeno como material de refuerzo presenta una mejora notable en las propiedades mecánicas, de igual forma se confirmó que al insertar los grupos funcionales activos en la superficie de las partículas, se aumentó la posibilidad de formar enlaces químicos entre las partículas modificadas y los tejidos, respecto a las pruebas de color se obtuvieron películas brillantes y con una alta transparencia, concluyendo que, de acuerdo con los cambios obtenidos en la estructura, las biopelículas representan una gran alternativa para aplicarlas como recubrimiento de alimentos.

Agradecimiento. A CONACYT por el apoyo económico brindado con al beca 1180042.

Bibliografía.

1. Azimpour-Shishevan, F. , Mohtadi-Bonab, MA , Akbulut, H. , J. (2023) *Appl. polim. Ciencia*. 140 (1), 53269.
2. Gonzalez-Calderon, J.A., Vallejo-Montesinos, J., Martínez-Martínez, H.N., Cerecero-Enríquez, R., López-Zamora, L. (2019). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 18, 1130–1134.
3. López-Zamora, L., Martínez-Martínez, H.N., González-Calderón, J.A. 2018. *Materials Chemistry and Physics*. 217, 285-290.

CHARACTERIZATION OF HYDROGENATED AMORPHOUS SILICON CARBIDE PLATFORMS BY VIBRATIONAL SPECTROSCOPY TO DEVELOP AN OPTICAL BIOSENSOR FOR FUTURE APPLICATION IN DETECTING DIFFERENT ANALYTES.

^aFrancisco Javier Gómez Montaño, ^bAbdú Orduña Díaz, ^aClaudia Reyes Betanzo, ^cFabiola Avelino Flores, ^dAlexis Cano León, ^aRicardo Alan Retana González.

^aInstituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (Departamento de Electrónica). Luis Enrique Erro #1, Sta. María Tonanzintla, 72840. San Andrés Cholula, Puebla. México.

^bCentro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional (Departamento de Nanobiotecnología). ExHacienda San Juan Molino Carretera Estatal Km 1.5, 90700. Santa Inés Tecuexcomac, Tlaxcala. México.

^cBenemérita Universidad Autónoma de Puebla (ICUAP). Prolongación 24 sur. Cd. Universitaria, 72570. Puebla, Puebla. México.

^dUniversidad Politécnica de Tlaxcala (Departamento de Ingeniería Química). A. Universidad Politécnica #1, 90180. San Pedro Xalcaltzinco, Tlaxcala. México.

*franciscogomez@inaoep.mx

Keywords: FTIR, Biosensor, a-SiC:H

Introduction. Nowadays, biosensors are becoming a more studied subject, since they are devices that determine certain analytes in short times and commonly their detection methodology is easy to carry out. Recently, hydrogenated amorphous silicon carbide (a-SiC:H) surfaces are gaining importance to elaborate biosensors, thanks to their properties: chemical resistance, mechanical robustness, and biocompatibility [1]. In this study self-assembly monolayers (SAM) methodology was used to develop optical biosensors on a-SiC:H platforms. Antibodies against flagella from *E. coli* were employed as biological recognition element and Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy was used as transducer.

(1520 cm⁻¹), C=O (1710 cm⁻¹), Amide I (1654 cm⁻¹) and Amide II (1545 cm⁻¹) [2][3], which helped to link the antibodies on each surface.

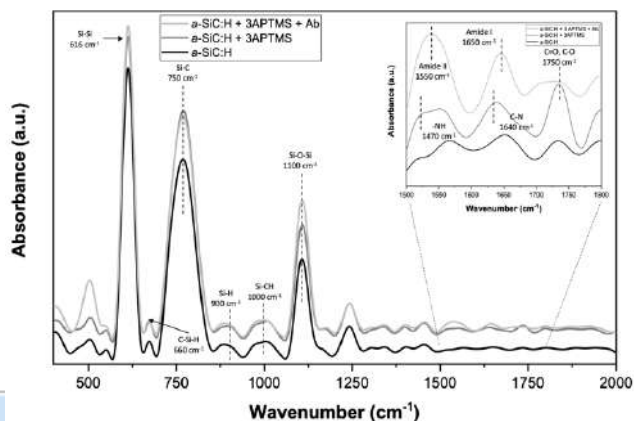


Figure 2. FTIR spectra (transmission mode) of SAM performed on a-SiC:H platforms.

Methodology. General methodology is represented in figure 1, all steps were made on a-SiC:H platforms:

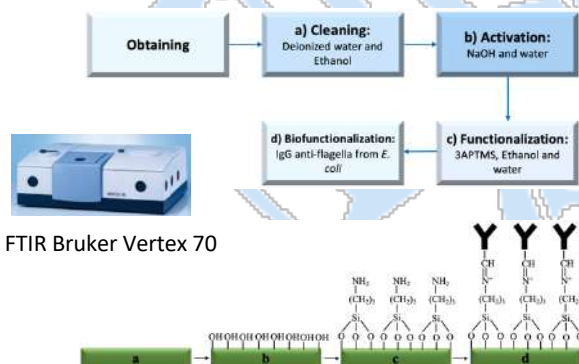


Figure 1. SAM methodology schematic representation, all steps were analyzed by FTIR spectroscopy.

Results. Different characteristic functional groups, obtained and generated during SAM methodology, were identified at the FTIR spectra (Figure 2): Si-Si (616 cm⁻¹), Si-O-Si (1100 cm⁻¹), Si-C (775 cm⁻¹), NH₂

Conclusions. With these results, it is confirmed that a-SiC:H biosensors could be applied in detecting different kind of analytes such as bacteria, protein, DNA, RNA, and cells in food, water, clinical, and environmental samples; increasing the variety of tests used to determine or detect important analytes for humans.

Acknowledgment. Authors thank CONACYT for the scholarships given to Dr. Gómez-Montaño (Project number 2709087) and B.A. Retana-González.

Bibliografía.

- [1] Morales J, Herrera J, Saldana Z, Reyes C, Gómez F, Orduña A. (2020). *Surf Interfaces*. 20:100550.
- [2] Paluszkievicz C, Piergies N, Chaniecki P, Rekas M, Miszczyk J, Kwiatek W. (2017). *J Pharm Biomed Anal*. 139:125-132.
- [3] Marka S, Peruswamula V, Valadi V. (2020). *Nanocarbon Electrochemistry*. 3:85-121.

SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE CON EXTRACTOS DE PLANTAS COMO ALTERNATIVA FRENTE A BACTERIAS MULTIRRESISTENTES CAUSANTES DE INFECCIONES EN TRACTO URINARIO

Uriel de la Rosa Santana, Aurora Ant3nio P3rez, Ernesto Manuel Hern3ndez Cooper, Ana Laura Torres Huerta

Instituto Tecnol3gico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM-CEM), Departamento de bioingeniera Ciudad de M3xico C.P. 52926, A01377410@itesm.mx

Palabras clave: S3ntesis, Nanopart3culas, Multirresistentes.

Introducci3n. Los microorganismos multirresistentes tienen un impacto importante econ3mico y sanitario a nivel mundial (1). Actualmente se reportan m3s de 700.000 muertes al a3o y se estima que en 2050 llegue a 10 millones debido a la resistencia a antibi3ticos (2). Gracias al desarrollo de la nanotecnolog3a, es posible utilizar nanopart3culas para combatir infecciones causadas por bacterias multirresistentes. Particularmente, el m3todo de s3ntesis verde promueve el uso de agentes naturales (extractos de plantas, microorganismos, algas, etc.) en la producci3n de nanopart3culas (3). Este tipo de s3ntesis es m3s amigable con el ambiente al evitar el uso de subproductos t3xicos. Las nanopart3culas de cobre adem3s de que presentan diversas propiedades (antimicrobiano, antiviral, etc.), su proceso de s3ntesis por el m3todo verde resulta m3s rentable en comparaci3n con otro tipo de nanopart3culas. El objetivo de este proyecto es la producci3n de nanopart3culas de cobre por s3ntesis verde para la eliminaci3n de *Escherichia coli*, una de las cepas bacterianas con mayor incidencia en el desarrollo de infecciones del tracto urinario en el mundo. (4)

Metodolog3a. Para la s3ntesis verde se utilizaron soluciones precursoras de cobre en combinaci3n con extracto vegetal obtenido previamente a 60°C de *Azadirachta Indica* (Neem) y *Eysenhardtia Polystachya* (Palo Azul). La mezcla se calent3 a 85°C con agitaci3n durante 20 horas observando un cambio de color. Se tomaron muestras de nanopart3culas sintetizadas en diferentes intervalos de tiempo para caracterizaci3n de tama3o y estabilidad mediante dispersi3n din3mica de la luz y capacidad antibacteriana mediante an3lisis de densidad 3ptica en tubos c3nicos, as3 como lector de placas.

Resultados. Al mantener constante la temperatura de 60°C se detect3 un mejor perfil de liberaci3n de compuestos a 20 minutos en comparaci3n a un tiempo menor. Adicionalmente, analizando las muestras tomadas con intervalos de tiempo es posible percibir una tendencia en la reducci3n de tama3o importante ya que a esta propiedad se le suele atribuir su capacidad antibacteriana, llegando hasta valores cercanos a 100 nm y 500 nm usando extracto de Palo Azul y Neem respectivamente.

Mientras tanto, se observ3 una tendencia de aumento en el efecto antibacteriano conforme aumenta la concentraci3n de nanopart3culas mostrando un cambio significativo en la densidad 3ptica hasta un valor m3ximo de 20 mg/ml de nanopart3cula (Fig 1).

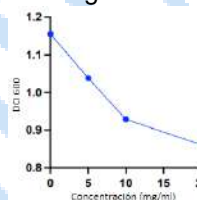


Fig. 1. Disminuci3n en el crecimiento bacteriano mostrado en densidad 3ptica (DO) conforme aumenta la concentraci3n de nanopart3cula.

Conclusiones.

Bajo los extractos obtenidos a 60°C hubo una tendencia en la disminuci3n de tama3o conforme pasa el tiempo de s3ntesis, independientemente del extracto de planta utilizado. Adem3s, La caracterizaci3n f3sica en t3rminos de tama3o ha sido posible mostrando nanopart3culas alrededor de 100 nm cuando se utiliz3 extracto de Palo Azul y 500 nm cuando se utiliz3 extracto de Neem. Finalmente, se identific3 una correlaci3n de aumento del efecto antimicrobiano conforme se aumenta la concentraci3n de las nanopart3culas.

Agradecimiento. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnolog3a (Conacyt), Doctor en ciencias Peter Tompa, Investigador de doctorado Fernando Duran Armenta.

Bibliograf3a.

- 1 La Fauci, V., & Alessi, V. (2018). Ann Ig, 30(4), 52-57.
- 2 Chmielewska, S. J., Skłodowski, K., Depciuch, J., Deptuła, P., Piktel, E., Fiedoruk, K., ... & Bucki, R. (2021). Pharmaceutics, 13(3), 425.
- 3 Nagar, N., & Devra, V. (2018). Materials chemistry and physics, 213, 44-51.
- 4 Gajd3cs, M., 3br3k, M., L3z3r, A., & Buri3n, K. (2021). Antibiotics, 10(9), 1098.

DESARROLLO DE UN NANO-BIOSENSOR BASADO EN NANOPARTÍCULAS DE ORO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA BACTERIA PATÓGENA *Pseudomona aeruginosa*.

Adrián Armando Leal-Rivera¹, Luis Ramiro Caso-Vargas², Norma Elena Rojas-Ruiz³, Leslie Susana Arcila-Lozano^{4,5}. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ¹Licenciatura en Biotecnología, ²Facultad de Ciencias Biológicas, ³Centro de Investigación en Ciencias Microbiológicas, Puebla C.P. 72592; ⁴Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Ciudad de México C.P. 03940; ⁵Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tlaxcala C.P. 90700.

lsarcila@gmail.com

Palabras clave: Biosensores, Nanopartículas-Oro, Estreptavidina-Biotina.

Introducción. Los microorganismos multirresistentes son un grave problema de salud pública. En 2017, la OMS publicó una lista global de bacterias resistentes a los antibióticos, las bacterias ESKAPE ocupan las primeras posiciones y dentro de este grupo *Pseudomona aeruginosa* está clasificada como críticamente prioritaria para investigaciones y desarrollos diagnósticos que minimicen la morbimortalidad por este agente infeccioso bacteriano. Los biosensores ofrecen varias ventajas sobre las técnicas existentes que incluyen la reducción del tiempo de análisis, la mejora de la sensibilidad y el análisis en tiempo real. Las nanopartículas de oro (AuNPs) son ampliamente utilizadas en el desarrollo de biosensores ya que poseen características y propiedades únicas como una alta dispersión en agua, síntesis fácilmente adaptada para una morfología adecuada, control de tamaño y una alta afinidad por ligandos como los tioles y las aminas lo que permite la bioconjugación con moléculas biológicas como proteínas. El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un nano-biosensor basado en nanopartículas de oro para la identificación de *Pseudomona aeruginosa* empleando la espectroscopia FT-IR.

Metodología. La metodología empleada en este trabajo relacionada con el ensamblaje y la caracterización del nano-biosensor esta basada en lo reportado por Arcila-Lozano L.S., *et al.*, 2017 (1).

Resultados. El biosensor está constituido por un elemento transductor que son las AuNPs, éstas fueron conjugadas con la proteína estreptavidina recubriendo su superficie con la finalidad de estabilizar el sistema coloidal y a su vez ser un puente de unión con el anticuerpo biotinilado. En la figura 1 se muestran los espectros FTIR correspondientes a las AuNPs, la proteína estreptavidina y el conjugado, éste último constituye la primera etapa del ensamblaje del biosensor. La banda de absorción presente en 1595 cm^{-1} surge de la adsorción de la estreptavidina con las AuNPs lo que indica que los residuos N-H están

directamente involucrados en la interacción con las AuNPs. La figura 2 muestra las bandas de absorción características de bacterias Gram negativas, se muestran las asignaciones espectrales correspondientes a los grupos funcionales de los constituyentes principales de pared celular que son carbohidratos, lípidos y proteínas.

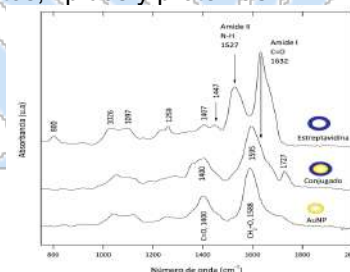


Fig. 1. Espectros FTIR de las nanopartículas de oro, la proteína estreptavidina y el conjugado.

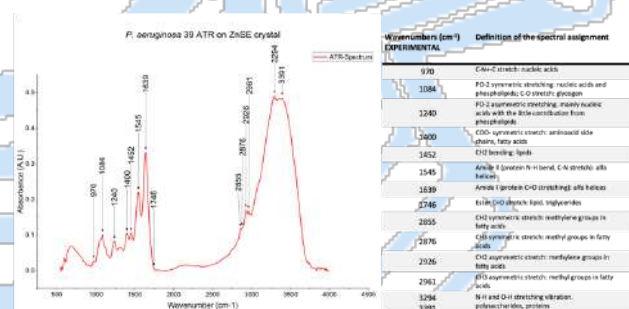


Fig. 2. Espectro FTIR de la bacteria *Pseudomona aeruginosa*.

Conclusiones. Se estandarizaron las condiciones de ensamblaje del biosensor caracterizando los elementos que lo constituyen. El nanobiosensor permitirá la identificación del analito de interés mediante el análisis espectral por FTIR contribuyendo al diagnóstico de ésta bacteria patógena multiresistente.

Bibliografía. 1. Arcila-Lozano L.S., Ríos-Corripio M.A., García-Pérez B.E., Jaramillo-Flores, M.E., González C. A., Rocha-Gracia R. C., Gracia-Jiménez J. M., Rojas-López M. (2017). Anal. Lett. 50:7, 1150-11

Elaboración de membranas electrohiladas conjugadas con extractos de *Dysphania ambrosioides*

Jonathan Hillel Cruz San Juan^{1*}, Valentín López Gayou¹, Orlando Zaca Moran¹, Elizabeth Vargas Anaya¹, Minerva Rosas Morales¹, Wendy Argelia García Suastegui²

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA). Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala, C.P. 90700, México. *jcruzs2100@alumno.ipn.mx. ²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias. Prol. de la 14 Sur6301, Cd Universitaria, Cdad. Universitaria, 72592 Puebla, Pue.

Cicatrización, electrohilado, nanofibras, extractos vegetales

Introducción. Las plantas etno-medicinales desempeñan un papel importante en el descubrimiento, desarrollo y producción de fármacos (Luna-Morales, 2002). Además de las ventajas que ya poseen los metabolitos secundarios de las plantas, una forma de intensificar su eficacia es incorporarlas en nanoestructuras. Los nanomateriales poseen características únicas debido a su tamaño y la alta relación área superficial/volumen (Hajialyani et al., 2018). El electrohilado es un método que permite fabricar nanofibras incorporando compuestos terapéuticos entre la matriz del polímero (Wang y Windbergs, 2017). El objetivo del presente trabajo fue realizar membranas de nanofibras electrohiladas de polivinilpirrolidona (PVP) conjugadas con el extracto completo y la fracción de polifenoles de *Dysphania ambrosioides* (DA).

Metodología. El extracto completo se realizó macerando material seco de DA en metano-agua, la mezcla resultante se filtró, se hizo pasar por un rotavapor y por último se liofilizó. La fracción de los compuestos polifenólicos se hizo disolviendo el extracto completo liofilizado obtenido anteriormente en diferentes proporciones de agua, metanol y acetona. Las membranas conjugadas se realizaron mezclando 5% de PVP y 5% del extracto completo (DA+PVP) o de la fracción (fr-DA+PVP) en alcohol isopropílico. Se compararon con membranas hechas únicamente de PVP al 7%. Las condiciones de electrohilado fueron: 15Kv, 0.5 ml/h, distancia de 10 cm entre dispensador y colector y tiempo de deposición de 10 min por membrana. Las membranas resultantes se caracterizaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopia infrarroja (FTIR), además se les realizaron pruebas de fenoles totales (Folin) y actividad antioxidante (DPPH).

Resultados. Las membranas DA+PVP obtuvieron un diámetro promedio de nanofibra de 544.04 nm, un área de poro promedio de 2139.21 nm y se observó la formación de ciertos aglomerados de extracto que tenían un área de 11261.54 nm. Las membranas fr-DA+PVP tenían un diámetro promedio de nanofibra de 323.12 nm y un área de poro promedio de 152.6 nm. En estas membranas no se observó la formación de aglomerados. Las membranas de PVP muestran un diámetro promedio de nanofibra de 915.17 nm y un área promedio de poro de 1405.04 nm; la adición del extracto o la fracción disminuye el diámetro de las nanofibras haciéndolas cada vez más delgadas y finas. En el caso de las membranas fr-DA+PVP el área de poro también disminuye con respecto a las membranas de PVP, sin embargo, en las membranas DA+PVP aumentó, probablemente por la aparición de los aglomerados que concentran el extracto en ciertas regiones.

Los espectros FTIR de ambas membranas muestran una banda en 1721 cm⁻¹ que no aparece en el espectro de las membranas de PVP y que en la literatura esta reportada como una banda que puede explicar la presencia de múltiples puentes de hidrogeno que se llevan a cabo entre los -OH de los compuestos fenólicos y los -C=O del PVP. Gracias a los ensayos de Folin y DPPH se observó que las membranas DA+PVP tienen un contenido fenólico menor pero mayor actividad antioxidante en comparación con las membranas fr-DA+PVP. Esto puede deberse a que pueden existir algunas otras moléculas de naturaleza no fenólica que contribuyen a la actividad antioxidante en los extractos completos y por ende en las membranas DA+PVP.

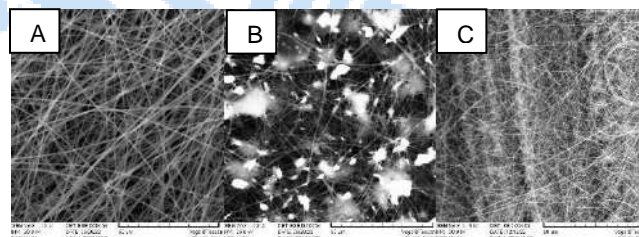


Fig. 1. Membranas nanoestructuradas observadas mediante microscopía electrónica de barrido: A) membrana de PVP, B) membrana conjugada con el extracto completo (DA+PVP) y C) membrana conjugada con la fracción de polifenoles (fr-DA+PVP).

Conclusiones. Se obtuvo una conjugación exitosa del extracto y la fracción de DA en la matriz de PVP la cual está evidenciada por imágenes SEM, espectros FTIR y ensayos de Folin y DPPH. Estas membranas conjugadas con fitocompuestos pueden utilizarse como nuevas vías de administración de fármacos que ayuden a combatir diversos padecimientos de forma más precisa y exitosa.

Bibliografía.

- Hajialyani, M., Tewari, D., Sobarzo-Sánchez, E., Nabavi, S. M., Farzaei, M. H., & Abdollahi, M. (2018). International journal of nanomedicine, 13, 5023.
- Luna-Morales, C. D. C. (2002). Etnobiología, 2(1), 120-136.
- Wang, J., & Windbergs, M. (2017). European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 119, 283-299.

BIOCONVERSIÓN DE Na₂SeO₃ EN NANOPARTÍCULAS DE SELENIO Y SELENOAMINOÁCIDOS POR *Sacharomyces boulardii*

González-Salitre, L¹, Rodríguez-Serrano, GM², Castañeda-Ovando, A¹, Contreras-López, E¹, Jaimez-Ordaz, J¹, Pérez-Escalante, E¹, Basilio-Cortés, UA³, González-Olivares, LG^{1*}

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Química, Mineral de la Reforma Hidalgo, C.P. 42184. ²Universidad Autónoma Metropolitana, Dpto. Biotecnología, CDMX, C.P. 09340. ³Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Ensenada Baja California, C.P. 21100. *Autor de correspondencia: lgonzales@uaeh.edu.mx

Palabras clave: Selenio, nanopartículas de selenio, *S. boulardii*, selenoaminoácidos

Introducción. El selenio es un elemento esencial para el humano. Sin embargo, su bioaccesibilidad está determinada por la especie de selenio que sea consumida. Así es que, es necesario encontrar diferentes formas orgánicas de selenio, principalmente aquellas producidas biogenicamente por levaduras⁽¹⁾. Se ha observado que una buena fuente de selenio orgánico como selenocisteína o selenometionina se podría obtener de levaduras y bacterias lácticas. Adicionalmente estos microorganismos son capaces de producir nanopartículas de selenio, las cuales podrían tener acción en el campo de la medicina⁽²⁾. Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de selenocisteína (SeC), selenometionina (SeM) y nanopartículas de selenio (SeNP) producidas por la levadura probiótica *S. boulardii*

Metodología. La levadura (*S. boulardii* ATCC) fue obtenida del cepario del laboratorio de ecología microbiana de la UMA-I. Se calculó gráficamente (GeoGebra) la concentración mínima inhibitoria (CMI) de selenio inorgánico sobre el crecimiento de la levadura probando concentraciones de Na₂SeO₃ desde 0 hasta 200 ppm. La selenización de la levadura se realizó usando la CMI a través de una fermentación por 9 h. El análisis de selenio absorbido por la levadura se realizó por ICP-OES, la presencia de SeC y SeM por RP-HPLC y se realizó análisis TEM para observar SeNP y DLS para la dispersión de tamaño.

Resultados. Con el análisis gráfico hecho a través de GeoGebra, se determinó que la CMI de Na₂SeO₃ fue de 74.4 ppm. En la tabla 1 se observa la concentración de selenio absorbido por la levadura a las 0, 3, 6 y 9 hora

Tabla 1. Acumulación de selenio por *S. boulardii* durante una fermentación en caldo YPD enriquecido con 74.4 ppm de Na₂SeO₃.

Tiempo (h)	Concentración Se (mg/g de levadura seca)	Acumulación (%)
0	0.000±0.055 ^a	0.00
3	0.509±0.025 ^b	3.20
6	0.788±0.073 ^c	3.07
9	3.402±0.033 ^d	9.95

En la figura 1 se observan los cromatogramas de la identificación de SeC y SeM y en la figura 2 se

observan las micrografías de las SeNP a diferentes magnificaciones

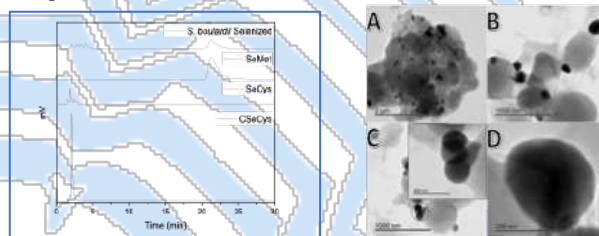


Fig 1. Cromatograma de RP-HPLC de la separación de SeC y SeM por RP-HPLC

Fig 2. Micrografías de TEM de SeNP producidas por *S. boulardii* a diferentes magnificaciones: A) 2 μm, B) 1000 nm, C) 1000 nm y esfericidad de la partícula (< 200 nm) y D) 100 nm y verificación de esfericidad. Todas las imágenes fueron tomadas al azar

Hubo presencia de SeM y en menor concentración (cercano a trazas) la de SeC. Además, se determinaron SeNP menores a 100 nm esféricas. Los resultados muestran que la acumulación de Se inorgánico es por la biotransformación tanto de partículas orgánicas de selenio como de SeNP, debido al proceso de detoxificación del medio⁽³⁾. El cálculo de tamaño de dispersión de partícula por DLS, determinó que las SeNP tenían una agregación debido a procesos de agrupamiento como el mecanismos de Ostwald a través de coalescencia^(1,2).

Conclusiones. Este estudio es el primero hecho para demostrar la acumulación de Se por la levadura probiótica testada. Los resultados dan cuenta de la importancia tecnológica de esta levadura en el campo de la medicina y de alimentos funcionales

Bibliografía.

- Escobar-Ramírez, M.C., Castañeda-Ovando, A., Pérez-Escalante, E., Rodríguez-Serrano, G.M., ... & González-Olivares, L.G. (2021). Antimicrobial activity of Se-nanoparticles from bacterial biotransformation. *Fermentation*, 7(3), 130.
- González-Salitre, L., Román-Gutiérrez, A. D., Contreras-López, E., Bautista-Ávila, M., ... & González-Olivares, L.G. (2021). Promising Use of Selenized Yeast to Develop New Enriched Food: Human Health Implications. *Food Reviews International*.
- Hariharan, H., Al-Harbi, N., Karupiah, P., Rajaram, S. (2012). Microbial synthesis of selenium nanocomposite using *Saccharomyces cerevisiae* and its antimicrobial activity against pathogens causing nosocomial infection. *Chalcogenide Letters*, 9(12), 509–515.

SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA CON ACEITE ESENCIAL DE *Piper auritum*.

Jocelyn Sosa¹, M. Elena Mancera-López¹, Josefina Barrera², Daniel Baena³, Laura Martínez¹
¹Universidad Anáhuac México Norte, Facultad de Ciencias de la Salud, Huixquilucan, C. P. 52786,
²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. (CINVESTAV-IPN), Departamento de Biotecnología, San Pedro Zacatenco, Ciudad de México, C.P. 07360.
³CINVESTAV-IPN, Departamento de Nanotecnología y Nanociencia, San Pedro Zacatenco, Ciudad de México, C.P. 07360.

jbarrera@cinvestav.mx

Palabras clave: nanopartículas de plata, Piper auritum y aceite esencial.

Introducción. *Piper auritum* (Hoja Santa) es una planta empleada en la medicina herbolaria y en la gastronomía mexicana (1). La complejidad de sus compuestos fitoquímicos, permite su uso en la síntesis verde de nanopartículas. Las nanopartículas (NP) metálicas tienen propiedades bactericidas, fungicidas e insecticidas, por lo cual, en el sector agrícola son de interés para su aplicación en el combate de enfermedades en plantas y del ataque de insectos plaga. (2). El objetivo del trabajo fue estandarizar las condiciones para producir NP de plata utilizando como sustancia reductora el aceite esencial (EO) de *P. auritum*.

Metodología. Hojas de *P. auritum*, colectadas de Oaxaca, fueron secadas y molidas para la obtención de EO por hidrodestilación. Con el EO se preparó un stock en acetona. Una mezcla de agua desionizada, etanol y la solución stock de pH ajustado a 9-10.5 con 0.05 M NaOH, fue adicionada a una solución de AgNO₃ 0.004 M a 80°C (3). La mezcla se agitó a 400 rpm durante 2 h. La absorbancia de las nanopartículas en solución, fue determinada en el rango 300-600 nm para el análisis de diámetro de partícula y concentración. La forma y tamaño de partícula fue analizado por TEM y los grupos funcionales del EO por FTIR.

Resultados. El aumento de pH favoreció la reducción de los iones de plata mediante los compuestos reductores contenidos en el EO de *P. auritum* (Fig.1). Las curvas de absorbancia correspondientes a las NP en solución se presentan en la Fig. 2. El análisis TEM permitió identificar la formación de nanopartículas esféricas y ovaladas de un diámetro aproximado de 10-50 nm (Fig. 3).

Fig. 1. Nanopartículas

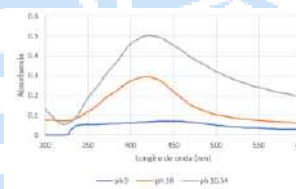


Fig. 2. Absorbancia.

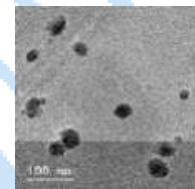


Fig. 3. Análisis TEM (pH 10)

En el análisis FTIR se encontraron bandas de absorción en 3409 cm⁻¹ que nos indica grupos OH de alcoholes, bandas en 2924 y 2867 cm⁻¹ que nos indica grupos metil, bandas en 1636 cm⁻¹ que nos indican la presencia de grupos C=C de amidas, bandas en 1375 y 1247 que nos indican la presencia de grupos C-O de alcoholes, y 887 cm⁻¹ que nos indican la presencia de anillos aromáticos. (4)

Conclusiones. Se implementó la metodología para la producción de nanopartículas de plata utilizando EO de *P. auritum* como fuente de compuestos reductores. Dadas las características de las nanopartículas formadas y las propiedades insecticidas del EO de *P. auritum*, se asume que tendrían un buen potencial para su aplicación en el control de insectos plaga como es *Spodoptera frugiperda*.

Agradecimiento. A Marcela Guerrero Cruz y a Gustavo Medina Mendoza por su apoyo en el análisis de muestras.

Bibliografía.

1. Mgebeahurike E., Yrjönen T., Vuorela H., Holm Y. (2017) *South African Journal of Botany*. 112: 54-69.
2. Mustapha T., Misni N., Raihana N., Muhammad A. y Zasmy N. (2022). *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 19(2): 674.
3. Vilas V, Philip D, Mathew J. (2016) *Journal of Molecular Liquids*. 221: 179-189.
4. Veisi H., Dadres N., Mohammadi P., Hemmati S. (2019) *Materials Science and Engineering: C*. 105: 110031.

MICROFIBRAS ELECTROHILADAS Y BIOCOMPATIBLES DE DERIVADOS DE CELULOSA PARA LA MODIFICACIÓN SUPERFICIAL DE PIEZAS DE POLI(ÁCIDO LÁCTICO) OBTENIDAS MEDIANTE IMPRESIÓN 3D

Raúl Fernando Pérez Cortés, José Guillermo Torres Rendón, Salvador García Enriquez, Universidad de Guadalajara, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Zapopan, 45020.
Zaira Yunuen García Carvajal, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco, Guadalajara, 44270. raul.pcortes@alumnos.udg.mx

Palabras clave: Microfibras biocompatibles electrohiladas, derivados de celulosa, impresión 3D

Introducción. La impresión 3D se utiliza actualmente en el área de la salud para fabricar dispositivos médicos. En este sentido, la tecnología FDM permite imprimir materiales de poliláctico (PLA), el cual es un polímero conocido por su biodegradabilidad y uso como material implantable. Por otro lado, microfibras electrohiladas a partir de biopolímeros son utilizadas para producir materiales microestructurados con aplicación en el área biomédica (andamios biológicos, apósitos, etc.). Relacionado a lo anterior, derivados de celulosa como el acetato de celulosa (AC), carboximetil celulosa (CMC) y alcohol polivinílico (PVA) se han utilizado en diversas aplicaciones de ingeniería de tejidos por ser polímeros biocompatibles, biodegradables y fáciles de solubilizar.¹

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es establecer protocolos para recubrir piezas impresas de PLA con microfibras de AC y CMC/PVA mediante electrohilado. Y además demostrar que esta modificación superficial puede mejorar la biocompatibilidad de las piezas.

Metodología. La impresión 3D (FDM) de piezas de PLA se llevó a cabo en una impresora DREMEL (3D40). Los modelos STL se diseñaron en Rhinoceros 7. Las piezas impresas de PLA se caracterizan por medio de DSC y SEM. La preparación de microfibras, a partir de soluciones de AC y CMC/PVA, así como el proceso de recubrimiento, se realizaron en un equipo de electrohilado utilizando un voltaje de 1.5 kV/cm. Las fibras y piezas de PLA recubiertas se caracterizan mediante SEM, FTIR y ensayo MTT.

Resultados. Las piezas impresas de PLA fueron geométricamente fieles a los modelos STL diseñados (Figura 1a, insertos). La cristalinidad de las piezas de PLA fue baja (16.04 %), de acuerdo con la técnica de DSC, lo que puede favorecer a su biodegradabilidad. En lo referente a los protocolos de electrohilado (formación de membranas y recubrimiento de piezas), se establecieron de tal forma que incluyen variables como distancia al colector, temperatura, solventes, concentración, revoluciones por minuto, entre otros.

Las membranas de AC y CMC/PVA, estas últimas entrecruzadas con ácido cítrico para evitar inmediata disolución en agua, tienen morfología fibrilar continua (Figura b, insertos). Espectros FTIR de las microfibras (Figura 3c) confirman la presencia de los grupos laterales característicos del AC y CMC/PVA. Esto también indica que nuestro proceso de electrohilado no modifica la estructura química del AC, CMC y PVA. Las imágenes (d) y (e) de la Figura 1 muestran una pieza de PLA (geometría de tornillo interferencial) totalmente recubierta en la macro- y micro-escala. El análisis estadístico dimensional (por SEM) y de biocompatibilidad ha comenzado y se planea presentarán resultados en el evento.

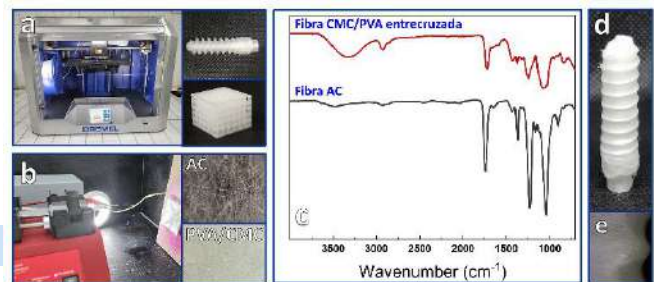


Fig. 1. (a) Piezas de PLA impresas en 3D (geometrías en insertos), (b) electrohilado (microfibras en insertos), (c) espectros FTIR de microfibras y (d-e) pieza recubierta con microfibras de AC.

Conclusiones. 1) La técnica de FDM es adecuada para el tipo de geometrías impresas, 2) los protocolos de electrohilado desarrollados permiten obtener microfibras de AC y CMC/PVA, así como piezas de PLA totalmente recubiertas. Resultados de biocompatibilidad serán obtenidos próximamente.

Agradecimiento. Los autores agradecen al Depto. de Madera, Celulosa y Papel, CIATEJ y CONACYT por el apoyo científico y/o económico brindado.

Bibliografía.

1. Priya, G., Madhan, B., Narendrakumar, U., Suresh Kumar, R. V. y Manjubala, I. (2021) *ACS Omega*. 6 (2): 1246-1253.

NANOPARTÍCULAS DE FIBROÍNA DE SEDA COMO ACARREADOR DE MOLÉCULAS NATURALES CON ACTIVIDAD ANTI-OBESOGÉNICA: EFECTO DEL TIPO DE SOLVENTE

Calef Sánchez-Trasviña,^{1,2} Margarita Escobar-Fernández,² David Lezama-Aguilar,² Mayte Galindo-Martínez,^{1,2} Ana Vélez-Barceló,² Adriana Morales-Martínez,^{1,3} Jorge Benavides-Lozano,^{1,2} Omar Lozano-García,^{1,3} Marco Rito-Palomares,^{1,3} Karla Mayolo-Deloisa^{1,2}.

¹Tecnológico de Monterrey, The Institute for Obesity Research, Monterrey, 64849; ²Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Monterrey, 64849; ³Tecnológico de Monterrey, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Monterrey, 64710. kmayolo@tec.mx

Palabras clave: anti-obesogénica fibroína nanopartículas

Introducción. La obesidad, caracterizada por una acumulación de grasa corporal, es un problema global de salud pública que está afectando alarmantemente a la población infantil. (1) Actualmente son limitados los fármacos para tratar la obesidad en adultos y aún no existen tratamientos para niños. (2) En este sentido, las moléculas de origen natural, como el 3,3'-diindolilmetano (DIM) y la epigallocatequina-3-galato (EGCG), han recibido especial atención dado su actividad anti-obesogénica y su potencial uso terapéutico. (3) Sin embargo, su baja biodisponibilidad y estabilidad son factores que limitan su aplicación como agentes bioactivos. (3) Para aumentar la biodisponibilidad de moléculas, el uso de sistemas acarreadores como nanopartículas es una estrategia ampliamente usada. (4) Dentro de los biomateriales reportados, la fibroína de seda destaca entre ellos dadas sus características fisicoquímicas y excelente biocompatibilidad. (5)

El objetivo del presente trabajo es establecer las condiciones de síntesis de nanopartículas de fibroína de seda (NFS) para la encapsulación de DIM y EGCG.

Metodología. La síntesis de NFS se realizó mediante microemulsión reversa en donde se utilizó tritón X-100 (19 % v/v) como surfactante y 958 μ L acetona o etanol como solvente. A esta mezcla se le agregaron 45 μ L de solución de fibroína de seda a diferente concentración (1-2 % p/v), se mezclaron para formar la microemulsión, se lavó 3 veces con H₂O y se les dio un tratamiento ultrasónico de 20 % de amplitud durante 20 min, 1 min ON- 1 min OFF. DIM y EGCG fueron encapsulados usando diferente relación másica molécula:fibroína. Las NFS fueron analizadas mediante dispersión dinámica de luz para determinar tamaño, índice de poli-dispersión (Pdi) y potencial zeta.

Resultados. El método de microemulsión reversa permitió la formación de NFS de un tamaño menor a 160 nm (ver Figura 1) y con bajo Pdi (<0.17).

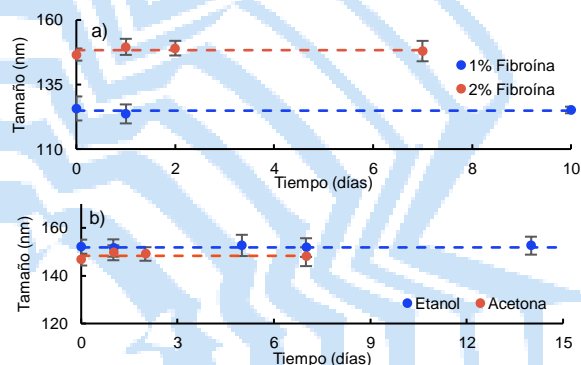


Fig. 1. Estabilidad de nanopartículas de fibroína de seda. a) Diferentes concentraciones de fibroína usando acetona como solvente; b) Efecto del tipo de solvente usando fibroína al 2 % p/v.

En todas las condiciones, el potencial zeta fue de -26 a -28 mV y se mantuvo durante todo el tiempo. La encapsulación de DIM y EGCG produjo NFS con propiedades fisicoquímicas similares.

Conclusiones. Es posible producir NFS altamente estables mediante microemulsión reversa. El solvente utilizado (etanol o acetona) no mostró un impacto en la estabilidad y tamaño de las NFS. La concentración de fibroína afecta directamente el tamaño de las NFS. Se pudieron detallar condiciones de síntesis de NFS que no habían sido reportadas. La nanoencapsulación de DIM y EGCG podría permitir mejorar su biodisponibilidad.

Agradecimientos. Este proyecto fue financiado por el "Challenge-Based Research Funding Program 2022 (No. I002 – IOR002 – C6-T2 – E)" del Tecnológico de Monterrey. M. Galindo-Martínez agradece al CONAcYT por la beca No. 837237.

Bibliografía.

- Izquierdo-Torres E, Hernández-Oliveras A, Lozano-Arriaga D, Zarain-Herzberg A (2022) *J. Nutr. Biochem.* 108, 109292.
- Müller T D, Blüher M, Tschöp M H, DiMarchi R D (2022) *Nat. Rev. Drug Discov.* 21, 201-223.
- Chang Y H, Hung H Y (2022) *Eur. J. Med. Chem.* 237, 114405.
- Adepu S, Ramakrishna S. (2021) *Molecules*, 26, 26195905.
- Pham D T, Tiyaboonchai W (2020) *Drug Deliv.* 27, 431-448.

Biosíntesis de nanopartículas de oro a partir de tibicos.

José Francisco Tlaxca Santamaría¹, Mariana Sánchez Sánchez¹, Luis Ramiro Caso Vargas¹, Norma Elena Rojas Ruíz², Leslie Susana Arcila Lozano³, Abigail Martínez Torres¹. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Biológicas¹; Instituto de Ciencias-BUAP², Puebla, 72570; Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada³, Tlaxcala, 90700, franciscotlaxca@gmail.com, abigail.martinez@correo.buap.mx

Palabras clave: Nanopartículas de oro, biosíntesis, bionanotecnología.

Introducción. Las nanopartículas han mostrado aplicaciones en diversas áreas, como la atención de la salud, la ingeniería de tejidos, la industria alimentaria, el medio ambiente, entre muchas más (1). Las nanopartículas hechas con metales nobles, como el oro (AuNPs) y la plata (AgNPs), han despertado un gran interés en los últimos años debido a sus características únicas, como biocompatibilidad, naturaleza inerte, estabilidad y baja toxicidad (2). Se ha descrito ampliamente sobre la biosíntesis de nanopartículas de oro utilizando tejidos vegetales, bacterias, hongos, actinobacterias, etc. Entre la biosíntesis de nanopartículas de oro, la síntesis extracelular ha recibido mucha atención ya que elimina varios pasos de la síntesis (2). Los tibicos (TB) son un consorcio de bacterias y levaduras incrustadas en una matriz de polisacáridos, que producen una gran cantidad de metabolitos secundarios (3). Hasta la fecha no se cuenta con reportes de la síntesis de AuNPs utilizando TB. Por lo tanto, el estudio actual se establecerá como una referencia para futuras investigaciones sobre nanopartículas a partir de TB. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial de los TB de sintetizar AuNPs.

Metodología. En este estudio, utilizamos Tibicos (TB) para evaluar el potencial de sintetizar nanopartículas de oro. Se crecieron los TB en agua con piloncillo al 5% para posteriormente llevar a cabo la síntesis de las AuNPs mediante una síntesis extracelular descrita previamente (4), con modificaciones. Posteriormente se verificó la síntesis de las AuNPs mediante espectroscopia UV-Visible (UV-Vis) en el rango de 300nm a 800 nm. La solución de AuNPs se centrifugó durante 90 min a 6,000 rpm para obtener AuNPs puras para su posterior análisis.

Resultados. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 1, los espectros UV/Vis corresponden a la síntesis de las AuNPs monitoreadas a las 24h, 48, 72h y 168h, así como los controles TB y precursor (HAuCl₄). La banda del plasmón superficial característica de las AuNPs se va definiendo durante el periodo de tiempo evaluado hasta observarse una banda ancha pero bien definida en la región de los 540nm correspondiente a las nanopartículas de oro sintetizadas a partir del H₂AuCl₄ empleando como agentes reductores los TB. Los controles del

experimento no muestran absorción en la región de los 300nm a 800nm. En la extrema derecha de la figura 1 se observa una serie de imágenes correspondientes al tiempo 0h, 24, 48, 72 y 168h de la síntesis de las AuNPs, observándose como la reacción de síntesis de los nanomateriales al tiempo 0h es incolora, pero va cambiando de color pasando de una coloración terrosa-café entre las 24h y 72h hasta tornarse rojizas después de las 168h. Ambos resultados indican que mediante las metodologías propuestas se está llevando a cabo la síntesis biológica de nanopartículas de oro.

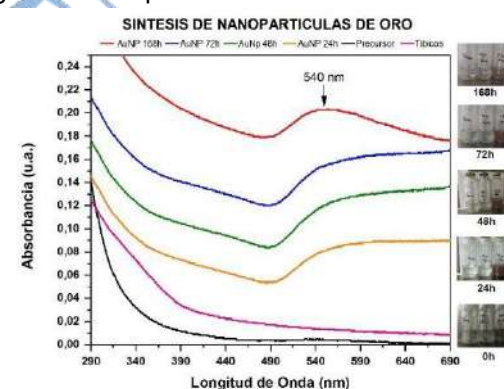


Figura 1. Espectros Uv/Vis de las AuNPs obtenidas a partir de la síntesis extracelular de TB monitoreada a las 24h, 48, 72h y 168h, así como los controles TB y Precursor (HAuCl₄). Se observa una banda de absorción a los 540nm característica de las nanopartículas de oro sintetizadas por reducción del H₂AuCl₄.

Conclusiones. Los resultados obtenidos muestran que los TB son un potencial agente reductor en la biosíntesis de nanopartículas de oro, siendo una buena alternativa a la síntesis química y a su vez presenta bajos costos de producción.

Agradecimiento. Agradezco el apoyo brindado por la BUAP y el CIBA-IPN, que hacen posible el desarrollo de esta investigación.

Bibliografía.

- Ahmed, S., Annu, Ikram, S., & Yudha, S. S. (2016). *JPP*, 161, 141-153.
- Sathiyaraj, S., Suriyakala, G., Gandhi, A. D., Babujanathanam, R., Almaary, K. S., Chen, T., & Kaviyarasu, K. (2021). *JIPH*, 14(12), 1842-1847.
- Lynch, K. M., Wilkinson, S., Daenen, L., & Arendt, E. K. (2021). *IJFM*, 345, 109128.
- Wypij, M., Świecimska, M., Czarnańska, J., Dahm, H., Rai, M., & Golińska, P. (2018). *JAM*, 124(6), 1411-1424.

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO A PARTIR DE LA EXUVIA DE *Tenebrio molitor*.

M. Selene Marín-Morales¹, Celeste C. Ibarra-Herrera¹, María José Rivas-Arreola²
¹Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla.,Atlixcáyotl 5718, 72453 Puebla, Pue. ²IDIT Ibero Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, 72810.

A00828173@tec.mx

Palabras clave: quitosano, insectos comestibles, economía circular

Introducción. La quitina es el segundo polímero más abundante en la naturaleza y forma parte de exoesqueletos de crustáceos e insectos, hongos, entre otros y está formado por unidades de *N-acetil-D-glucosamina* (1). Debido al variado rango de aplicaciones que pueden darse a la quitina como preservador, agente quelante, etc., su demanda ha aumentado. Es importante dar alternativas ecológicas y con rendimientos factibles que puedan competir con las fuentes actuales de este polímero. Una alternativa podrían ser los insectos ya que en su ciclo de vida generan exuvias en larvas, además que en su estadio adulto su exoesqueleto podría ser fuente de quitina (2,3). En este trabajo se obtiene y caracteriza quitosano a partir de la exuvia de *Tenebrio molitor* usando el método ácido-alcalino.

Metodología. En el análisis proximal se utilizaron métodos AOAC. La obtención de quitosano se realizó según *Velasco Reyes et al. 2019* para M1 y M2 y *Song et al 2018* con modificaciones para M3. Para la caracterización se determinó el grado de desacetilación (%GD) por método potenciométrico, FT-IR, pruebas de solubilidad y DPPH. Los datos fueron analizados por análisis de varianza ANOVA ($p < 0.05$).

Resultados. Los resultados de la composición proximal se observan en la Tabla 1. Se eliminó la desmineralización en M2 y M3 debido a un bajo contenido de cenizas. En la Tabla 2 se observan los resultados de la caracterización, *Jantzen da Silva et al 2021* reporta un %GD:53.9 en quitosano de cutícula de *T. molitor* similar a M3. En los resultados espectrofotométricos se observan los picos en las regiones características del quitosano comercial :1310-1320 cm^{-1} amida III, 1550-1560 cm^{-1} amida II, 1650-1655 cm^{-1} amida I (Fig. 1) y similares se encuentran en M1 y M3, el estándar fue quitosano de bajo peso molecular Sigma GD $\leq 75\%$.

Tabla 1. Análisis proximal de la exuvia de *T. molitor*

Parámetro	%
Humedad	6.4 ± 0.28
Cenizas	5.4 ± 0.01
E. Etéreo	3.7 ± 0.1
Proteína	26.3 ± 0.4
Carbohidratos totales	31.8 ± 0.6
Fibra dietética	22.8 ± 1.4
Quitina	26.4 ± 1.1

Los resultados expresados en g/100g peso seco. Los valores son promedio

± DS por triplicado

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica de biopolímeros obtenidos.

Parámetro	M1	M2	M3
%GD	42.62 ^b ±0.38	25.25 ^c ±1.2	55.62 ^a ±0.79
DPPH (mMT)	206.1 ^a ±6.4	214.9 ^a ±7.5	152.9 ^b ±4.8
% Solubilidad	12.74 ^b ±0.82	9.81 ^c ±0.81	24.13 ^a ±2.07
% Impurezas	1.95 ^b ±0.31	2.67 ^a ±0.14	2.87 ^a ±0.06

^{a,b,c} Letras diferentes entre columnas indican una diferencia estadísticamente significativa basada en análisis post hoc de Tukey. Los valores son promedio ± DS por cuadruplicado. mMT milimolar en equivalentes de Trolox

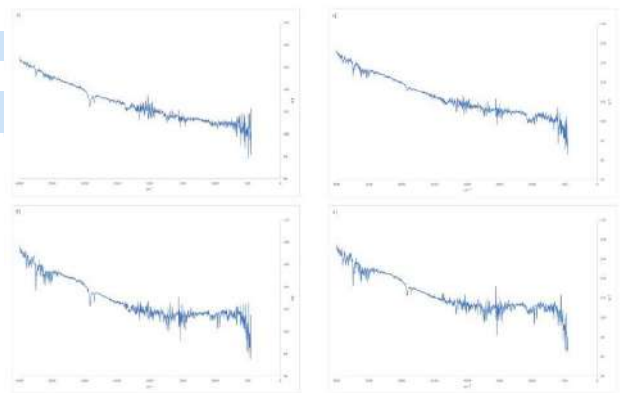


Fig. 1. FTIR de estándar de quitosano (a), M1 (c), M2 (d) y M3 (e).

Conclusiones. La crianza de insectos comestibles genera residuos con gran potencial de materia prima y que pueden adquirir mayor valor económico aplicando ciertos procesos para producción de biopolímeros de interés industrial como la quitina y el quitosano, además se pueden generar futuras investigaciones para la optimización de procesos de obtención, purificación y caracterización, incluyendo las aplicaciones finales del biopolímero obtenido.

Agradecimiento. Al CONACyt por la beca CVU 769152, y al Tecnológico de Monterrey por la beca y financiamiento de la investigación.

Bibliografía.

- Kim H, The Preparation and Physicochemical Characterization of *Tenebrio molitor* Chitin Using Alcalase. *Molecules*. 2023 Jan;28(7):3254.
- Jantzen da Silva Lucas A, Extraction, physicochemical characterization, and morphological properties of chitin and chitosan. *Food Chem*. 2021 May 1;343:128550.
- Survival of *Lactobacillus Acidophilus* as Probiotic Bacteria using Chitosan Nanoparticles from: https://www.ije.ir/article_72907.html
- Reyes V. Producción de quitosano a partir de desechos de camarón generados del procesamiento industrial. 2019;
- Song YS. Extraction of chitin and chitosan from larval exuvium and whole body of edible mealworm, *Tenebrio molitor*. *Entomol Res*. 2018;48(3):227–33.

Inhibición de la cadherina-11 por partículas virales conjugadas con SD133* y su potencial uso en el tratamiento de cáncer de mama

Martha Mariana Herrera Hernandez y Ruben Darío Cadena Nava, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Bionanotecnología, Ensenada, B.C. 22860, mmherrera@ens.cnyn.unam.mx.

Palabras clave: Cadherina-11, SD133*, VNPs

Introducción. El cáncer de mama es la principal causa de muerte por cáncer en las mujeres¹. La metástasis es un factor que incrementa la tasa de mortalidad, por lo cual la búsqueda de terapias para evitarla es de vital importancia en la actualidad. La cadherina-11 (CDH11), que se sobreexpresa en células altamente invasivas, juegan un papel importante en los procesos de proliferación y metástasis de células cancerosas^{2,3}. Por ello, se propuso bloquear el ectodominio 1 (EC1) de la CDH11, utilizando el farmacóforo hidrofóbico específico SD133*⁴.

Debido a que la molécula SD133* es muy pequeña, se produjeron nanopartículas virales (VNPs) del virus del mosaico del bromo (BMV) y virus del moteado clorótico del caupí (CCMV) funcionalizadas con la molécula SD133* y con PEG-SD133*, para evitar que el farmacóforo sea eliminado rápidamente del organismo y favorecer la interacción con su objetivo.

Metodología. La unión de la SD133* se realizó por reacción de entrecruzamiento del conjunto EDC y NHS⁵. La conjugación con PEG-SD133* se llevó a cabo con el reactivo de NHS-PEG₄-Mal. Las partículas virales funcionalizadas fueron caracterizadas por microscopía electrónica de transmisión (TEM) y dispersión de luz dinámica (DLS). Se montaron ensayos de cierre de herida para evaluar el efecto de las nanopartículas virales de CCMV y BMV conjugadas con la molécula SD133* y PEG-SD133*, sobre la migración de las células de cáncer invasivo humano MDA-MB-231 y de ratón 4T1.

Resultados. Las micrografías mostraron VNPs íntegras, no se observaron agregados ni aglomerados. Se encontró que el BMV conjugado disminuyó significativamente de tamaño respecto al virus nativo (control), mientras que, por el contrario, el tamaño del CCMV funcionalizado incrementó en relación con su control. Además, las partículas de BMV-PEG-SD133* fueron capaces de retrasar 8 h la migración de las células MDA-MB-231 y retrasar 12 h la migración de la línea celular 4T1 (Figura 1).

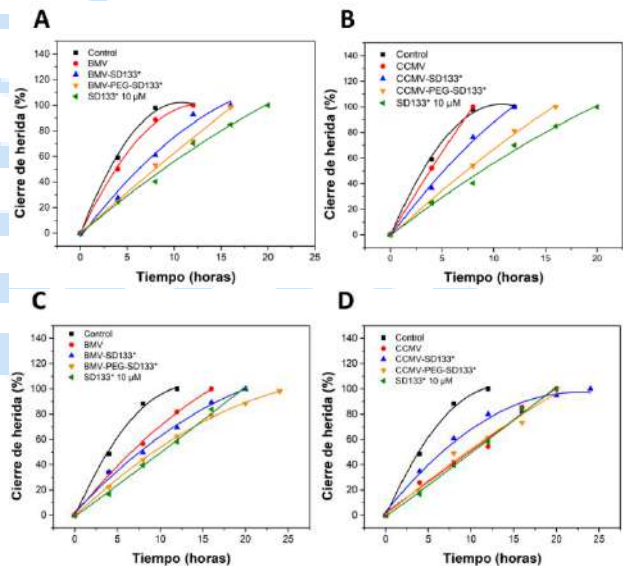


Fig. 1. Porcentaje de cierre de herida con ajuste polinomial: reducción del área de herida a través del tiempo de las células (A) MDA-MB-231 tratadas con BMV nativo, BMV-SD133* y BMV-PEG-SD133*; (B) MDA-MB-231 tratadas con CCMV nativo, CCMV-SD133* y CCMV-PEG-SD133*; (C) 4T1 tratadas con BMV nativo, BMV-SD133* y BMV-PEG-SD133*; (D) 4T1 tratadas con CCMV nativo, CCMV-SD133* y CCMV-PEG-SD133*, en comparación con su control y tratadas con SD133* 10 µM.

Conclusiones. Se determinó que las BMV-PEG-SD133* permiten la interacción de la SD133* con la CDH11 de las células de tumorales, produciendo un efecto negativo sobre la migración del cáncer.

Agradecimiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), al Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN-UNAM) y al proyecto PAPIIT IT101822.

Bibliografía.

1. Ferlay, J., et al. 2021. *Global Cancer Observatory. Cancer Today*. <https://gco.iarc.fr/today>
2. Chen, X., Xiang, H., Yu, S., Lu, Y., y Wu, T. (2021). *Journal of Cancer*.12(4), 1190–1199.
3. Pishvaian, M. et al. 1999. *Cancer Research*, 59(4). 947–952.
4. Assefnia, S., et al. 2014. *Oncotarget, Impact Journals LLC*. 5(6), 1458–1474.
5. Gillitzer, E., Willits, D., Young, M., y Douglas, T. (2002). *Chemical Communications*, 2(20). 2390–2391

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL EXTRACTO DE CÁSCARA DE AGUACATE EN LA FORMULACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE BSA

Laura E. Zavala-García¹, Mercedes G. López², Lino Sánchez-Segura¹, Emir Martínez-Gutiérrez¹.

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Depto. de Ingeniería Genética, Irapuato, Gto. 36824. ²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Depto. de Biotecnología y Bioquímica, Irapuato, Gto. 36824, gutiem75@hotmail.com

Palabras clave: Persea americana Mill, polifenoles, nanopartículas

Introducción. La cáscara de aguacate (*Persea americana* Mill.) es una rica fuente de diversos compuestos bioactivos como los polifenoles. Algunos polifenoles presentes en la cáscara de aguacate se han relacionado con efectos positivos en la salud, por ejemplo, el ácido clorogénico (ácido 3-cafeoilquínico) y la epicatequina se ha reconocido por su actividad antioxidante, antiinflamatoria cardioprotectora, neuroprotectora y su efecto antiobesidad (2, 3). Martínez-Gutiérrez (2023), reportaron que en extractos acuosos obtuvieron un alto contenido fenólico (2143.1 mg GAE/100 mg de materia seca) y una alta actividad antioxidante (43.8 %) (1). Sin embargo, son compuestos sensibles a la fotooxidación y degradación, por lo que una forma de mejorar su estabilidad es la nanoencapsulación.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la concentración del extracto de cascara de aguacate en la formulación de nanopartículas de albúmina sérica bovina (BSA).

Metodología. Se formularon nanopartículas con diferentes concentraciones 0 (T0), 0.625 (T1), 1.250 (T2), 1.875 (T3) y 2.500 (T4) mg/mL del extracto acuoso de la cáscara de aguacate en 200 mg de Albúmina Sérica Bovina (BSA) por el método de desolvatación (4). Se obtuvieron parámetros de rendimiento y eficiencia de encapsulamiento, se evaluó la morfología y morfometría de las nanopartículas por Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM) y Análisis Digital de Imágenes (DIA). La carga de los metabolitos encapsulados se evaluó por HPLC y se midió la capacidad antioxidante con DPPH.

Resultados. Nuestros resultados muestran que en promedio T3 (Fig. 1d) presentó la mayor área (625612.99 nm²), el mayor diámetro efectivo (855.02 nm) y la menor circularidad (0.37). Los rendimientos de encapsulamiento de los diferentes tratamientos se muestran en la Tabla 1. Los compuestos liberados de las nanopartículas y resueltos por HPLC fueron ácido clorogénico (T_R 19.96 min) y epicatequina (T_R 26.74 min), además de otros compuestos no identificados. En cuanto a la prueba de capacidad antioxidante, las

nanopartículas del T3 presentaron un 11.6 % de inhibición de DPPH.

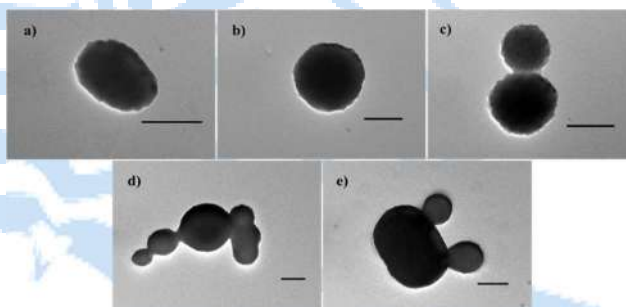


Fig. 1. Nanopartículas representativas de los diferentes tratamientos a) T0, b) T1, c) T2, d) T3 y e) T4. Microfotografías tomadas por TEM. La barra de escala mide 200 nm.

Tabla 1. Rendimiento de BSA transformada en nanopartículas.

Tratamiento	Rendimiento (%)
T0	95.2 ± 0.058
T1	75.95 ± 0.100
T2	83.23 ± 0.058
T3	100 ± 0.346
T4	40.83 ± 0.058

Conclusiones. El incremento de la concentración del extracto acuoso durante la formulación produjo cambios en las características fisicoquímicas de las nanopartículas, presumiblemente podría deberse a mecanismos de ensamblaje por atrapamiento físico de las moléculas de BSA hacia los compuestos polifenólicos durante el ensamblaje supramolecular.

Agradecimiento. Se agradece al Departamento de Ingeniería Genética del Cinvestav, unidad Irapuato, por su apoyo para realización del presente trabajo.

Bibliografía.

- Martínez-Gutiérrez, E. (2023). *Molecules*, 28(6), 2557.
- Naveed, M.; Hejazi, V.; Abbas, M.; Kamboh, A.A.; Khan, G.J.; Shumzaid, M.; XiaoHui, Z. *Biomed. Pharmacother.* 2018, 97, 67–74..
- Qu, Z.; Liu, A.; Li, P.; Liu, C.; Xiao, W.; Huang, J.; Liu, Z.; Zhang, S. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021, 61, 211–233.
- Sánchez-Segura, L., Ochoa-Alejo, N., Carriles, R., & Zavala-García, L. E. (2018). *Applied Nanoscience*, 8(8), 1877-1886.

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO Y DEGRADACIÓN DE ANDAMIOS DE ALGINATO Y QUITOSANO PARA SU APLICACIÓN EN INGENIERÍA DE TEJIDOS

Fernanda Rodríguez¹, Juan Ruíz², José Campos², Nohra Beltrán²

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, Ciudad de México, México

² Departamento de Procesos y Tecnología, División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México

Palabras clave: Ingeniería de tejidos, biomateriales, andamio

Introducción. La ingeniería de tejidos es una disciplina que incorpora la medicina, biología, física y química, con el objetivo de regenerar tejidos, órganos y restaurar la funcionalidad de éstos para mejorar la calidad de vida de las personas. Para lograr todo esto se tiene un primer acercamiento viable, que es la construcción de andamios que cumplan con las características necesarias para dar soporte celular, facilitando su adhesión y proliferación.

Los andamios son materiales de soporte para la restauración y el mantenimiento de la función de los tejidos, deben ser biodegradables, biocompatibles, tener alta porosidad, propiedades mecánicas suficientemente fuertes y elásticas y propiedades químicas que permitan una correcta interacción entre la célula y el material

En este proyecto se plantea la fabricación de andamios con alginato y quitosano, así como su caracterización físicoquímica y la evaluación de su degradación durante un máximo de tres meses.

Metodología. Se elaboraron lotes de andamios de alginato-quitosano con una composición de 0.75-1.25% p/v respectivamente, de acuerdo al protocolo generado por el grupo (Beltrán-Vargas, N.E. et al., 2022). Se calculó gravimetricamente el hinchamiento y degradación de los andamios en diferentes medios acuosos y se obtuvo el pH crítico. Se registró el peso de los andamios cada 7 días hasta completar un tiempo de 3 meses. También se identificaron los grupos funcionales mediante espectroscopía de infrarrojo.

Resultados. Los andamios alcanzaron un hinchamiento máximo entre los 2000 y 3000 %. Sin embargo, para PBS se obtuvieron valores superiores a 3000 %. Además, a los 5 minutos de haber comenzado la inmersión, los andamios alcanzan entre el 50 y 80 % del hinchamiento máximo. A pesar de que el material se degrada en el tiempo, es capaz de seguir absorbiendo grandes cantidades de líquido, y podría absorber nutrientes para mantener las células viables en la generación de tejidos.

El material se fue degradando, alcanzando valores entre el 60 y 80 % al cumplir los tres meses, esto resulta ideal para la ingeniería de tejidos debido a que cumplen con el requisito de ser biodegradables a lo largo del tiempo. Con base a lo que se ha reportado en la literatura, fue posible determinar las bandas de absorción representativas de los grupos funcionales del alginato y quitosano.

Conclusiones. Los andamios de alginato y quitosano propuestos son capaces de obtener porcentajes de hinchamiento entre 2000 y 3000%, lo que ayuda al intercambio de nutrientes para mantener las células viables y funcionales. Los andamios alcanzan entre el 50 y 80 % del hinchamiento máximo rápidamente, lo cual es muy importante ya que permite el aumento del tamaño del poro facilitando la fijación y el crecimiento celular en las matrices.

Al cumplir los 3 meses, los andamios alcanzan valores de degradación entre el 70 y el 80%, sin embargo mantienen altos porcentajes de hinchamiento lo que permitirá la integración del tejido artificial con el tejido nativo para lograr la regeneración tisular.

Bibliografía.

1. Chandra, P. K., Soker, S., & Atala, A. (2020). Tissue engineering: current status and future perspectives. *Principles of Tissue Engineering*, 1–35. doi:10.1016/b978-0-12-818422-6.00004-6
2. Beltran-Vargas, Nohra E., Eduardo Peña-Mercado, Concepción Sánchez-Gómez, Mario Garcia-Lorenzana, Juan-Carlos Ruiz, Izlia Arroyo-Maya, Sara Huerta-Yepe, and José Campos-Terán. (2022). "Sodium Alginate/Chitosan Scaffolds for Cardiac Tissue Engineering: The Influence of Its Three-Dimensional Material Preparation and the Use of Gold Nanoparticles" *Polymers* 14, no. 16: 3233. <https://doi.org/10.3390/polym14163233>
3. Bakhshandeh B, Zarrintaj P, Oftadeh MO, Keramati F, Fouladiha H, Sohrabi-Jahromi S, Ziraksaz Z. (2018). Tissue engineering; strategies, tissues, and biomaterials.
4. X. Zhao, Q. Lang, L. Yildirimer, Z. Y. Lin, W. Cui, N. Annabi, K. W. Ng, M. R. Dokmeci, A. M. Ghaemmaghami, and A. Khademhosseini, *Adv. Healthc. Mater.* 5, 108 (2016). Biomedical applications of polymer-composite materials: a review. *Compos Sci Technol.* 2001;61(9):1189–1224.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIBACTERIANA DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS A PARTIR DE *Schinus molle* Vs *Salmonella infantis*.

Karla Janet Pérez Sánchez¹, Cervantes-Delgado Natalia Paola Guadalupe¹, Arratia-Castro Alda Alejandra², Guzmán-Altamirano Miguel Ángel², Gómez-Espinoza María Guadalupe.¹

¹Universidad Politécnica de Pénjamo, carr. Irapuato-La Piedad km 44, Predio El derramadero, 36921, Pénjamo, Guanajuato, MÉXICO

²Departamento de Ing. mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico superior de Irapuato, carr. Irapuato-Silao km 12.5, Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato MÉXICO
Correspondencia: g.gomez@uppenjamo.edu.mx

Palabras clave: Nanopartículas de plata, *Schinus molle*, *Salmonella infantis*

Introducción. *Salmonella* spp. se encuentran entre los patógenos transmitidos por los alimentos más importantes y la tercera causa principal de muerte humana entre las enfermedades diarreicas en todo el mundo (Ferrari y cols 2019). *Salmonella enterica* subespecie *enterica* serovar Infantis (*S. Infantis*) es un serotipo no tifoideo y ubicuo con distribución global en diferentes fuentes de aislamiento, los estudios también demostraron un aumento de las tasas de resistencia a los antimicrobianos entre *S. infantis*, que pueden indicar una posible ruta para la diseminación, transmisión y establecimiento de infecciones resistentes a los medicamentos en humanos (Vilela y cols 2022). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es evaluar la capacidad antibacteriana de nanopartículas de plata sintetizadas por vía ecológica empleando el extracto etanólico de *Schinus molle* Vs *S. infantis*.

Metodología. Se evaluó la actividad antibacteriana de AgNPs sintetizadas por un método verde empleando el extracto etanólico de las hojas de *S. molle*. Para la evaluación se inoculó *S. infantis* en medio LB a 37°C por 24hrs, se empleo el método de disco, se adicionaron diferentes concentraciones de AgNPs para observar el halo de inhibición. Posteriormente para determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI), se inoculó en medio líquido LB 100 µl de preinoculo y se adicionaron diferentes concentraciones de AgNPs el medio se incubo a 37°C por 24hrs a 150 rpm. Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

Resultados. En el cultivo de *S. infantis* se observó un incremento en el halo de inhibición dependiente de la concentración, se observó un halo de 9.5 ± 0.6 mm para 4 ppm, y 40.1 ± 5 mm para 128 ppm. A su vez se determinó una CMI de 16 ppm, estos resultados se pueden observar en la figura 1.

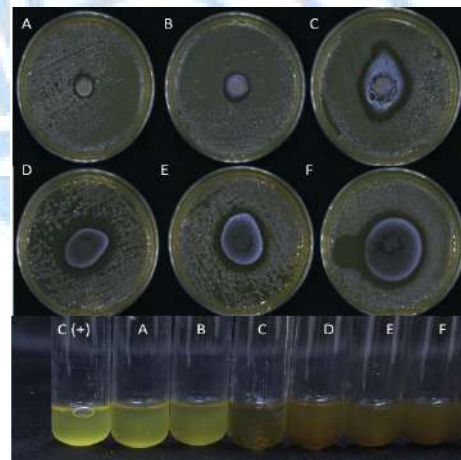


Fig. 1. Actividad antibacteriana de AgNPs Vs *S. infantis*, C(+) control positivo, A) 4 ppm, B) 8 ppm, C) 16 ppm, D) 32 ppm, E) 64 ppm, F)128 ppm.

Conclusiones. Las AgNPs mostraron actividad antibacteriana contra *Salmonella infantis*, con lo anterior se sugiere el potencial de las nanopartículas de plata para su uso en la seguridad alimentaria.

Bibliografía.

- Ferrari, R. G., Rosario, D. K. A., Cunha-Neto, A., Mano, S. B., Figueiredo, E. E. S., & Conte-Junior, C. A. (2019). Worldwide Epidemiology of *Salmonella* Serovars in Animal-Based Foods: a Meta-analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 85(14). <https://doi.org/10.1128/AEM.00591-19>
- Kharabi Masooleh, A., Ahmadikhah, A., & Saidi, A. (2019). Green synthesis of stable silver nanoparticles by the main reduction component of green tea (*Camellia sinensis* L.). *IET Nanobiotechnol.*, 13(2), 183–188. <https://doi.org/https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2018.5141>
- Vilela, F. P., Rodrigues, D. dos P., Allard, M. W., & Falcão, J. P. (2022). Genomic characterization and antimicrobial resistance profiles of *Salmonella enterica* serovar Infantis isolated from food, humans and veterinary-related sources in Brazil. *Journal of Applied Microbiology*, 132(4), 3327–3342. <https://doi.org/10.1111/jam.15430>

CARGA Y LIBERACIÓN DE FÁRMACOS UTILIZANDO HIDROGELES DE ALGINATO Y QUITOSANO

Daniela García Varela, Juan Carlos Ruiz Bucio, Nohra Elsy Beltrán Vargas. Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, Ciudad de México C.P. 05300

nbeltran@cua.uam.mx

Palabras clave: andamios, fármacos, ingeniería de tejidos.

Introducción. La ingeniería de tejidos es un campo interdisciplinario que aplica los principios de la ingeniería y las ciencias de la vida hacia el desarrollo de sustitutos biológicos que restauran, mantienen o mejoran la función de los tejidos [1]. Los hidrogeles a base de quitosano (CS) han mostrado muy buenas propiedades cuando se combinan con fármacos, ya que son biocompatibles y presentan propiedades de hinchamiento en medios acuosos [2]. Los andamios de alginato/quitosano mejoran las propiedades mecánicas y biológicas [3]. El objetivo del trabajo es la carga y liberación de diclofenaco, ciprofloxacino y vancomicina utilizando hidrogeles de alginato de sodio/quitosano (0.75/1.25 %p/v) reticulados mediante UV-vis y caracterizarlos fisicoquímicamente por microscopia electrónica de barrido (SEM) y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) antes y después de la carga, y después de la liberación.

Metodología. Se elaboran lotes de andamios de alginato/quitosano (ALG-CS) con una composición inicial de 0.75-1.25% respectivamente, esta metodología está basada en el protocolo de Beltrán et al [3]. Se prepararon soluciones madres de los fármacos para realizar las curvas de calibración. La carga y la liberación de los fármacos en los andamios está basada en el artículo de Muñoz et al [4]. En este trabajo se hizo la carga diclofenaco en los andamios ALG-CS (0.75/1.25 %p/v) reticulados, utilizando tres concentraciones: 0.1, 0.2 y 0.5 mg/mL. Para la carga de ciprofloxacino se utilizó una concentración de 0.01 mg/mL. En el caso de vancomicina se utilizaron concentraciones de 0.2 y 0.4 mg/mL. La liberación de los fármacos se realizó en un buffer fosfato salino en baño maría a 37°C. Se caracterizaron los andamios ALG-CS fisicoquímicamente, antes y después de carga, y después de la liberación mediante FTIR para la identificación de grupos funcionales y SEM para morfología.

Resultados. Los andamios de ALG-CS cargados con diclofenaco a las 24 horas cargaron 30 mg fármaco/g andamio (62 %), 64 mg fármaco/g andamio (63%) y 187 mg fármaco/g andamio (73%), para las concentraciones de 0.1,

0.2 y 0.5 mg/mL, respectivamente. Los andamios de ALG-CS a las 6 horas liberaron 21 mg fármaco/g andamio (95 %), 55 mg fármaco/g andamio (98%) y 102 mg fármaco/g andamio (98%), para las concentraciones de 0.1, 0.2 y 0.5 mg/mL de diclofenaco, respectivamente. La carga de ciprofloxacino para el día 7 fue de 5% con respecto a la concentración máxima de liberación y su liberación al día 3 fue de 0.78 mg fármaco/g andamio. Los andamios de ALG-CS cargados inicialmente con una concentración de 0.2 mg/mL de vancomicina a los 7 días cargaron un 0.5 % y para los andamios cargados inicialmente con 0.4 mg/mL de vancomicina al mismo tiempo cargaron 10 %. En las fotomicrografías los poros de los andamios cargados se presentaron más definidos en comparación con los andamios después de la liberación. Los espectros presentaron los siguientes grupos OH, COO⁻ debido al gluconato, NH y OH debido a la presencia del quitosano. Los FTIR no presentaron cambios significativos en los grupos representativos.

Conclusiones. El trabajo demostró que los andamios ALG-CS cargaron los tres fármacos: diclofenaco, ciprofloxacino y vancomicina. Siendo el diclofenaco el fármaco más eficaz para la carga y liberación. La caracterización por FTIR demostró que no hay cambios en los grupos funcionales en los andamios después de ser cargados con fármacos o después de la liberación. La microscopia demostró cambios entre los andamios carga y los andamios liberados presentando planicies en los liberados.

Agradecimiento. Al M.C. Miguel Sergio Hernández Jiménez por el préstamo de equipos.

Bibliografía.

1. Narayanaswamy, R., Torchilin, V. P. (2019). *Molecules*. 24(3), 603.
2. Escobar, J. L., García, D. M., Zaldivar, D., Katime, I. (2002). *Revista Iberoamericana*, 3(3), 1-25.
3. Beltrán-Vargas NE, Peña-Mercado E, Sánchez-Gómez C, García-Lorenzana M, Ruiz JC, Arroyo-Maya I, Huerta-Yepez S, Campos-Terán J. (2022). *Polymers*. 9;14(16):3233.
4. Muñoz-Muñoz, F., Ruiz, J. C., Álvarez-Lorenzo, C., Concheiro, A., Bucio, E. (2012). *Radiation Physics and Chemistry*. 81(5), 531-540.

DESARROLLO DE UN INMUNOSENSOR PARA LA DETECCIÓN DE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

Fernando Iván Ramírez Luna¹, Luis Ramiro Caso Vargas¹, Norma Elena Rojas Ruíz¹, Leslie S. Arcila Lozano²

¹Facultad de Ciencias Biológicas – Biotecnología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad Universitaria, Col. San Manuel, C.P. 72570, Puebla, Pue. ²CONACyT – CIBA – IPN. Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700. fernandoi.ramirezluna@viep.com.mx; ramiro.caso@correo.buap.mx

Palabras clave: Biosensor; Pseudomona; FTIR

Introducción. *Pseudomonas aeruginosa* es un patógeno oportunista que afecta principalmente a personas con un sistema inmunosuprimido que en casos graves lleva a la muerte. Los métodos más comunes para su detección son las pruebas bioquímicas y moleculares, pero son tardados y laboriosos.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un biosensor capaz de detectar a *P. aeruginosa* empleando anticuerpos biotinilados que interactúen con estreptavidina inmovilizada sobre capas autoensambladas de aminosilanos sobre soportes de SiO₂ cristalino.

Metodología. Los soportes de SiO₂ fueron limpiados, hidroxilados y funcionalizados con 3-APTMS, se utilizó glutaraldehído como crosslinker, por último, se inmovilizó la estreptavidina y el anticuerpo biotinilado contra *P. aeruginosa*. Cada etapa fue monitoreada empleando FT-IR, SEM y AFM. Se utilizaron diferentes UFC/mL de la bacteria para comprobar el sensado. Esta fue depositada sobre el biosensor e incubada durante 30 minutos; se enjuagó el sistema 3 veces para remover las células no adheridas.

Resultados. Los cambios espectrales se muestran en la Figura 1: 1663 y 1558 cm⁻¹ corresponden a las bandas Amida I y II del biosensor; el espectro de *P. aeruginosa* muestra la tensión N-H en 3292 cm⁻¹, la banda Amida I y II en 1645 y 1639 cm⁻¹, respectivamente, los grupos PO₂⁻ en 1233 cm⁻¹ y las vibraciones de polisacáridos en 1150-105 cm⁻¹. En el espectro del biosensor más la bacteria se observan bandas en 2936 y 2891 cm⁻¹ de la tensión de los grupos metilos y metilenos; las bandas Amida I y II en la misma posición que en el espectro anterior, confirma la detección de la bacteria. A través del SEM se corrobora visualmente el reconocimiento de la bacteria por el biosensor (Figura 2).

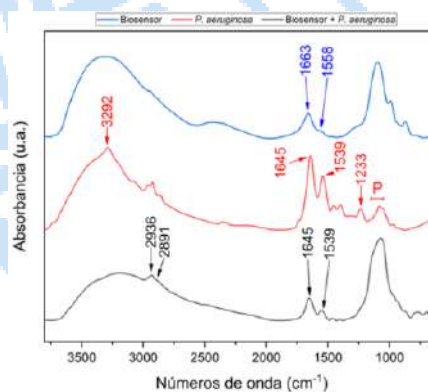


Figura 1. Espectros de IR del biosensor (azul), la bacteria (rojo) y el biosensor detectando la bacteria (negro); P región de vibraciones asociadas a polisacáridos.

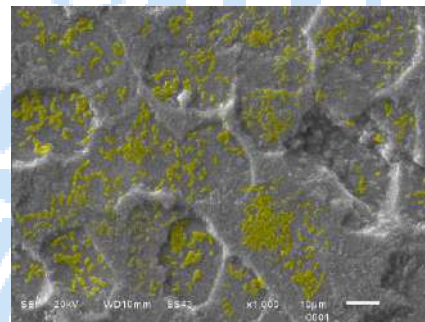


Figura 2. SEM de *P. aeruginosa* detectada por el biosensor. La bacteria se ha resaltado en color amarillo.

Conclusión. Se lograron desarrollar biosensores contra *P. aeruginosa* con reproducibilidad y estabilidad.

Bibliografía. 1. Mobed, A., Baradaran, B., de la Guardia, M., Agazadeh, M., Hasanzadeh, M., Rezaee, M. A., ... & Hamblin, M. R. (2019). Advances in detection of fastidious bacteria: From microscopic observation to molecular biosensors. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 113, 157-171.

SENSIBILIDAD DE GENOSENSOR VPH BASADO EN BIOIMPEDANCIA

Alejandro Corzo-Cruz^{1,2}, Virginia Sanchez-Monroy¹, Jacobo E. Munguia-Cervantes³ y Cesar A. Gonzalez-Diaz^{1*}, Instituto Politecnico Nacional (1. Escuela Superior de Medicina, 3. Centro de Nanociencias y Micro Nanotecnología), Centro Militar de Ciencias de la Salud (2. Escuela Militar de Graduados de Sanidad), Ciudad de Mexico C.P. 11340, * ofiuorz@gmail.com

Palabras clave: Bioimpedancia; ADN, Técnicas Libres de Marcadores, Tecnología Accesible, VPH, Cáncer de Próstata

Introducción. Las pruebas diagnósticas en medicina se utilizan para demostrar condiciones patológicas en un paciente. La Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) es el estándar de oro para detectar ADN. La Espectroscopía de Bioimpedancia Eléctrica (EBI) es una técnica de bajo costo y no invasiva que examina las propiedades eléctricas de materiales biológicos. El VPH es un virus que se asocia a Cáncer Cervicouterino, recientemente se ha detectado que podría ser un factor de riesgo en el Cáncer de Próstata (CaP). El objetivo de este estudio es evaluar la sensibilidad de un genosensor libres de marcado basado en EBI para la detección del fragmento GP 5+/6+ del gen L1+ de VPH en pacientes con CaP.

Metodología. Se seleccionaron 22 muestras de tejido prostático de pacientes con diagnóstico de CaP embebidos en parafina, se desparafinaron por el método fenol/cloroformo/alcohol para la extracción de ADN; se amplificaron por PCR los fragmentos GP5+6+ (150pb) del gen L1 de VPH con Taq DNA Polimerasa y dNTPs en un volumen de 50µL a través de PCR. Se realizaron mediciones de EBI a 8 frecuencias en el rango 5 kHz a 10MHz por triplicado a través de un genosensor basado en bioimpedancia diseñado en nuestro laboratorio, las mediciones se realizaron en la solución maestra previa a la amplificación del gen y en los productos finales de PCR. Se compararon los resultados de la magnitud EBI antes de la amplificación del gen (Basal) y posterior a la reacción PCR (amplificado). Adicionalmente; se corrió un gel de agarosa para constatar la amplificación de fragmentos con peso molecular correspondiente a un control positivo.

Resultados. En la fig. 1 se muestran los espectros de la magnitud EBI en condiciones Basal y Amplificado. La observación a priori es el incremento de la magnitud EBI fundamentalmente a bajas frecuencias. La fig. 2 muestra la reacción de electroforesis en geles de agar del producto final de PCR (Amplificado), resulta evidente la presencia de amplicones a 150 pb (de manera coherente con el control positivo) para todos los casos, con excepción de la muestra 7.

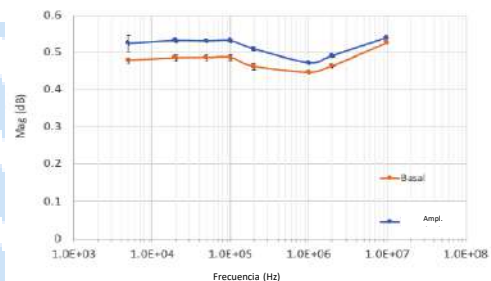


Fig. 1. Espectros de magnitud EBI antes de la amplificación del gen (Basal) y posterior a la reacción PCR (amplificado).

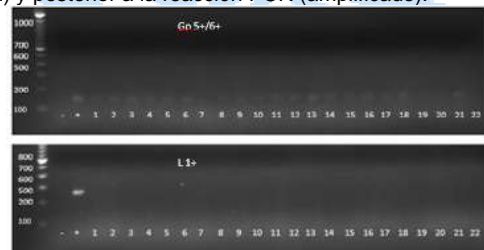


Fig. 2. Amplificación de los fragmentos Gp 5+/6+ y L1+ del Gen L1 del VPH de muestras de tejido de pacientes con CaP.

Conclusiones. El sistema genosensor basado en mediciones EBI, presenta sensibilidad para distinguir la presencia del fragmento GP5+6+ del gen L1 de VPH en muestras de ADN humano libre de marcado. La sensibilidad observada podría tener relevancia para la detección oportuna de VPH en el campo clínico. Se requieren estudios adicionales para constatar las observaciones.

Agradecimiento. Proyecto financiado a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional-MÉXICO con No. Proyecto: SIP 20230467.

- Bibliografía.** Keddie S., Baerenbold O., Keogh R., Bradley J., (2023) *BMC Med. Res. Meth.* Vol (1): 23-58
- Ames-Lastra G., Sánchez V., Sacristán-Rock E., Gómez-López M., Pérez Vielma N., Hernández-Nava A., González-Díaz C. A., (2021) BioimpedanceSpectroscopy as a potential technique to detect label-free PCR products. *4th Latin American Conference on Bioimpedance 2021.* CLABIO 2021. Guadalajara Méx. Octubre 2021.
- Pérez-Soto E., Medel-Flores M. O., Fernández-Martínez E., Oros-Pantoja R., Miranda-Covarrubias J. C., Sánchez-Monroy V. (2022) *antioxidants.* Vol. (11): 1051

DESARROLLO DE FIBRAS ELECTROHILADAS DE POLIVINILPIRROLIDONA (PVP)/*Aloe vera*

Britania Janet Gutiérrez Rafael¹, Marco García Juárez², Orlando Zaca Morán¹, Raul Delgado Macuil¹, Valentín López Gayou¹. ¹ CIBA, IPN, Tepetitla de Lardizábal 90700. ² CIRA-CINVESTAV, UAT, Panotla 90140. Email: valgayou@hotmail.com

Palabras clave: Aloe vera, Electrohilado, PVP

Introducción. El *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) es una planta perteneciente a la familia de las *Xanthorrhoeaceae*¹. Es considerada entre las especies de mayor importancia comercial debido a sus propiedades terapéuticas, siendo la actividad cicatrizante y antibacteriana la más estudiada para aplicaciones en el área médica y farmacológica². Debido a su importancia, se han desarrollado diversos productos que incorporan el gel de *Aloe vera* y sus propiedades para acelerar el proceso de cicatrización; sin embargo, su aplicación a través de estructuras como lo son las fibras electrohiladas a partir de diversos polímeros, es un área de estudio en potencia debido a los beneficios intrínsecos en este tipo de mecanismos como la distribución homogénea de matrices poliméricas que protegen al mismo tiempo que permiten el intercambio gaseoso y la interacción de los compuestos mejorando su biodisponibilidad³. En el presente trabajo se evaluó la incorporación del gel y el extracto del epicarpio de *Aloe vera* en nanofibras de polivinilpirrolidona (PVP) por la técnica de electrohilado.

Metodología. Se obtuvo el gel del parénquima de las hojas de *Aloe vera*, el cual se liofilizó; para el epicarpio se realizó una extracción hidroalcohólica con etanol, obteniendo un concentrado que se liofilizó. El polímero (PVP) se preparó a una concentración del 7% en etanol, posteriormente se mezcló con el *Aloe vera* (gel y extracto de epicarpio) en una relación 7:3. Se realizó cromatografía en capa fina (CCF) de ambas partes del *Aloe vera* empleando el sistema de elución agua:metanol en fase reversa. Las fibras obtenidas se caracterizaron mediante SEM y micro-espectroscopía FTIR en modo de reflectancia.

Resultados. En la Fig. 1 se muestran los revelados de las placas de CCF de gel (carril 1) y epicarpio de *Aloe vera* (carril 2), observándose una mayor cantidad de compuestos presentes en la piel en comparación al gel, esto se debe principalmente a antraquinonas⁴. Los derivados del antraceno, compuestos relacionados con actividad antibacteriana, se observaron en coloración amarilla o marrón rojiza en UV a 254 nm y la fluorescencia a 365 nm se observa el efecto de quenching producido por dichos compuestos.



Fig. 1. Gel y extracto de epicarpio de *Aloe vera* liofilizado y placa de CCF.

El análisis SEM (Fig. 2) mostró fibras de PVP y PVP-*Aloe vera* con un diámetro de 600 nm y 331 nm respectivamente. Los espectros de microFTIR de las fibras mostraron bandas características del polímero en 1290, 1370 y 1440 cm⁻¹, además de observarse bandas relacionadas con carbohidratos y fenoles del gel en 1200 y 3330 cm⁻¹ respectivamente. Por otra parte, se observó una banda en el 1638 cm⁻¹ correspondiente a derivados de antraquinonas presentes en el epicarpio de *Aloe vera*.

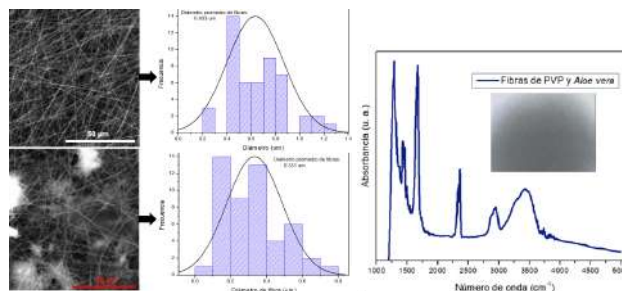


Fig. 2. Caracterización por SEM de fibras electrohilada de PVP (a); y PVP-*Aloe vera* (b). Espectro MicroFTIR de fibras electrohiladas de PVP-*Aloe vera*.

Conclusiones. La adición del gel y extracto de piel de *Aloe vera* en la solución de PVP dio lugar a una disminución en el diámetro de las fibras electrohiladas. Además, se confirmó por técnicas de microscopía y espectroscopía la incorporación de los compuestos de *Aloe vera* en las fibras electrohiladas.

Agradecimiento. Agradecemos a BEIFI, al proyecto SIP-IPN 20231709 y CONACYT por el apoyo económico para llevar a cabo esta investigación.

Bibliografía.

1. Klopper, R., Smith, G.F. (2007). *Haseltonia*, 13, 38–51.
2. Salehi B, Albayrak S, Antolak H, Kęrgiel D, Pawlikowska E, et al. (2018). *Int J Mol Sci*. 19(9):2843.
3. Wang, Y., Khan, MA, Chen, K. et al. (2022). *Food Bioprocess Technol* 16, 704–725.
4. Domínguez R., Arzate I., Chanona J., Welti J., Alvarado J., Calderón G., Garibay V., & Gutiérrez G. (2012). *Revista mexicana de ingeniería química*, 11(1), 23-43.

USO DE BIOPOLÍMEROS MICROBIANOS EN LA ELABORACIÓN DE NANOFIBRAS PARA APLICACIÓN EN BIOMEDICINA

Karla Katiushka Solís Arévalo, Luis J. Galán Wong, Verónica Almaguer Cantú, Carlos Solís Rojas, Katiushka Arévalo Niño. Instituto de Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Universidad S/N Col. Ciudad Universitaria C.P. 66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. karla.solisarv@uanl.edu.mx

Palabras clave: electrohilado, nanofibras, kefiran

Introducción. Las infecciones asociadas a la atención de la salud (IAAS) son uno de los principales retos para los hospitales modernos, pues se encuentran entre las principales causas de defunción, aumento de morbilidad y discapacidad en pacientes hospitalizados. Los productos tradicionales para el cuidado de heridas son menos efectivos en comparación con los productos avanzados y activos como los apósitos antimicrobianos. El electrohilado se ha utilizado ampliamente para producir nanofibras con aplicaciones como administración de compuestos activos¹. El kefiran es un exopolisacárido microbiano soluble en agua, extraído de la flora de los granos de kéfir con propiedades como actividad antibacteriana, antifúngica y antitumoral². Además, junto con el schizophyllan, el cual también es un exopolisacárido microbiano, puede actuar como antioxidante, curar heridas y reducir el sangrado así como ayudar en la administración de fármacos³. El objetivo del presente trabajo fue elaborar un apósito a base biopolímeros de origen microbiano como kefiran, schizophyllan y polímeros guía como polivinil alcohol (PVA) para potencial uso como apósito en el control de infecciones en piel.

Metodología. Se realizó la obtención del polímero kefiran del consorcio microbiano kefir. Para esto, se utilizó la metodología de extracción etanólica asistida por ultrasonido⁴. Posteriormente, el polímero extraído se liofilizó para su almacenamiento.

Se elaboraron soluciones poliméricas utilizando el PVA como polímero guía, obteniendo una concentración final de PVA al 8% v/v, kefiran al 1% v/v y schizophyllan al 1% v/v. Las soluciones anteriores se electrohilaban siguiendo un diseño de experimentos factorial 2³ con punto central variando condiciones de flujo de 0.5 a 2.0 mLh⁻¹, voltaje de 10 a 25 kV y distancia entre aguja y colector de 10 a 20 cm. Las fibras se visualizaron utilizando un microscopio óptico para verificar la ausencia de perlas o cúmulos de solución, lo que indicaría un correcto proceso de electrohilado.

Resultados. El rendimiento obtenido de kefiran fue de 0.61%. De igual manera, en la Tabla 1 se muestran algunos de los experimentos realizados de electrohilado, de los cuales se pudieron obtener fibras

con diversas condiciones, entre ellas: 1.2 mLh⁻¹, 20 kV y 10 cm entre aguja-colector. A pesar de que hubo colección de fibras, hubo una presencia de perlas muy abundante, y esto se le atribuyó al flujo y la distancia utilizadas, por lo que se realizaron pruebas posteriores utilizando una distancia de 20 cm, voltaje de 22 kV, y variando el flujo de 0.1 a 0.3 mLh⁻¹.

Tabla 1. Resultados con solución PVOH 8% - Schz 1% - Kefiran 1% a diferentes condiciones probadas.

Prueba	Flujo (mLh ⁻¹)	Distancia	Voltaje	Formación de fibras
1	0.5	10	5	No
2	0.5	10	12.5	No
3	0.5	10	20	Sí con perlas
4	1.2	10	5	No
5	1.2	10	12.5	No
6	1.2	10	20	Sí con perlas
7	2.0	10	5	No
8	2.0	10	12.5	No
9	2.0	10	20	Sí con perlas
10	0.1	20	22	Sí
11	0.2	20	22	Sí con perlas
12	0.3	20	22	Sí con perlas

Conclusiones. Se determinó que las condiciones óptimas de extracción de kefiran fueron calentamiento a 50 °C y un tratamiento posterior con ultrasonido.

De igual manera, se encontró que las condiciones para la obtención de fibras electrohiladas sin presencia de perlas de una solución de PVOH 8%-Kefiran 1%-Schizophyllan 1% p/v son 0.1 mLh⁻¹ de flujo, 20 cm de distancia entre aguja-colector y 22 kV de voltaje aplicado.

Bibliografía.

- Bhardwaj, N., Kundu, S. C. (2010) *Biotechnol. Adv.* 28 (3): 325–347.
- Dailin, D. J., Elsayed, E. A., Othman, N. Z., Malek, R., Phin, H. S., Aziz, R., Wadaan, M., El Enshasy, H. A. (2016) *Saudi J. Biol. Sci.* 23 (4): 495–502.
- Egea, M. B., Dos Santos, D. C., De Oliveira Filho, J. G., Ores, J. da C., Takeuchi, K. P., Lemes, A. C. (2020) *Food Sci. Nutr.* 1–17.
- Eda Ondul, K., Mahmut, I. (2021) *Int. J. Biotechnol. Biomater. Eng.* 3 (1): 1–7.

EFFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ALBUMINA-CAPSAICINA EN EL CRECIMIENTO DE LA LEVADURA *Rhodotorula mucilaginosa*

Laura E. Zavala-García¹, Claudia Geraldine León-Ramírez¹, Dánae Carrillo-Ocampo¹, Mercedes G. López², Lino Sánchez-Segura¹

¹Departamento de Ingeniería Genética, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Guanajuato 36824. ²Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Guanajuato 36824.

lino.sanchez@cinvestav.mx

Palabras clave: capsaicina; nanopartículas; hormesis

Introducción. La capsaicina es el principal compuesto bioactivo de los frutos de *Capsicum* spp. Es usado ampliamente por la industria alimenticia, farmacéutica y agrícola. En la biotecnología, la capsaicina se ha propuesto como control de patógenos; sin embargo, su baja solubilidad en agua y alta inestabilidad limitan su uso. Por lo que encapsular la capsaicina podría reducir su degradación en aplicaciones industriales (1). El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de altas concentraciones de capsaicina sobre la síntesis de nanopartículas y evaluar su efecto inhibitorio sobre el crecimiento de la levadura *Rhodotorula mucilaginosa*.

Metodología. Se elaboraron nanopartículas de albumina de suero bovina (ASB) adicionadas con 0, 16.2, 32.5, 48.7 y 65.0 µg de capsaicina/ mg ASB. Se cuantificó el rendimiento, eficiencia de encapsulamiento de la capsaicina y se caracterizaron sus propiedades fisicoquímicas. Para determinar su efecto en el crecimiento de *R. mucilaginosa* se adicionaron 100 µL de nanopartículas previamente teñidas con Rodamina B en 2 mL de cultivo de papa dextrosa (PDB). La internalización de nanopartículas se observó directamente en levaduras teñidas con calcofluor white 1%. La viabilidad se midió por conteo de células usando naranja de acridina 0.01% y yoduro de propidio 0.002%. Ambos métodos se observaron en microscopía multifotónica (LSM 880-NLO, Zeiss).

Resultados. El rendimiento y la eficiencia describen la estabilidad del proceso de ensamblaje durante la coacervación (2). El tratamiento de 65.0 µg/mg produjo un mayor cambio en el arreglo molecular entre la proteína ASB y la capsaicina respecto a los tratamientos con concentraciones bajas de capsaicina. El crecimiento de la levadura mostró mayor estimulación que los controles a baja concentración de capsaicina (16.2 µg/mg), seguida de inhibición a la mayor concentración de capsaicina (65.0 µg/mg), este fenómeno se considera un efecto de hormesis.

Tabla 1. Rendimiento de nanopartículas y eficiencia de encapsulamiento de capsaicina.

Concentración de Capsaicina (µg/mg)	Rendimiento de nanopartículas (%) ^a	Eficiencia de encapsulado (%) ^b
0	72.43±1.32	0±0.00
16.2	77.55±3.88	60.97±8.35
32.5	80.30±0.00	70.88±2.99
48.7	80.30±0.00	72.22±0.98
65.0	69.85±4.97	55.10±10.42

^{a,b}n = 3 ± DS

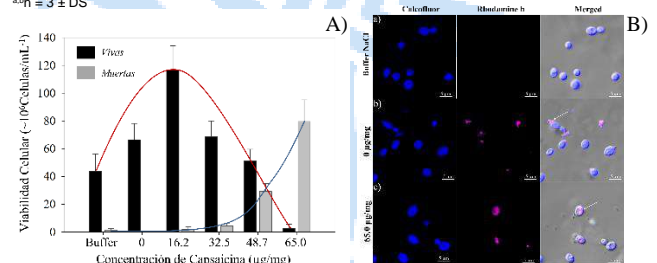


Fig. 1. A) Respuesta hormética del crecimiento de *R. mucilaginosa* en presencia de nanopartículas de ASB-capsaicina administradas al cultivo. B) Internalización de nanopartículas de ASB-capsaicina por cultivos de *R. mucilaginosa*.

Conclusiones. La capsaicina afectó las zonas hidrofóbicas de la ASB produciendo un ensamblaje diferente entre los tratamientos. Mientras que en los cultivos de *R. mucilaginosa* las nanopartículas con concentración de 16.2 µg/mg estimula la proliferación de las células. La concentración 65.0 µg/mg causó una alta tasa de mortalidad e inhibición del crecimiento. Las nanopartículas de ASB-Capsaicina producen un efecto hormético en cultivos de *R. mucilaginosa*.

Agradecimiento. Se agradece al Departamento de Ingeniería Genética, así como Biotecnología y Bioquímica, del Cinvestav, unidad Irapuato, por su apoyo en la realización de este trabajo.

Bibliografía.

- Sánchez-Segura, L., Ochoa-Alejo, N., Carriles, R., Zavala-García, L.E. (2018). Applied Nanoscience, 8(8), 1877-1886.
- Langer, K., Balthasar, S., Vogel, V., Dinauer, N., von Briesen, H., Schubert, D. (2003). Int. J. Pharm., 257, 169-180.
- Mattson, M.P. (2008) Ageing. Res. Rev., 7, 1-7.

MECHANICAL PROPERTIES AND SURFACE INTERACTIONS OF PATHOGENIC BACTERIA OF CLINICAL INTEREST BY ATOMIC FORCE MICROSCOPY

Lizeth García-Torres¹, José Luis Cuéllar-Camacho², Idania De Alba-Montero², Jaime Ruiz-García³, Eleazar Samuel Kolosovas-Machuca^{1,2}.

¹Doctorado Institucional de Ingeniería y Ciencia de Materiales, DICIM, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP, San Luis Potosí, S.L.P., México. ²Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP, Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP, C.P. 78000, San Luis Potosí, S.L.P., México. a144334@alumnos.uaslp.mx

Palabras clave: AFM, Pseudomonas aeruginosa, force spectroscopy.

Introduction. *Pseudomonas aeruginosa* (PA) is a type of Gram-negative, aerobic, rod-shaped bacterium with a medically significant bacterium known for its ability to cause opportunistic infections, particularly in immunocompromised individuals or those undergoing long-term hospitalization. Is known for its ability to adapt to different environments and resist many antibiotics ⁽¹⁾. Atomic force microscopy (AFM) is a surface analysis tool that can be used to investigate a wide range of samples, including biological materials, polymers, and nanotechnology. It can also be used as a force sensor device to measure surface and material properties of samples, such as the mechanical rigidity, adhesion, electrical conductivity, or magnetic properties, by changing the way the tip interacts with the surface. In this work we attempt to elucidate the mechanism of adaptation of pathogenic bacteria to changes of environmental conditions (pH and osmotic stress) via surface and force measurements with nanoindentations at the single cell level ⁽²⁾.

Methodology. AFM is a contact technique which allows the measurement of the tiny forces between a very sharp tip and the sample's surface. A topographical 3D reconstruction of the sample surface can be obtained when the sample is scanned line by line at constant force. Furthermore, the AFM can be used in Force-Volume (FV) mode which combines spectroscopy mode with scanning microscopy. The result of FV is a map of a physical parameter of the sample ⁽³⁾.

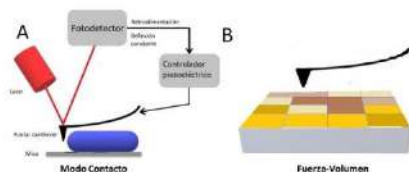


Fig. 1. The AFM as microscope and force sensor. A) Analysis of surface topography in contact mode. B) Force- Volume. Obtaining a map of stiffness, adhesion, modulus of elasticity, height, among other properties.

Results.

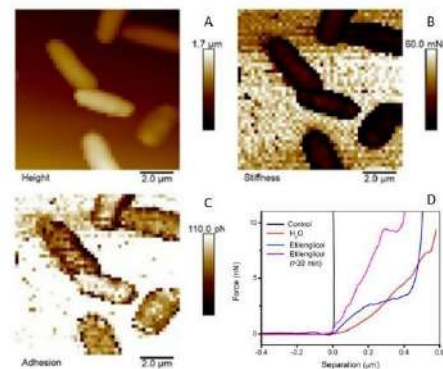


Fig. 2. Maps obtained in FV mode for A height, B stiffness and C adhesion. In D a comparison of representative force-separation curves obtained for each investigated case.

Our results from FV on living *P. A.* reveals that the mechanical response from the bacteria being compressed from a low (Milli-Q water) to a high osmotic pressure (50% ethylene glycol) environment changes from a soft to harder response without an apparent fracture pattern of the bacterial cell wall. Repetitive indentations show that the bacteria can be easily squeezed after multiple deformation cycles. At high external osmotic pressure, a time dependent increase in the mechanical response is obtained.

Conclusions. The application of single-cell nanoindentations revealed a time dependent mechanical reinforcement in the bacteria cell wall response when exposed at high osmotic stress. The later strongly suggest a rapid adaptation of *P. Aeruginosa* against drastic changes of osmotic conditions.

Acknowledgment. This research project has been supported by CONACyT scholarship (490718).

Literature.

1. Çetiner U. et al. (2017). *J. Gen. Physiol.* 2017 Vol. 149 No. 5
2. Vahabi S et al. (2013). Vol. 38, *IJMS.* 2013.
3. Olajumoke H. et al. (2021). *ACS Omega*, 2021.

AISLAMIENTO DE NANOQUITINA A PARTIR DEL MICELIO DE *ASPERGILLUS SP.*

Lucina Margarita Silva-Lizarraga, Lucia Jeqabzeel Medina-Palacios, Leonardo Chávez-Guerrero, Julio Silva-Mendoza.

Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, 66455

Autor responsable: jsilvamd@uanl.edu.mx

Palabras clave: biopolímeros, biomateriales, hongos filamentosos

Introducción. La quitina y sus derivados representan un grupo de biopolímeros con diversas aplicaciones médicas e industriales (1). Comúnmente, la quitina es extraída de crustáceos; sin embargo, la complejidad de éstos implica una serie de pasos y un elevado consumo de reactivos generando desechos tóxicos (2). Recientemente, se está considerando a los hongos como una fuente alternativa en la obtención de quitina, ya que su pared celular está compuesta principalmente de este biopolímero (3).

El objetivo de este trabajo fue la extracción de quitina mediante un tratamiento con H₂O₂ a partir del micelio de *Aspergillus sp.*, con la finalidad de generar la menor cantidad de contaminantes.

Metodología. El hongo previamente aislado e identificado como *Aspergillus sp.* fue inoculado en matraces con 50 mL de caldo Dextrosa Sabouraud. El hongo se incubó por 3 días a 28 °C y 150 rpm. Después de la incubación, el micelio fue recuperado en tubos cónicos de 50 mL y lavado 3 veces con agua desionizada para eliminar restos de medio. Para la extracción de la quitina se evaluaron diferentes concentraciones de H₂O₂; 0 (control), 10 y 20%. Para cada experimento, en un vaso de precipitados se añadieron 10 g de micelio y 100 mL de H₂O₂. La mezcla se puso en baño maría por 2 h a 80 °C con agitación constante. Posteriormente, el contenido fue transferido a tubos cónicos de 50 mL para realizar los lavados de la quitina. Finalmente, se obtuvo un gel de quitina el cual fue analizado mediante microscopía óptica, electrónica de barrido (MEB) y microscopía de barrido láser (MBL).

Resultados. Conforme aumenta la cantidad de H₂O₂ empleado se van removiendo más proteínas obteniendo una quitina más pura a partir del micelio (fig. 1). Además, en la figura 2 se demuestra que la quitina presenta una nanoestructura 1D con un grosor de ~100 nm. Finalmente, se sabe que al utilizar H₂O₂ se genera agua como deshecho, evitando la generación de residuos tóxicos (4).

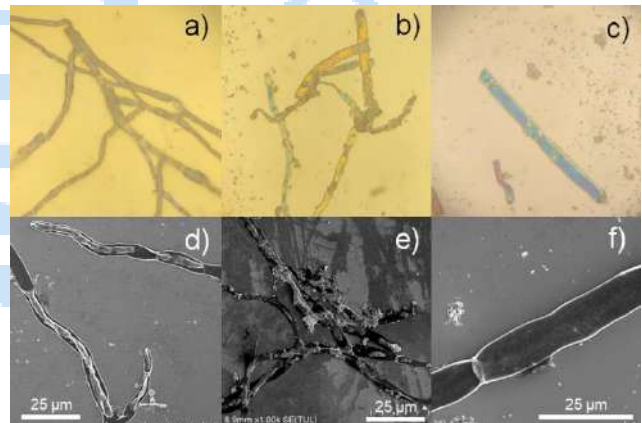


Fig. 1. Micrografías ópticas (100X) y electrónicas mostrando la remoción de proteínas del micelio con 0 (a, d), 10 (b, e) y 20% (c, f) de H₂O₂

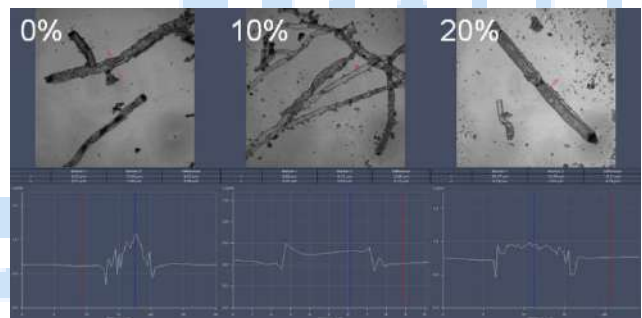


Fig. 2. Perfiles de altura obtenidos por MBL de los diferentes tratamientos del micelio

Conclusiones. En este trabajo se logró la obtención de nanoquitina 1D a partir de la remoción de los demás componentes fúngicos con un tratamiento con H₂O₂, procurando una menor generación de contaminantes.

Agradecimiento. A la UANL, a través del programa PAICYT, con la clave de proyecto 343-CN-2022

Bibliografía.

1. Zainol-Abidin NA, et al. (2020) *Int J Mol Sci* 21, 4978.
2. Kozma M, et al. (2022) *Polymers* 14, 3989.
3. Jones M, et al (2020) *Mar Drugs* 18, 64.
4. Chávez-Guerrero, et al. (2022) *J Appl Phycol* 34, 637-645.

BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA UTILIZANDO CEPAS NOVEDOSAS AISLADAS DEL SARGAZO.

Gustavo Zamudio-Cortés¹, Lorena Leticia Pedraza-Segura¹, Iván Rafael Quevedo Partida¹

¹Universidad Iberoamericana, Departamento de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos, Ciudad de México, 01376.

gustavozamudio96@gmail.com

Palabras clave: Nanopartículas de plata, Sargazo, Bacterias novedosas

Introducción. El creciente interés en el área de la nanotecnología y sus aplicaciones potenciales han generado la necesidad de buscar nuevas alternativas en la síntesis de nanopartículas con la finalidad de disminuir la cantidad de energía, residuos y subproductos tóxicos y dañinos generados durante el proceso. Existen distintas aproximaciones para la síntesis biológica de nanopartículas de plata (AgNPs) utilizando bacterias, hongos y extractos de plantas, los cuales resultan en procesos con un mayor costo-beneficio y con menores implicaciones ambientales. Sin embargo, el mecanismo por el cual se da la reducción de la plata aún es un tema de debate. Hoy en día se siguen descubriendo aplicaciones para las AgNPs además de las ampliamente conocidas como su actividad antimicrobiana, antifúngica, entre otras.

El objetivo del trabajo es producir AgNPs a partir de microorganismos aislados del sargazo e identificar las biomoléculas implicadas en dicho proceso, así como evaluar su propiedad antimicrobiana.

Metodología. Las cepas evaluadas se crecieron en caldo nutritivo durante 24 horas a 37° C y el sobrenadante del cultivo se recuperó por centrifugación. A éste se le realizó una cuantificación de exopolisacáridos (precipitación), lipopéptidos (precipitación) y proteínas (Bradford). Dichos compuestos se mezclaron con nitrato de plata (AgNO₃) y se incubaron a distintas condiciones. La formación de AgNPs se evaluó por UV-Visible y posteriormente se caracterizaron por Nanoparticle Tracking Analysis (NTA), Potencial Zeta,

Resultados. La identificación de las biomoléculas presentes en el sobrenadante permitió comprobar que está compuesto principalmente por proteínas y lipopéptidos, estos últimos se analizaron por FTIR. Dichos lipopéptidos, en presencia de AgNO₃, produjeron AgNPs a temperatura ambiente y bajas rpm

(fig1), de las cuales se obtuvo la distribución de tamaños (NTA) y se evaluó su estabilidad (Potencial Z).

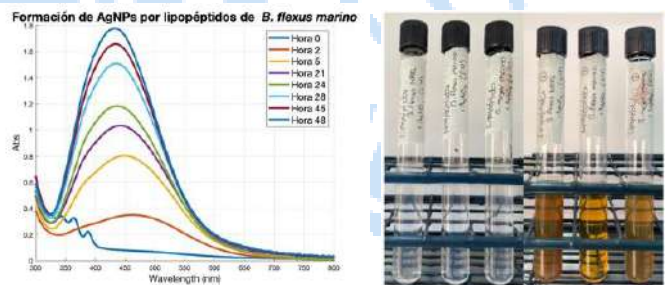


Fig. 1. A) UV-Vis de la formación de AgNPs a través del tiempo utilizando lipopéptidos aislados de *B. flexus marino* como agente reductor. B) Cambio de tonalidad en la síntesis de AgNPs utilizando lipopéptidos aislados.

Conclusiones. Los lipopéptidos identificados como compuestos reductores de plata en la biosíntesis de AgNPs presentan una gran similitud con la surfactina producida por *Bacillus subtilis*.

Las AgNPs producidas por lipopéptidos de *B. flexus NRRL* y *B. flexus marino* muestran la señal característica a los 420 nm y presentan tamaños de entre 87 y 58 nm, y sus valores de potencial Z fueron de -40.6 y -37.5 mV respectivamente.

Bibliografía.

1. Xiuxia Y, Junyu L, Dashuai M, Hui Z, Qiaoxi L & Guanjun C. (2021) Green synthesis and characterizations of silver nanoparticles with enhanced antibacterial properties by secondary metabolites of *Bacillus subtilis* (SDUM301120), Green Chemistry Letters and Reviews, 14:2, 190-203
2. Ghiuta, I., Cristea, D., Croitoru, C., Kost, J., Wenkert, R., Vyrides, I., Anayiotos, A., Munteanu, D. (2018). Characterization and antimicrobial activity of silver nanoparticles, biosynthesized using *Bacillus* species. Applied Surface Science. 438. 66-73. 10.1016/j.apsusc.2017.09.163.

XX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

11-15 de septiembre del 2023. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE LA MATRIZ DESCELULARIZADA DE *Iresine herbstii*

Ariadna Marcos-Morales¹, Armando Chacón-Quiñones¹, Sofía González-García¹, Vanessa Guadalupe Ordaz-Carrera¹, María Fernanda Pérez-Chavero¹, Amy Marie Simpson y Reyes¹, Juan Carlos Colín Ortega¹, María José Rivas-Arreola¹.

¹ Universidad Iberoamericana Puebla, Departamento de Ciencias e Ingenierías, Puebla CP. 72820.

Palabras clave: descelularización, ingeniería de tejidos, matriz extracelular.

Introducción.

Las plantas tienen un sistema vascular compuesto por el xilema y el floema que les permite transportar nutrientes y sustancias a lo largo de su organismo [1]. La celulosa, un biopolímero, es uno de los componentes más importantes, y cuando un organismo sufre una lesión, los tejidos vasculares pueden obstruirse. La cicatrización es un proceso biológico que ocurre en respuesta a una lesión en tejidos del cuerpo, y la investigación en cicatrización de heridas se enfoca en desarrollar tratamientos avanzados. Los andamios de polímeros naturales tienen una mejor respuesta biológica y la descelularización se utiliza en la investigación médica y en ingeniería de tejidos para crear andamios para el crecimiento de células y tejidos artificiales [1].

Se busca obtener una matriz extracelular a partir de hojas descelularizadas.

Metodología.

Seleccionar hojas sanas, preparar una solución de hipoclorito de sodio, bicarbonato sódico y agua desionizada en cantidades de 15g, 45ml y 440ml respectivamente. Calentar, mantener en agitación; retirar una vez que se aclaren, incubar PBS x1 [2].

Se realizaron las siguientes pruebas: Imágenes microscópicas: Observación en el microscopio óptico a 10x. Cuantificación de proteínas: Usando el método de Bradford. Estudio de perfusión: Inyectar colorante vegetal azul y observar canales vasculares. Prueba mecánica: Observar el manejo físico de la hoja descelularizada. Prueba de secado de hoja: Observar su pérdida de peso [3].

Resultados.

Se logró descelularizar hojas de *Iresine herbstii*. Con la escala microscópica, se observó que quedó el

sistema vascular intacto. La prueba de Bradford mostró menores niveles de proteínas en la hoja descelularizada comparada con la fresca. La funcionalidad de los canales vasculares se demostró. En la prueba de secado, se encontró que la hoja 2, más grande y pesada, se secó más rápido que la hoja 1.

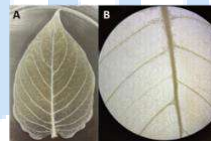


Fig. 1. A) Hoja 1 descelularizada seca. B) Vista microscópica de la hoja 1 descelularizada seca.

Conclusiones.

La descelularización es una técnica novedosa y compleja que puede proporcionar un andamiaje natural para el crecimiento de nuevos tejidos. Ha demostrado ser efectiva en la generación de tejidos funcionales y en aplicaciones en el comportamiento celular y la respuesta a fármacos. Aunque se necesitan más investigaciones, la descelularización es una técnica prometedora que puede revolucionar la ingeniería de tejidos y la medicina regenerativa.

Bibliografía.

- [1] Crang, R., Lyons-Sobaski, S., Wise, R. y Sachs, J. 2018. Sostén-Tejidos vegetales. Atlas de histología vegetal. <https://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guía-de-sosten.php> (Activo Abril de 2023).
- [2] Crapo, M., Gilbert, W. y Badylak, F. 2011. An overview of tissue and whole organ decellularization processes. *Biomaterials*, 32(12), 3233-3243. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21296410/> (Activo Abril de 2023).
- [3] Adamski, M. 2018. Two Methods for Decellularization of Plants Tissue Engineering Applications. *Journal of Visualized Experiments*, vol.1, no. 135, pp. 1-7.

LA RESONANCIA ACÚSTICA INCREMENTA LA PRODUCCIÓN DE VESÍCULAS EXTRACELULARES EN CULTIVOS BACTERIANOS

Laura María Muñoz-Echeverri; Mayra Herrera-De los Santos; Mauricio Trujillo-Roldan; Norma Adriana Valdez-Cruz

Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, CD MX, C.P. 04510, México.

adri@iibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: Agitación por resonancia acústica, agitación orbital, vesículas extracelulares bacterianas

Introducción. La agitación por resonancia acústica (RAMbio) es un tipo de agitación en la que un campo acústico de baja frecuencia da lugar a la formación de pequeñas burbujas mejorando la transferencia de oxígeno en matraces (1-2). Nuestro grupo reportó que con RAMbio se incrementa la concentración de biomasa en cultivos de *Escherichia coli*, en comparación con cultivos bajo agitación orbital (AO) (2).

Por otro lado, las vesículas extracelulares (VEs) son nanoestructuras liberadas al ambiente extracelular por distintas células, las cuales han tomado relevancia debido a sus funciones biológicas y aplicaciones (3). En este trabajo se evaluó la producción de VEs en cultivos de *E. coli* bajo RAMbio comparado con AO, así como las características de las VEs obtenidas.

Metodología. *E. coli* fue cultivada bajo RAMbio (7.5 g y 18 g) y agitación orbital (200 rpm). Las VEs fueron recuperadas desde los sobrenadantes de los cultivos mediante ultrafiltración (4). Una vez aisladas las vesículas se realizó una cuantificación indirecta mediante determinación de proteína total, se determinaron distribuciones de tamaños por dispersión dinámica de luz, morfología mediante microscopía electrónica de transmisión, y se analizaron los perfiles proteicos por electroforesis (SDS-PAGE) (5).

Resultados. RAMbio incrementa hasta cuatro veces el crecimiento de biomasa (figura 1A). Así como hasta dos veces la cantidad de VEs (figura 1B).

Las VEs presentaron dos poblaciones de tamaños bajo las condiciones de agitación evaluadas, con tamaños promedio entre 28 y 39 nm para las poblaciones A, y entre 269 y 328 nm para las poblaciones B, siendo las VEs obtenidas en RAMbio 18 g las de menor diámetro hidrodinámico. Las micrografías electrónicas corroboran la presencia de VEs predominantemente esféricas. Los perfiles proteicos presentaron bandas con intensidad diferencial, particularmente en RAMbio 18g.

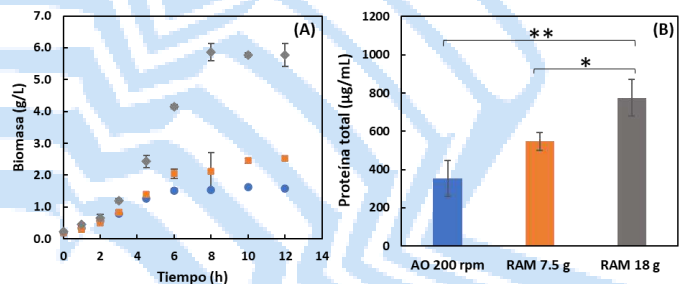


Fig. 1. Cinéticas de crecimiento de *E. coli* (A) y cuantificación de VEs en términos de proteína total (B). Círculos azules AO 200 rpm, cuadrados naranjas RAMbio 7.5 g y rombos grises RAMbio 18 g.

Conclusiones. RAMbio es una estrategia efectiva para incrementar la productividad de VEs, asociado a una mayor producción de biomasa y no a un efecto hidrodinámico. Importammente el tamaño y composición de las VEs si fue dependiente del sistema de agitación. Observamos cambios en la composición proteica de las VEs producidas, por lo que será importante determinar profundamente los cambios mediante proteómica.

Agradecimiento. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACyT (LMME 1102921). Este proyecto está desarrollado bajo el programa institucional del “IIB-UNAM”: “La producción de biomoléculas de interés biomédico en bacterias y hongos” PAPIIT de la UNAM: IN210822; IV201220.

Bibliografía

- Reynoso G. I., García R. I., Valdez N. A., Trujillo M. A. (2016) *Biochem. Eng. J.*, vol. 105, pp. 379–390.
- Valdez, N. A., Reynosa, G. I., Pérez, S., Restrepo, S., González, J., Olvera, A., Alagón, G., Trujillo, M. A. (2017) *Microb. Cell Fact.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–12.
- Liu, H., Li, M., Zhang, T., Liu, X., Zhang, H., Geng, Z., Su, J. (2022) *Chem. Eng. J.*, vol. 450, pp. 138309
- Maccelli, A., Carradori, S., Puca, V., Sisto, F., Lanuti, P., Crestoni, M. E., Lasalvia, A., Muraro, R., Bysell, H., Sotto, A. Di, Roos, S., Grande, R. (2020). *Microorganisms*, vol 8, no 11, pp. 1–22.
- Wei, S., Jiao, D., Xing, W. (2022) *Front. Immunol.*, vol. 13, pp. 1–13.

NANORREACTOR CON ACTIVIDAD LACASA PARA LA BIOTRANSFORMACION DE CONTAMINANTES EMERGENTES

Carlos A. Medrano-Villagómez, Rafael Vazquez –Duhalt. Departamento de Bionanotecnología, Centro de Nanociencias y Nanotecnología - UNAM / Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, 22860. cmedrano@ens.cny.unam.mx

Palabras clave: Nanorreector, Contaminantes emergentes, Lacasa

Introducción. Recientemente se ha reportado la presencia de moléculas consideradas contaminantes emergentes con concentraciones preocupantes en diversas muestras ambientales (1). El uso de enzimas para la biorremediación enzimática es una propuesta que se ha usado por muchos años, sin embargo, presentan ciertas desventajas, las cuales se propone pueden ser mitigadas con la nanoimmobilización de estas proteínas, específicamente de las enzimas tipo lacasa, las cuales tienen la capacidad de biotransformar una gran variedad de sustratos (2).

En este trabajo se sintetizó un nanorreactor (NanoLac), en el cual se confinó la lacasa de *Coriopsis gallica* dentro de la cápside viral del virus de mosaico del bromo (BMV); se realizó la caracterización fisicoquímica y catalítica, además de evaluar la biotransformación de contaminantes emergentes.

Metodología. El ensamble del nanorreactor se realizó bajo el fundamento de complementariedad de cargas (3). La Lacasa del hongo *Coriopsis gallica* UAMH 8260 fue donada por Instituto de Biotecnología-UNAM. La cinética de saturación se realiza con una concentración de 10 nM de enzima y un rango de 10 a 2000 μM del sustrato modelo ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)). Las pruebas de biotransformación se realizaron con un equipo de HPLC (Alligent) acoplado a un detector UV-visible, con una columna de fase reversa.

Resultados. El ensamble del nanorreactor se realizó con una relación molar (μg) de 1:9 (Lacasa:BMV), obteniendo nanopartículas esféricas catalíticas con características semejantes al virus nativas, es decir, un tamaño promedio de 30 nm (DLS), una morfología semiesférica (TEM). Respecto a la actividad, fue evaluada con el sustrato ABTS después de su purificación por diálisis y SEC, con el objetivo de disminuir la señal catalítica de la enzima no confinada (Figura 1). En este caso se compararon las constantes catalíticas del nanorreactor (NanoLac) y de la enzima libre (Lac) (Tabla 1).

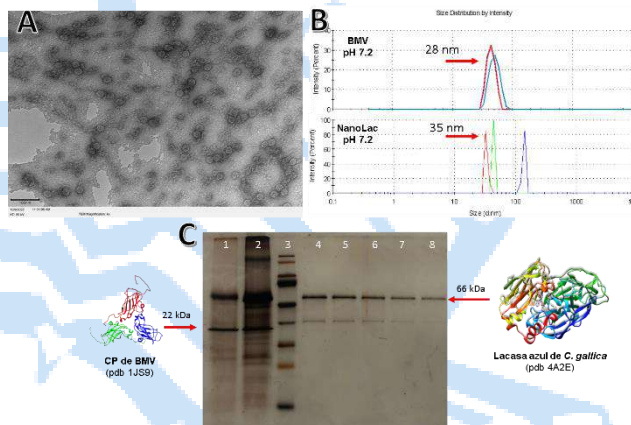


Fig. 1. A) Fotografía por TEM del virus nativo BMV. B) Distribución de tamaños del virus y de NanoLac. C) SDS-PAGE de NanoLac (carril 1 y 2).

Tabla 1. Contantes catalíticas con ABTS de Lacasa libre y NanoLac.

	V_{\max}	K_M	k_{cat}	k_{cat}/K_M
Lacasa	0.25 $\mu\text{M/s}$	94.81 μM	250 s^{-1}	2.6 $\mu\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$
NanoLac	720 $\mu\text{M/s}$	622 μM	188 s^{-1}	0.3 $\mu\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$

Conclusiones. El confinamiento de una enzima dentro de una cápside es un proceso innovador de inmovilización que genera nuevos retos a solucionar e interrogantes que deben de contestadas. Específicamente profundizar en el fenómeno de la cinética enzimática en alto confinamiento y dimensiones nanométricas.

Agradecimiento. El proyecto ha sido financiado por el proyecto UNAM (PAPIIT IN209722).

Bibliografía.

- Peña-Guzmán C, Ulloa-Sánchez S, Mora K, Helena-Bustos R, López-Barrera E, Álvarez J, Rodríguez-Pinzón M. (2019) *Journal of Environmental Management*. 237 (1) 408-423.
- García-Morales R, García-García A, Orona-Navar C, Osma J, Nigman K.D.P., Ornelas-Soto N. (2018). *Journal of Environmental Chemical Engineering* 6 (1) 710–717.
- Cadena-Nava R, Comas-García M, Garmann R, Rao A, Knobler C, Gelbart W. (2012) *Journal of Virology* 86 (6) 3318-3326.

ENCAPSIDACIÓN DE LA ENZIMA ASPARAGINASA DE *RHIZOBIUM ETLI* EN LA PARTÍCULA TIPO VIRUS DEL FAGO P22 PARA EL TRATAMIENTO DE LA LEUCEMIA LINFOCÍTICA AGUDA

María Fernanda Gutiérrez-Chávez^{1,2}, Alejandro Huerta-Saquero²

¹Departamento de Microbiología, CICESE, Ensenada, CP 22860. ²Departamento de Bionanotecnología, Centro de Nanociencias y Nanotecnología CNyN-UNAM, CP 22800. gutierrezcm@cicese.edu.mx

Palabras clave: L-asparaginasa (L-ASNasa), proteína de andamiaje (SP), bacteriófago P22

Introducción. La leucemia linfocítica aguda (LLA) es el tipo de cáncer más común en niños y adolescentes mexicanos. Desde hace 50 años se ha utilizado la enzima asparaginasa (ASNasa) de *E. coli* para tratarla, pero presenta inconvenientes como la activación del sistema inmune y efectos tóxicos asociados a la actividad secundaria de glutaminasa [1]. Se han estudiado nuevas ASNasas nativas y la estrategias de nanoencapsulación para mejorar el tratamiento contra la LLA. Se destaca la ASNasa de *R. etli*, que no tiene actividad de glutaminasa, lo que la hace interesante como tratamiento terapéutico [2]. Por otro lado, las VLPs derivadas del fago P22 son una herramienta prometedora para la entrega de agentes terapéuticos debido a su capacidad para transportar grandes cantidades de enzimas y proteger el cargo [3]. El objetivo del trabajo fue realizar la producción y purificación de nanorreactores con la ASNasa de *R. etli* encapsidada en VLPs del fago P22.

Resultados. Se expresaron con éxito las proteínas AnsA-SP y CP en *E. coli*. Se purificaron parcialmente los nanorreactores conteniendo a la asparaginasa de *R. etli* como cargo. La figura 2.A muestra los pasos realizados durante la purificación. En el gel se señalan la proteína de fusión AnsA-SP y la proteína CP. En la figura 2.B se observa la muestra correspondiente a la purificación por exclusión molecular de los nanorreactores.

Metodología.

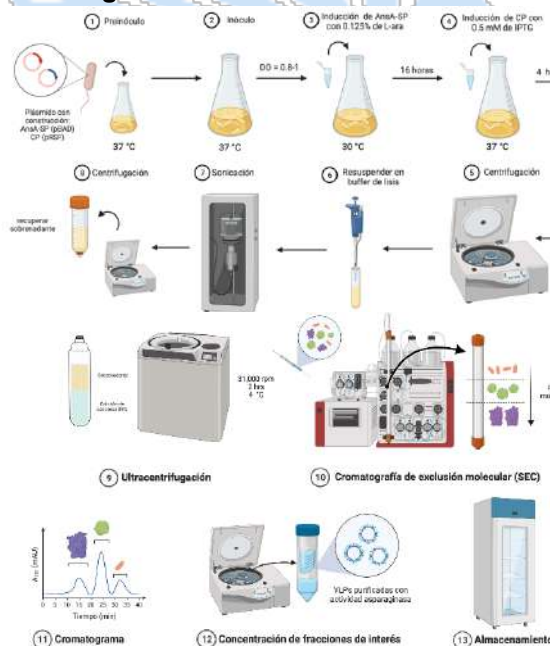


Fig. 1. Esquema de la metodología para la producción y purificación de las VLPs ASNasa-SP.

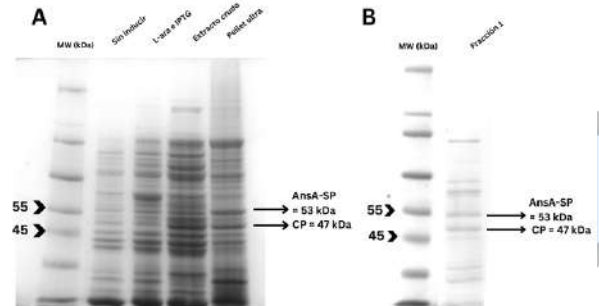


Fig. 2. A) Gel SDS-PAGE 12% de la etapa de producción y la primera etapa de purificación de nanorreactores. B) Gel SDS-PAGE 12% de la fracción 1 colectada por SEC.

Conclusiones. Las pruebas realizadas confirman el éxito de la producción y parcial purificación de VLPs P22 con la asparaginasa de *R. etli* como cargo. El próximo objetivo es realizar la caracterización enzimática y fisicoquímica, así como investigar el potencial citotóxico de las VLPs ASNasa-P22 en células leucémicas de LLA.

Agradecimiento. Beca de Maestría otorgada por CONACyT.

Bibliografía.

[1] Díaz-Barriga, C., Villanueva-Flores, F., Quester, K., Zárate-Romero, A., Cadena-Nava, R. D., & Huerta-Saquero, A. (2021) *Pharmaceutics*, 13(5), 604.
 [2] Moreno-Enríquez, A., Evangelista-Martínez, Z., González-Mondragón, E. G., Calderón-Flores, A., Arreguín, R., Pérez-Rueda, E., & Huerta-Saquero, A. (2012) *J. Microbiol. Biotechnol*, 22(3), 292-300.
 [3] Patterson, D. P., Schwarz, B., El-Boubbou, K., van der Oost, J., Prevelige, P. E., & Douglas, T. (2012) *Soft Matter*, 8(39), 10158.

DESARROLLO DE BIONANOESTRUCTURAS CON DNA Y PROTEÍNAS CRISPR-Cas

Jesús Ortiz Saucedo & Armando Hernández García, Instituto de Química, Departamento de Química de Biomacromoléculas, Laboratorio de Ingeniería Biomolecular y Bionanotecnología, UNAM. Ciudad de México, CP. 04510, jesus.osaucedo@comunidad.unam.mx

Palabras clave: Bionanotecnología, CRISPR-Cas, nanofibras

Introducción. En la naturaleza, el DNA es la molécula universal para el almacenamiento de la información genética, mientras que en el mundo sintético el DNA se ha usado como un bloque de construcción empleado para desarrollar arquitecturas en la nanoescala (1). Esta molécula es altamente versátil y programable, esto se ha visto reflejado con el creciente desarrollo de la nanotecnología del DNA en las últimas décadas, permitiendo el diseño racional de nanoarquitecturas con gran precisión. El alcance de las nanoestructuras de DNA puede ser expandido con la incorporación de proteínas, dando lugar a bionanoestructuras híbridas. Este proyecto está enfocado en la bionanotecnología híbrida de DNA-proteínas, en la cual ambos bloques de construcción actúan sinérgicamente durante el proceso de auto-ensamble (2). El objetivo de este trabajo es la formación de bionanoestructuras híbridas, donde se utilizarán dos versiones de proteínas quiméricas Cas catalíticamente inactivas fusionadas a dominios de heterodimerización (dCas12a-FRB y dCas12a-FKBP [5]), que formaran un complejo ribonucleoproteico con crRNAs, pudiendo reconocer secuencias específicas de dsDNA, además incorporando la capacidad intrínseca de polimerizarse por el sistema de heterodimerización inducido químicamente en presencia de rapamicina.

Metodología. Se realizó la producción de las proteínas por métodos recombinantes en *Escherichia coli* BL21 D3. Se purificaron secuencialmente por cromatografías: afinidad a iones metálicos inmovilizados, heparina y por exclusión de tamaño molecular (3). Se realizó la caracterización de la unión al dsDNA por ensayo de movilidad electroforética, caracterización de heterodimerización de proteínas por dispersión de luz dinámica y caracterización de la formación de bionanoestructuras microscopia de fuerza atómica.

Resultados.

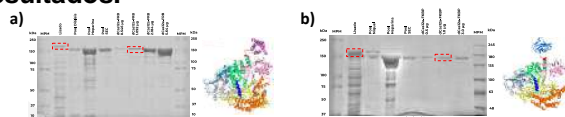


Fig. 1. Geles de poliacrilamida SDS-PAGE al 7.5 % mostrando la producción y las etapas de purificación de las proteínas a) dCas12a-FRB y b) dCas12a-FKBP. Se resalta en rojo la proteína purificada.

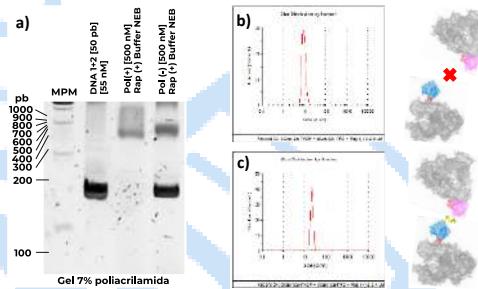


Fig. 2. Unión al dsDNA y dimerización de las proteína Cas12a. a) Ensayo de movilidad electroforética de los RNPs con fragmentos de DNA en presencia y ausencia de rapamicina. b) Distribuciones de diámetro hidrodinámico de dCas12a-FKBP + dCas12a-FRB (11.7 nm) y c) dCas12a-FKBP + dCas12a-FRB + Rapamicina (24.36 nm).

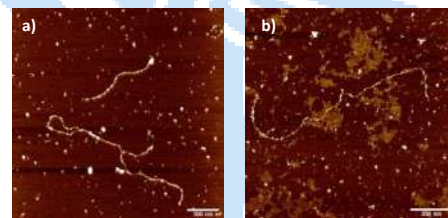


Fig. 3. Microscopia de fuerza atómica de las bionanoestructuras ensambladas. a) y b) Polimerización de los complejos ribonucleoproteicos (dCas12a-FRB/FKBP + crRNAs) ensamblados con fragmentos de dsDNA, en presencia de rapamicina (RNP:DNA:Rapamicina).

Conclusiones. Las proteínas recombinantes dCas12a-FRB y dCas12a-FKBP purificadas (pureza de 84.4% y 86.5%, respectivamente) unieron al DNA de manera específica y se heterodimerizaron en presencia de rapamicina. Las proteínas se auto-ensamblan en bionanoestructuras híbridas tipo nanofibras con longitudes de entre 800 nm y 2 µm.

Agradecimientos. Este proyecto ha sido financiado con el proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IN210121. Beca de CONACYT con número de apoyo: 1229033.

Bibliografía.

- Li, F., Li, J., Dong, B., Wang, F., Fan, C., & Zuo, X. (2021). DNA nanotechnology-empowered nanoscopic imaging of biomolecules. *Chemical Society Reviews*, 50(9), 5650-5667.
- Hernandez-Garcia, A. (2021). Strategies to Build Hybrid Protein-DNA Nanostructures. *Nanomaterials*, 11(5), 1332.
- Mohanraju, P., J, Oost., M, Jinek., & D, Swarts. (2018). Heterologous Expression and Purification of the CRISPR-Cas12a/Cpf1 Protein. *BIO-PROTOCOL*, 9.

ESTUDIO DE LA ENCAPSULACIÓN DE INSULINA EN GLICONANOPARTÍCULAS DE LEVANA PRODUCIDAS ENZIMÁTICAMENTE

Salvador Guillen-Tinoco¹ Raymundo D. Valdez Echeverría² y Clarita Olvera-Carranza¹

1. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería Celular y Biotatálisis, Cuernavaca, Morelos, 62210.

2. Laboratorio Central, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

salvadorguiti@gmail.com

Palabras clave: nanobiotecnología, nanopartículas, fructanas, insulina.

Introducción. En la nanomedicina se utilizan nanoacarreadores como vehículos de protección, entrega y liberación de fármacos. Debido a su biocompatibles y biodegradables se ha propuesto la utilización de gliconanopartículas (GNPs) de fructanas (GNPs-Fs), polisacáridos de fructosa de tipo inulina [1] o levana [2], como sistema de entrega de moléculas. En nuestro grupo de investigación, se demostró que las GNPs-Fs impiden la proteólisis enzimática de proteínas de interés terapéutico [1], asimismo GNPs de levana (GNPs-L) actúan como inmunomoduladores, antiinflamatorios, y promotores de la proliferación celular [3]. Con el fin de mejorar la cicatrización en heridas crónicas, se implementó su uso como nanoacarreadores de insulina, una molécula conocida por su potencial regenerador de tejidos [4] logrando la encapsulación de esta hormona en las GNPs-L (GNPs-LIns) durante su síntesis enzimática [3]. En este trabajo se realizó un estudio del proceso de síntesis enzimática de las GNPs-LIns, así como una caracterización de este sistema para encapsular insulina. **Metodología.** La síntesis de GNPs-LIns se hizo utilizando la enzima SacBH243L y sacarosa como sustrato [5]. La cuantificación de levana se hizo mediante hidrólisis ácida acoplada con DNS. El diámetro hidrodinámico, el índice de polidispersión (IPD) y el potencial ζ se determinaron mediante dispersión de luz dinámica (DLS) y electroforética (ELS).

Resultados. La adición de 30 $\mu\text{g/ml}$ de insulina en la reacción de síntesis de GNPs-LIns redujo la concentración de GNPs-L en $\sim 5\%$ después de 24 h, obteniendo 18.3 ± 0.30 g/L de levana. La determinación del diámetro hidrodinámico por DLS a lo largo de la reacción mostró que las GNPs-LIns redujeron su diámetro en hasta un 24 % (35 nm) después de 24 h.

Tabla 1. Características de las de GNPs-L y GNPs-LIns después de 24 h de reacción (desviación estándar obtenida de una n = 3).

Característica	GNPs-L	GNPs-LIns
Peso molecular (kDa)	>2,300 [9]	>2,300 [9]
Diámetro hidrodinámico (nm)	111.9 \pm 0.70	114.6 \pm 0.65
Intervalo de distribución (nm)	86 \pm 155	88 \pm 163
índice de polidispersión (PDI)	0.05 \pm 0.01	0.08 \pm 0.02
Potencial ζ (mV)	-3.46 \pm 0.78	-4.66 \pm 0.66

En la Tabla 1, se muestra la caracterización de GNPs-L y GNPs-LIns. Como podemos observar no existen cambios drásticos entre ambas GNPs, a pesar de que las GNPs-LIns contienen insulina. Al analizar si el cambio en la concentración de insulina influye en la cantidad de proteína encapsulada, se determinó que la EE_{MAX} fue de $\sim 63\%$ al utilizar de 60 a 90 $\mu\text{g/ml}$ de insulina. Mientras que, la máxima cantidad de PE fue de 33.93 ± 1.85 μg al utilizar 80 $\mu\text{g/ml}$ de insulina, lo cual representó una CC_{MAX} de 3.24 ± 0.23 μg de proteína / mg de GNPs-LIns.

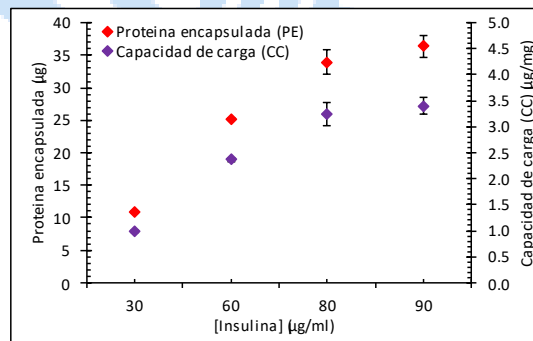


Fig. 2. Proteína encapsulada (PE) y Capacidad de carga (CC) de las GNPs-LIns después de 24 h al utilizar distintas concentraciones de insulina (desviación estándar obtenida de una n = 3).

Conclusiones. Las GNPs-LIns tienen una CC_{MAX} de 3.24 $\mu\text{g/mg}$ (~ 0.5 U de insulina/5 mg de levana), cantidad de insulina y de GNPs adecuada para promover la proliferación y migración celular, la regulación de la respuesta inflamatoria y por tanto el cierre de una herida crónica en modelos *in vitro* e *in vivo*. Por lo tanto, este sistema puede ser útil para continuar con los ensayos *in vitro* e *in vivo*, en modelos murinos sanos y con diabetes inducida.

Agradecimiento. Este proyecto fue financiado por el proyecto UNAM PAPIIT 216120 y por el CONACyT a través de la beca de maestría No. 1082186 (CVU).

Bibliografía.

- [1] Sarkar A., Ademuyiwa V., Stublely S., Esa N. H., Goycoolea F. M., Qin X., González F., y Olvera C. (2018). *Food Hydrocoll.* 84 (February): 282–291.
- [2] Sezer A. D., Kazak H., Öner E. T. y Akbuja J. (2011). *Carbohydr. Polym.* 84 (1): 358-363.
- [3] Valdez-Echeverría R. D. (2021). [Tesis de Maestría en Ciencias en Biotecnología, UPEMOR. Cuernavaca, Morelos, 80].
- [4] Lima, M. H. M. y otros, 2012. *PLoS ONE*, 7(5), p. 1–13.
- [5] Raga-Carbajal E. (2019). [Tesis de Doctorado en Ciencias, UNAM. Cuernavaca, Morelos, 173]. TESIUNAM.

Estudio de la síntesis de nanopartículas de fructanas y caracterización del conjugado NpL-ICG

Maura Jennifer Martínez Morales¹, Clarita Olvera Carranza¹, Leonor Pérez Martínez¹, Guadalupe Trinidad Zavala Padilla¹, Raymundo David Valdez Echeverría², Francisco M. Goycoolea³ ¹Instituto de Biotecnología, Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, UNAM, Cuernavaca, 62210, ²Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Departamento de Laboratorio Central, CDMX, 14080, ³University of Leeds, School of Food Science and Nutrition, Leeds, LS2 9JT maura.martinez@ibt.unam.mx

Palabras clave: fructanas, nanopartículas, encapsulación

Introducción. Las fructanas son biopolímeros compuestos por unidades de fructosa y se clasifican en levanas cuando presentan enlaces β(2-6) y en inulinas cuando su enlace es β(2,1) (1). Estos polímeros son ampliamente utilizados en la industria farmacéutica y cosmética como adyuvantes, antioxidantes y antiinflamatorios (2). En los últimos años se ha reportado que las fructanas de alto peso molecular (PAMP) se nanoestructuran y forman nanopartículas (Np) biodegradables y biocompatibles (3). Por lo tanto, se ha propuesto su uso como sistemas de liberación y entrega de fármacos (4). Así, el objetivo de este trabajo fue estudiar la producción de Np de levana (NpL) y caracterizar el conjugado NpL-ICG sintetizado enzimáticamente.

Metodología. La optimización del proceso de síntesis de NpL (OPSNpL) se realizó variando la concentración de sacarosa, enzima y analizando 2 tiempos. La caracterización de la morfología de las NpL y NpL-ICG se determinó por TEM y la caracterización fisicoquímica se evaluó por DLS. La encapsulación del verde de indocianina (ICG) (1 mg/ml) se realizó durante la síntesis enzimática y se determinó su liberación en condiciones fisiológicas por absorbancia a 780 nm.

Resultados. Analizamos 2 versiones truncadas de la levansacarosa LevS y se encontró que prolongando el tiempo y aumentando la concentración de sustrato y enzima hay un incremento en la cantidad de PAMP, sin embargo, la distribución de tamaños de las Nps se mantiene constante. De esta manera determinamos que la OPSNp corresponde a las condiciones marcadas en rojo en la Fig. 1.

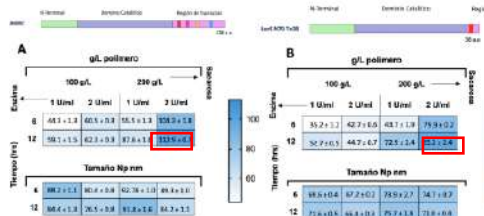


Fig. 1. Efecto de las condiciones de reacción en la síntesis de polímero y tamaño de nanopartícula de A) LevS ΔN85C y B) LevS N70 Tn38. Condiciones de reacción a 30°C, 300 rpm.

Por otro lado, se analizó la morfología de las NpL a las condiciones de síntesis optimizadas (Fig. 2) y encontramos que presentan una morfología esférica.

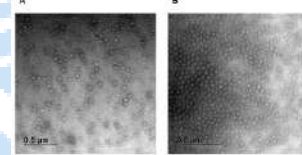


Fig. 2. Micrografías de nanopartículas de fructanas sintetizadas por reacción enzimática. A) LevS ΔN85C, B) LevS N70 Tn38. Posteriormente, se compararon las características de las Nps de fructanas y se seleccionó el sistema que presentaba un menor tamaño, PDI y mayor solubilidad para la síntesis del conjugado NpL-ICG, además, se consideró que LevS N70 Tn38 presenta la mayor eficiencia catalítica 27.6 mM⁻¹S⁻¹.

Tabla 1. Propiedades de las Np de levana e inulina (4).

Np del biocatalizador	Tamaño Np nm	Potencial Z mV	PDI	Solubilidad g/L	Número de Np/ml	Referencia
InAA	112 ± 5*	-0.55 ± 0.02	0.03	107.5 ± 6.31*	2.83 ± 0.2 × 10 ¹⁰ **	Hernández-Rodríguez, 2021
SacB H24BL	111.9 ± 0.70	-3.46 ± 0.78	0.04	25.11 ± 1.35	ND	Gullén-Tinoco, 2022
LevS ΔN85C	89.55 ± 1.08	-1.33 ± 0.17	0.086	133.3 ± 0.49	3.80 ± 0.21 × 10 ¹⁰	Presente trabajo*
LevS N70 Tn38	71.01 ± 0.44	-1.78 ± 0.22	0.04	328.33 ± 0.48	2.71 ± 0.36 × 10 ¹⁰	Presente trabajo*

El conjugado NpL-ICG presentó una capacidad de carga de 3.20 μg ICG/ mg de NpL, sus características fisicoquímicas fueron: 64 nm, PDI 0.02 y -1.44 mV. Respecto a la liberación de ICG, se encontró que el 90% de colorante se liberó en las primeras 6 horas.

Conclusiones. Demostramos que las NpL son capaces de encapsular y liberar ICG, de esta manera las NpL autoensambladas podrían ser utilizadas como sistema de liberación de fármacos.

Agradecimiento. El proyecto fue financiado por la UNAM mediante el programa DGAPA-PAPIIT proyecto IN216120, además del apoyo económico otorgado por el CONACyT a través de la beca No. 1146371 (CVU).

Bibliografía.

- French, A. D. (1988). Carbohydrate Research, 176(1), 17–29.
- Öner, E., Hernández, L. & Combie, J. (2016). Biotechnology Advances, 34(5): 827-844.
- Sezer, A., Kazak, S., Rayaman, E., Çevikbaş, A., Öner, E. & Akbuğa, J. (2017). Pharmaceutical Development and Technology, 22(5): 627–634.
- Jiménez-Sánchez, M., Pérez-Morales, R., Goycoolea, F., Mueller, M., Praznik, W., Loeppert, R., Bermúdez-Morales, V., Zavala-Padilla, G., Ayala, M. & Olvera, C. (2019). Carbohydrate Polymers, 215: 160-169.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área VIII. Biotecnología farmacéutica

VIIIIC02	LA SOBREEXPRESIÓN DE LOS FACTORES XBP1S Y C-MYC FAVORECE EL CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE CÉLULAS CHO RECOMBINANTES. Autores: Santiago Benavides-López, Mauricio A. Trujillo-Roldán, Claudia Altamirano, Norma A. Valdez-Cruz.	591
VIIIIC03	EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CULTIVO SOBRE LOS ATRIBUTOS CRÍTICOS DE CALIDAD DE UN ANTICUERPO MONOCLONAL PRODUCIDO EN CÉLULAS CHO. Autores: Alberto Porrás, Juan C. Arizmendi, Luiz De la fuente, Alfonso Gómez, Vanessa Hernández, Laura A. Palomares, Tonatiuh Ramírez.	592
VIIIIC04	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD CITOTÓXICA DE LOS BIOSURFACTANTES EN LA LÍNEA CELULAR DE CÁNCER DE MAMA MDA-MB-231. Autores: Carlos Amirr Barragan Vazquez, Ernesto Gutiérrez Rosas, Alex A. Gómez Saucedo, Aseneth Herrera Martínez, Fernando A. Solís Domínguez, Angélica López Izquierdo.	593
VIIIIC05	EXPRESIÓN DE PARTÍCULAS FILAMENTOSAS QUE EXPONEN PÉPTIDOS DE LA PROTEÍNA DE LA CÁPSIDE DEL CIRCOVIRUS PORCINO TIPO 2. Autores: Ana del Socorro Hernández Aviña, Abel Gutiérrez Ortega, Jorge Alberto Salazar González.	594
VIIIIC06	DESARROLLO DE UN BIOSENSOR GENÉTICO BASADO EN SISTEMAS CRISPR-CAS PARA LA DETECCIÓN DE TRYPANOSOMA CRUZI. Autores: Idalia García, Melissa Morales, Armando Hernández García.	595
VIIIIC07	EFECTO DE LA SECUENCIA DE PÉPTIDOS CARIOFÍLICOS Y TAMAÑO DE PLÁSMIDO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE NANOPARTÍCULAS A BASE DE QUITOSÁN PARA TERAPIA GÉNICA. Autores: Héctor Eduardo Coronado Contreras, Yareli Lizbeth Aguilar Castañeda, Karen Donají Olivo Escalante Abraham Méndez Albores, Alicia Del Real López, Samuel Álvarez Almazán, Susana Patricia Miranda Castro, María Eugenia Aranda Barradas.	596
VIIIIC08	EL LABORATORIO NACIONAL DE ANÁLISIS DE MOLÉCULAS Y MEDICAMENTOS BIOTECNOLÓGICOS (LAMMB) RETOS Y PERSPECTIVAS. Autores: Mabel Rodríguez, Arlene Calderón, Laura Palomares y Octavio Tonatiuh Ramírez.	597

VIIIC09	EVALUACIÓN DE LA EXPRESIÓN DE SNORNAS DE INTERÉS CLÍNICO EN DIFERENTES LÍNEAS CELULARES. Autores: María Fernanda Caballero Muñoz, Lilia Hernández Gasca, Rosana Pelayo Camacho, Juan Carlos Rodríguez Espinosa, Ma. del Rocío Baños Lara.	598
VIIIC10	ESTUDIO FARMACOCINÉTICO DE ANTIVENENO EN FORMATO DE CADENA SENCILLA (SCFV). Autores: Roberto Olivares Hernández, Lidia Riaño Umbarila, Baltazar Becerril, Alejandro Alagón Cano e Hilda Vázquez López.	599
VIIIC11	COMPUESTOS FRACCIONADOS DE LIPPIA GRAVEOLENS PROVENIENTES DEL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO CON CAPACIDAD DE ACCIÓN ANTI-BALAMUTHIA MANDRILLARIS. Autores: Luis A. Hurtado-Espinoza, Libia Z. Rodríguez-Anaya, Erick P. Gutiérrez-Grijalva, Dalia I. Sánchez-Machado, Jaime López-Cervantes, J. Reyes Gonzalez-Galaviz, Luis F. Lares-Jiménez, Fernando Lares-Villa.	600
VIIIC14	BACOPEL POTENCIA EL CRECIMIENTO DEL PELO EN RATONES C57BL/6 A TRAVÉS DE LOS FACTORES EGF Y FGF7 Y LA VÍA DE SEÑALIZACIÓN PI3K-AKT- CATENINA. Autores: Salvador Pérez Mora, Juan Ocampo López, María del Consuelo Gómez García, David Guillermo Pérez Ishiwara.	601
VIIIC16	DETECCIÓN DE EPÍTOPOS RESTRINGIDOS A LINFOCITOS TH DERIVADOS DEL FACTOR DE ELONGACIÓN-1 DE LEISHMANIA MEXICANA. Autores: Kenia López López, Vianney Francisco Ortiz Navarrete, Claudia del Rosario de León Sicairos, Evangelina Beltran López y Héctor Samuel López Moreno.	602
VIIIC17	ALFA GLUCANOS COMO COMPONENTE EN VACUNAS: ESTUDIO PRECLÍNICO DE LAS MICROPARTÍCULAS DE ALMIDÓN. Autores: Silvia Moreno-Mendieta, Daniel Guillén, Alejandra Barrera, Nathaly Vásquez, Sergio Sánchez, Dulce Mata, Rogelio Hernández-Pando, Romina Rodríguez-Sanoja.	603
VIIIC18	PRODUCCIÓN E INMUNOGENICIDAD DE PORINAS DE SALMONELLA TYPHI EN BIORREACTOR: HACIA LA PRODUCCIÓN DE UNA VACUNA ANTITIFOIDEA. Autores: Jessica Sánchez-Vargas, Tania Rivera-Hernández, Nestor D. Ortega-de la Rosa, Dariana Hernández-Olivares, Constantino López-Macías.	604
VIIIC19	RESCATE DE ENVENENAMIENTO, CON ANTIVENENO EN FORMATO DE CADENA SENCILLA (SCFV). Autores: Roberto Olivares Hernández, Lidia Riaño Umbarila, Baltazar Becerril, Alejandro Alagón Cano, Hilda Vázquez López.	605
VIIIC20	USO BIOMÉDICO TÓPICO Y PROFILÁCTICO DE EXTRACTOS DE (CBD) CANNABIDIOL, CON FINES ANALGESICOS LOCALES. Autores: Andrea Ledesma Ramírez, Diana García Melgar, Carolina Pantoja Álvarez, Karla Lizeth Karla Lizeth, Leticia Arguello Correa, Mario Javier Gutiérrez Fernández.	606
VIIIC21	POLIMORFISMOS GENÉTICOS RELACIONADOS EN EL DESARROLLO DE TRASTORNOS DE DEPRESIÓN Y ANSIEDAD EN ADULTOS JÓVENES. Autores: Juan Jamil Vázquez, Giovanna Mateo.	607
VIIIC22	MOLECULAR CLONING, EXPRESSION, AND PURIFICATION OF RECOMBINANT HUMAN PPARG IN ESCHERICHIA COLI. Autores: Dalila Balderas-Rentería, Sonia	608

Montero-Molina, Jorge Solís-Estrada, Verónica Almaguer-Cantú, Katiushka Arévalo-Niño, Xristo Zárate-Kalfopulos, Isaías Balderas-Rentería.

VIIIC24	EXPRESIÓN EN ESCHERICHIA COLI DE QUIMERAS RECOMBINANTES DE LA CHAGASINA DE TRYPANOSOMA CRUZI. Autores: Rosa E. Cárdenas-Guerra, Octavio Montes Flores, Claudia I. Flores-Pucheta, Gerardo Reséndiz-Cardiel, Rossana Arroyo, Jaime Ortega-López.	609
VIIIC26	CLONACIÓN Y EXPRESIÓN RECOMBINANTE DE LOS DOMINIOS EXTRACELULARES DE PD-1 Y PD-L1. Autores: Priscilla González, Evangelina Beltrán-López, Héctor Samuel López-Moreno.	610
VIIIC27	EXPRESIÓN DE SNORD82 EN PACIENTES CON LEUCEMIA LINFOBLÁSTICA AGUDA DE CÉLULAS B Y SU POSIBLE USO COMO BIOMARCADOR DIAGNÓSTICO. Autores: Lizeth Jocelyn Serna Villalobos, Miriam Carmina Suarez Aguirre, Juan Carlos Rodríguez, Espinosa y Ma. Del Rocío Baños Lara, Rosana Pelayo Camacho.	611
VIIIC28	CARACTERIZACIÓN DE MICROENCAPSULADOS DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE BETA VULGARIS CON UNA MATRIZ POLIMÉRICA DE MALTODEXTRINA Y GOMA ARÁBIGA. Autores: Edgar Cano Europa, Cristian Omar García Hernández, Roberto Campos Mendiola, Vanessa Blas-Valdivia, Margarita Franco-Colín, Daniel Tapia Maruri y Brenda Hildeliza Camacho Díaz.	612

LA SOBREENPRESIÓN DE LOS FACTORES XBP1s Y c-MYC FAVORECE EL CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE CÉLULAS CHO RECOMBINANTES

Santiago Benavides-López, Mauricio A. Trujillo-Roldán, Claudia Altamirano, Norma A. Valdez-Cruz

Instituto de Investigaciones Biomédicas - UNAM

Circuito, Exterior S/N, C.U., Coyoacán, 04510 Ciudad de México, CDMX

adrivaldez1@gmail.com

Palabras clave: Eritropoyetina, Células CHO, Factores transcripcionales.

Introducción. Las células de ovario de hámster chino (CHO) son el sistema de expresión eucariota preferido para la producción de glicoproteínas recombinantes (PR) como la eritropoyetina (EPO) [1]. La EPO humana recombinante (rhEPO) es una citocina que se emplea para el tratamiento de la anemia y de enfermedad renal crónica [2]. Las células CHO se emplean ampliamente para producir PR complejas, aunque sigue siendo un desafío maximizar la productividad sin afectar la calidad. Se ha reportado que la sobreexpresión de los factores transcripcionales XBP1s y c-MYC, es una estrategia para maximizar la productividad de rhEPO en células CHO [3]. XBP1s es un factor transcripcional que regula la respuesta a proteínas mal plegadas en el retículo endoplásmico (UPR) [4]. Por su parte, c-MYC es un regulador del ciclo celular y múltiples procesos metabólicos [5]. El presente trabajo tiene como objetivo la caracterización cinética de tres líneas celulares CHO productoras estables de rhEPO. Dos de las líneas han sido modificadas para sobreexpresar conjuntamente los factores XBP1s y c-MYC (CHO-XC1 y CHO-XC2). La tercera línea produce los factores transcripcionales sólo de forma endógena (CHO-Control).

Metodología. Las tres líneas celulares poseen linaje CHO-K1 y fueron transformadas de forma estable [3]. El cultivo celular se realizó por triplicado en frascos T25, medio CDM4CHO con 8 mM de glutamina, 37 °C, CO₂ 5 %, y agitación orbital a 60 rpm. En la cinética se midieron células viables, glucosa, glutamina, lactato y amonio [6]. La productividad de rhEPO de cada línea celular se determinó mediante una prueba de ELISA.

Resultados. Las líneas CHO-XC1 y CHO-XC2 muestran un incremento significativo en la biomasa máxima (X_{max}) y la velocidad específica de crecimiento (μ), respecto a la línea CHO-Control. La línea CHO-XC1 muestra el mayor incremento en la productividad específica de rhEPO (q_P), siendo 3.3 veces mayor que en la líneas control. No se presentan cambios significativos en el consumo específico de glucosa (q_{glu}) para las tres líneas celulares.

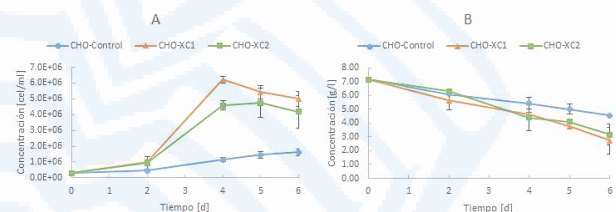


Fig. 1. Cinéticas de crecimiento y consumo de sustrato. A. Concentración de células viables. B. Concentración de glucosa.

Tabla 1. Parámetros cinéticos calculados para cada línea celular. Los superíndices (a, b, c) indican las diferencias estadísticas: si es igual no hay diferencias, si difiere hay diferencias significativas.

	CHO-Control	CHO-XC1	CHO-XC2
$X_{max} \left[\frac{10^6 cel}{mL} \right]$	1.63 ± 0.23 ^a	6.21 ± 0.21 ^b	5.05 ± 0.68 ^c
$\mu \left[\frac{1}{h} \right]$	0.019 ± 0.003 ^a	0.039 ± 0.003 ^b	0.035 ± 0.009 ^b
$q_{glu} \left[\frac{g}{10^6 cel} \cdot d \right]$	-0.91 ± 0.22 ^a	-0.40 ± 0.04 ^a	-0.57 ± 0.36 ^a
$q_{Lac} \left[\frac{g}{10^6 cel} \cdot d \right]$	0.64 ± 0.03 ^a	0.25 ± 0.01 ^b	0.22 ± 0.02 ^b
$rhEPO \left[\frac{\mu g}{mL} \right]$	0.66 ± 0.19 ^a	4.02 ± 1.38 ^b	1.35 ± 0.17 ^c
$q_{rhEPO} \left[\frac{pg}{cel} \cdot d \right]$	0.22 ± 0.04 ^a	0.73 ± 0.17 ^b	0.30 ± 0.10 ^a

Conclusiones. La sobreexpresión de los factores transcripcionales XBP1s y c-MYC en líneas celulares CHO productoras de rhEPO estable, favorece el crecimiento celular e incrementa la productividad específica, lo que permite alcanzar títulos hasta 6 veces mayores de rhEPO en cultivos en suspensión a escala de laboratorio.

Agradecimiento. Al Programa de Becas para Estudios de Posgrado de CONACYT: 1102922. Al Programa PAPIIT de la UNAM: IN210822.

Bibliografía.

[1] Walsh G., Walsh E. (2022) *Nat. Biotechnol.* 40(12): 1722-1760.
 [2] Jelkmann W. (2007) *Eur. J. Haematol.* 78(3): 183-205.
 [3] Latorre Y. et al. (2023) *Sci. Rep.* 13(1): 1-12.
 [4] So J. S. (2018) *Mol. Cells.* 41(8): 705-716.
 [5] Li B., Simon M. C. (2013) *Clin. Cancer Res.* 19(21): 5835-5841.
 [6] Pérez-Rodríguez et al. (2021) *ACS Omega.* 6(19): 12439-12458.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE CULTIVO SOBRE LOS ATRIBUTOS CRÍTICOS DE CALIDAD DE UN ANTICUERPO MONOCLONAL PRODUCIDO EN CÉLULAS CHO.

Alberto Porras, Juan C. Arizmendi, Luiz De la fuente, Alfonso Gómez, Vanessa Hernández, Laura A. Palomares, Tonatihu Ramírez. Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, Instituto de Biotecnología UNAM, México Av. Universidad No. 2001, Cuernavaca, Mor. México C.P. 62210. alberto.porras@ibt.unam.mx
Temperatura, AcM, CQAs

Introducción. Las células de ovario de hámster chino (CHO) son populares para la producción comercial de proteínas terapéuticas. Entre estas moléculas, los anticuerpos monoclonales (AcM) son los elementos de interés de más rápido crecimiento. Diversos trabajos han demostrado que la disminución de la temperatura de cultivo aumenta la productividad del anticuerpo, sin embargo, puede tener un impacto en los atributos críticos de calidad, como el perfil de N-glicosilación y las variantes de carga, que son resultado de modificaciones químicas y postraduccionales (1,2). El objetivo de este trabajo es determinar si la temperatura del cultivo de células CHO afecta la productividad y los atributos críticos de calidad (CQAs) de un anticuerpo monoclonal.

Metodología. Se cultivaron células CHO en matraz en modo lote alimentado, cambiando la temperatura una vez alcanzada una concentración celular mayor a 20x10⁶ células/mL. Las temperaturas utilizadas fueron 30, 31, 33 °C y utilizando como condición control 37 °C. El cultivo fue cosechado por centrifugación una vez alcanzada una viabilidad menor al 80 %. El sobrenadante fue purificado por cromatografía de afinidad a proteína A. La concentración de anticuerpo en el cultivo fue determinada por HPLC, las variantes de carga fueron analizadas por HPLC-WCX y las modificaciones químicas y postraduccionales fueron determinadas por un mapeo tróptico en UPLC acoplado a un detector de masas QDa.

Resultados. Un cambio en la temperatura del cultivo a 33 °C resulta en una producción de AcM (Tabla 1) mayor a 25 % comparado con la condición control, mientras que las otras condiciones reducen la producción.

Tabla 1. Concentración de anticuerpo normalizado a diferentes temperaturas

Temperatura	Concentración de anticuerpo producido normalizado ^a
30 °C	81 %
31 °C	89 %
33 °C	125 %

^a con respecto al cultivo control (37 °C)

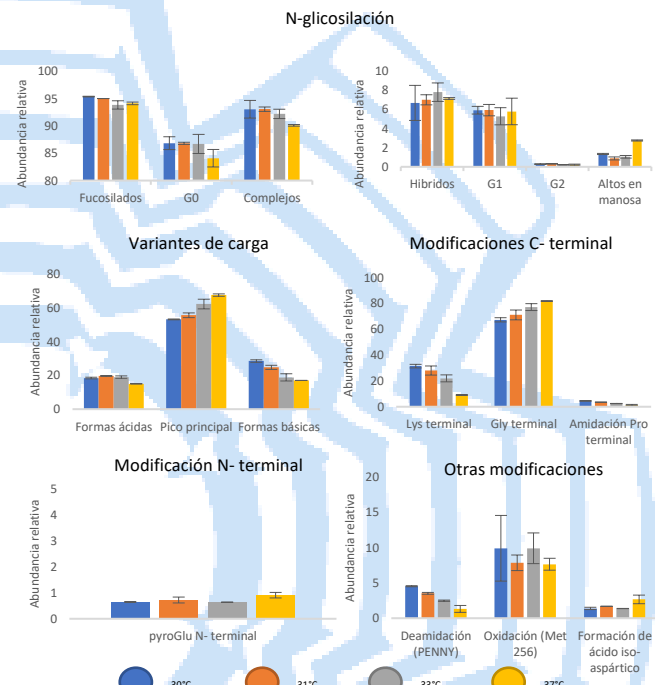


Fig. 1. Análisis de los CQAs del anticuerpo monoclonal producido a diferentes temperaturas de cultivo. Las barras de error son diferencia entre dos muestras.

No se encontró diferencia en el patrón de N-glicosilación en ninguna de las condiciones probadas. La principal diferencia se observa en las variantes de carga (variantes básicas), que son resultado de un aumento en el contenido de lisinas en el extremo C-terminal de la cadena pesada. Esta modificación no presenta un impacto en la eficacia del AcM.

Conclusiones. Un descenso en la temperatura del cultivo a 33 °C produce un aumento en la productividad sin afectar los CQAs del AcM.

Agradecimiento. Laboratorios Liomont SA de CV. DGAJ-DPI-070514-856.

Bibliografía

1. Kishishita, S., Nishikawa, T., Shinoda, Y., Nagashima, H., Okamoto, H., Takuma, S., & Aoyagi, H. (2015). Journal of Bioscience and Bioengineering, 119(6), 700–705.
2. Cao, M., Xu, W., Niu, B., Kabundi, I., Luo, H., Prophet, M., Wang, J. (2019). Journal of Pharmaceutical Sciences.

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD CITOTÓXICA DE LOS BIOSURFACTANTES EN LA LÍNEA CELULAR DE CÁNCER DE MAMA MDA-MB-231.

Carlos Amirr Barragan Vazquez, Ernesto Gutiérrez Rosas, Alex A. Gómez Saucedo, Aseneth Herrera Martínez, Fernando A. Solís Domínguez, Angélica López Izquierdo. Facultad de Ingeniería, Bioingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, 21280. carlos.amirr.barragan.vazquez@uabc.edu.mx.

Palabras clave: Cáncer de mama triple negativo, biosurfactantes, migración celular.

Introducción. El cáncer de mama triple negativo es uno de los cánceres más agresivos, debido a su alta tasa de metástasis. Éste tipo de cáncer se caracteriza porque carece de los receptores estrógeno (ER), progesterona (PR) y del receptor-2 encargado del crecimiento epidérmico humano (HER-2), que se han descrito en otros tipo de cáncer de mama.[1]. Los biosurfactantes (Bs) son metabolitos secundarios producidos por microorganismos en condiciones de estrés ambiental. Distintos estudios han demostrado que los biosurfactantes tienen efectos anticancerígenos. [2]. En este trabajo se presenta el efecto citotóxico de los Bs producidos por aislados microbianos recolectados de la región de Mexicali en la línea celular tumoral MDA-MB-231.

Metodología. La línea celular tumoral se cultivó con medio DMEM (10% SFB) a 37 °C 5% CO₂. Para el ensayo de conteo y migración celular, se probaron los Bs producidos por los aislados: S1, Q5, X2. Se evaluó la viabilidad celular por exclusión utilizando el azul de tripán.[3]. Se utilizó el ensayo de cierre de herida para evaluar la migración celular. Las pruebas se realizaron por triplicado en cultivos independientes. [3].

Resultados. Se evaluó la migración celular en condiciones control y en presencia de los Bs producidos por los aislados microbianos: S1, Q5 y X2 en la línea celular MDA-MB-231, asociada al cáncer de mama triple negativo. En la fig. 1, se muestran los resultados obtenidos por medio del ensayo de herida en condiciones control y en presencia de S1, en la cual se observa que el proceso de migración disminuye después de 24 y 48 horas de exposición al biosurfactante.

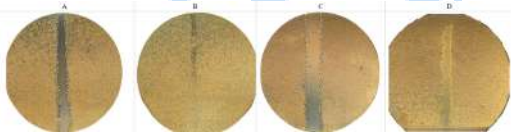


Fig. 1. Ensayo de herida en la línea celular MDA-MB-231. A) Control a las 0h. B) Control a las 24h. C) Biosurfactante S1 a las 0h. D) Biosurfactante S1 a las 24h.

El porcentaje de cierre de herida después de 24h de exposición a los distintos Bs se muestra en la fig. 2. En donde, la migración celular se vió afectada por el

biosurfactante S1, teniendo un porcentaje de cierre de 77.07 ± 8.22%, en comparación con el control a las 24h de exposición.

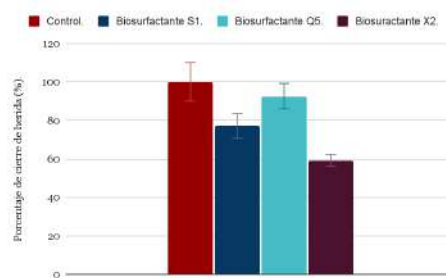


Fig. 2. Ensayo de herida. Comparación del porcentaje de cierre de herida en la línea celular MDA-MB-231 después de 24h de exposición a los biosurfactantes.

La viabilidad celular también se observó disminuida en las fases de crecimiento de la línea celular, en presencia del biosurfactante producido por el aislado S1, presentando una disminución significativa de células viables después de 96h.

Conclusiones. Los Bs producidos por los diferentes aislados microbianos estudiados, tienen distintos efectos sobre la línea celular tumoral MDA-MB-231. El biosurfactante producido por el aislado microbiano S1 tiene un efecto importante sobre la línea celular tumoral, disminuyendo procesos de migración y viabilidad celular.

Agradecimientos. Programa educativo de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería de UABC y estudiantes de servicio social. Apoyo del recurso de la convocatoria de cuerpos académicos-UABC.

Bibliografía.

1. Yin, L., Duan, J., Bian, X., & Yu, S. (2020). Triple-negative breast cancer molecular subtyping and treatment progress. *Breast Cancer Research*, 22(1).
2. Haque, F., Khan, M. S. A., & AlQurashi, N. (2021). ROS-Mediated Necrosis by Glycolipid Biosurfactants on Lung, Breast, and Skin Melanoma Cells. *Frontiers in oncology*, 11, 622470.
3. Callaghan, B., Twigg, M. S., Baccile, N., Van Bogaert, I. N. A., Marchant, R., Mitchell, C. A., & Banat, I. M. (2022). Microbial sophorolipids inhibit colorectal tumour cell growth in vitro and restore haematocrit in Apcmin^{+/+} mice. *Applied microbiology and biotechnology*, 106(18), 6003–6016.

EXPRESIÓN DE PARTÍCULAS FILAMENTOSAS QUE EXPONEN PÉPTIDOS DE LA PROTEÍNA DE LA CÁPSIDE DEL CIRCOVIRUS PORCINO TIPO 2

Ana del Socorro Hernández Aviña, Abel Gutiérrez Ortega, Jorge Alberto Salazar González, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco- Biotecnología Médica y Farmacéutica, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44270, anhernandez_al@ciatej.edu.mx

Palabras clave: Circovirus porcino tipo 2, andamio, expresión.

Introducción. El circovirus porcino tipo 2 (PCV2) es el agente causal de la enfermedad asociada al circovirus porcino (PCVAD) que incluye un conjunto de enfermedades que llevan al deterioro y muerte de los cerdos. Al ser un virus pequeño de ADN monocatenario, la frecuencia de mutación del PCV2 es muy elevada, lo que conduce a la aparición de nuevas variantes. En la actualidad, se han descrito ocho subgenotipos que incluyen PCV2a-PCV2h (1).

Se ha identificado una sola proteína estructural en PCV2 correspondiente a la proteína de su cápside y que contiene los principales determinantes antigénicos del virus (2). Entre estas regiones se encuentra el bucle EF (¹²⁸DDNFVTKATALTYDPY¹⁴³) con el que interactúa el anticuerpo monoclonal 3H11 que tiene la capacidad de neutralizar al virus, la secuencia ³³RHRYRWRRKN⁴² que desempeña un papel fundamental en la estabilización del ensamblaje de VLP de PCV2 (3) y la secuencia ubicada en la región carboxilo terminal de la proteína de la cápside, ²²³EFNFKDPPLNP²³³ que forma parte de un epítipo conformacional (4).

La proteína de la cápside del virus de la mancha anular de la papaya (PRSV) tiene propiedades atractivas para ser utilizada como andamio de presentación de secuencias externas. En un trabajo previo se reportó la expresión de partículas pseudovirales quiméricas filamentosas del PRSV en *E. coli* que contienen un fragmento de 10 aminoácidos de la proteína de la cápside de PCV2, las cuales indujeron una respuesta alta de inmunoglobulina G contra la secuencia externa en ratones BALB/c (5). Para facilitar la inserción de secuencias externas en el marco de lectura abierto de la proteína de la cápside del PRSV, se diseñó un plásmido destino (denominado pET28-PRSV-Flexi) y una metodología que utiliza la tecnología Golden Gate. El objetivo del trabajo es estudiar la expresión de partículas pseudovirales filamentosas del PRSV como andamios de presentación y estabilización de cuatro péptidos del PCV2.

Metodología. Se diseñaron e insertaron cuatro secuencias cortas de la proteína de la cápside del PCV2 pertenecientes a los subgenotipos a y b en el plásmido destino pET28-PRSV-Flexi mediante la

tecnología Golden Gate. Se transformaron células de *E. coli* con los productos de reacción y las nuevas construcciones se confirmaron mediante secuenciación y patrón de restricción. Los plásmidos construidos se movilizaron a la cepa expresante BL21 (DE3) de *E. coli* y la expresión de proteínas se indujo con IPTG (isopropil-β-D-1-tiogalactopiranosido) 1 mM en medio Luria- Bertani (LB) a 30°C durante 5 h. El análisis de la expresión de las proteínas se realizó mediante SDS-PAGE. Las partículas pseudovirales quiméricas se precipitaron a partir de los lisados bacterianos con polietilenglicol 8000 al 4% y se resolubilizaron en PBS pH 7.4 con y sin arginina a distintas concentraciones molares (100, 200, 500, 1000 y 2000 mM).

Resultados. Los resultados de secuenciación de los plásmidos construidos indicaron la inserción en fase de las secuencias externas de PCV2 en la proteína de la cápside del PRSV del plásmido destino. Los resultados de SDS- PAGE mostraron la expresión de las proteínas de interés que coincidieron con su peso teórico, de 35 kDa, aproximadamente. Por otro lado, todas las partículas quiméricas, con excepción de una, se resolubilizaron en PBS pH 7.4. Esta partícula se resolubilizó en PBS pH 7.4 y arginina 200 mM.

Conclusiones. El andamio de partículas pseudovirales filamentosas del PRSV permite la inserción de secuencias cortas de hasta 16 aminoácidos sin afectar su expresión.

Agradecimiento. Se agradece al COECYTJAL por el financiamiento a través del proyecto 9261-2021.

Bibliografía.

1. Mancera J, Smutzer M, Taylor L, Balasch M, Bandrick M. (2021). *Vaccines*. Vol. (9): 1-18.
2. Franzo G, Tinello S, Grassi L, Tucciarone C, Legnardi M, Cecchinato M, Dotto G, Mondin A, Martini M, Pasotto D, Menandro M, Drigo M. (2020). *Pathogens*. Vol. (9): 1-14.
3. Mo X, Li X, Yin B, Deng J, Tian K. (2019). *PLoS Pathogens*, Vol. 14(12): e1007801.
4. Shang S, Jin Y, Jiang X, Zhou J, Zhang X. (2009). *Molecular Immunology*, Vol (3): 327-334.
5. Aguilera B, Chávez G, Elizondo D, Jimenez M, Carrillo M. (2017). *Biotechnology and Applied Biochemistry*, Vol. (64): 406-414.

DESARROLLO DE UN BIOSENSOR GENÉTICO BASADO EN SISTEMAS CRISPR-Cas PARA LA DETECCIÓN DE *Trypanosoma cruzi*

Idalia García, Melissa Morales & Armando Hernández García. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Química, Departamento de Química de Biomacromoléculas, Laboratorio de Ingeniería Biomolecular y Bionanotecnología, Ciudad de México, C.P. 04510. igarcia9091@gmail.com

Palabras clave: CRISPR-Cas, Detección, Trypanosoma cruzi

Introducción. Se estima que hay 6 millones de personas infectadas con la Enfermedad de Chagas, causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, que pueden desarrollar insuficiencia cardíaca, megacolon y lesiones cutáneas[1]. Debido a su importancia, es necesario desarrollar nuevos métodos de diagnóstico molecular con una mayor sensibilidad, especificidad y se entregue en un menor tiempo los resultados al paciente en comparación con otras técnicas actualmente usadas. La técnica de CRISPR-Cas puede ser usada para ello. CRISPR-Cas reconoce e hidroliza la secuencia diana a través de un complejo ribonucleoproteico (RNP) compuesto por la proteína Cas12 y un RNA guía; posteriormente corta DNA de cadena sencilla de forma inespecífica, el cual se utiliza como sonda que emite fluorescencia al ser cortada[2,3] permitiendo identificar la presencia de una secuencia genética asociada al parásito. El objetivo del trabajo es desarrollar un biosensor genético basado en CRISPR-Cas acoplado a LAMP capaz de identificar secuencias específicas del parásito *Trypanosoma cruzi* para obtener un diagnóstico molecular rápido, sensible y específico.

Metodología. Diseño de Primers LAMP en software Primer Explorer y de gRNA software ChopChop para secuencia de DNA satélite y DNA minicírculos del cinetoplasto. Los primers y los gRNAs se sintetizaron comercialmente con IDT. La extracción de DNA genómico de *Trypanosoma cruzi* se hizo con el kit de extracción de ZymoBiomics DNA miniprep kit. La amplificación isotérmica del DNA blanco se llevó a cabo en un Termoblock a 65°C por 15 minutos, mientras que la reacción de detección con CRISPR-Cas se llevó a cabo a 37°C durante 20 min. La lectura de fluorescencia se realizó con el equipo Cytation.

Resultados.



Fig. 1. Esquema del sistema CRISPR-Cas acoplado a LAMP para la detección de *Trypanosoma cruzi*

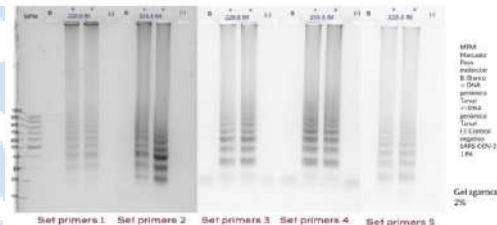


Fig. 2 Amplificación de DNA satélite mediante LAMP con set de primers diseñados, donde se observa que el set de primers 2 y 4 tiene una mayor intensidad las bandas de amplicones.

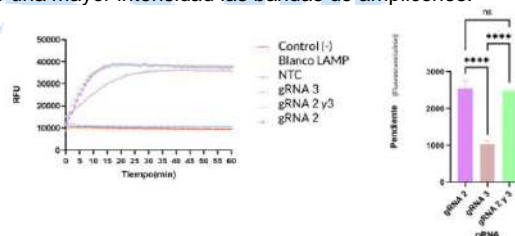


Fig. 3 Detección con sistema CRISPR-Cas de DNA satélite pre amplificado mediante LAMP con set de Primers alternativos set 4, donde se observa que el gRNA 2 tiene una mayor eficiencia de detección en menor tiempo con la mayor pendiente.

Conclusiones. Se implementó el sistema CRISPR-Cas acoplada a LAMP para la detección molecular de manera eficaz del DNA satélite de *Trypanosoma cruzi*.

Agradecimiento. Proyecto financiado por DGAPA-PAPIIT (IV200820) y por Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID)—Secretaría de Relaciones Exteriores Mexico (Proyectos COVID-19). Dra. Bertha Josefina Espinoza Gutiérrez del Instituto de Investigaciones Biomédicas por la donación de los parásitos. Beca CONACYT con número de apoyo:189038978932.

Bibliografía.

1. OPS-OMS(2014)Enfermedad de chagas. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedad-chagas>
2. Hernandez-Garcia, A., Morales-Moreno, M. D., Valdés-Galindo, E. G., Jimenez-Nieto, E. P., & Quezada, A. (2022). *Diagnostics*, 12(6), 1434.
3. Chen, J. S., Ma, E., Harrington, L. B., Da Costa, M., Tian, X., Palefsky, J. M., & Doudna, J. A. (2018). *Science*, 360(6387), 436-439.
4. Ordóñez, D., Fernández-Soto, P., Fernández-Martín, A. M., Crego-Vicente, B., Febrer-Sendra, B., Diego, J. G. B., ... & Patarroyo, M. A. (2020). *Disease markers*, 2020

EFFECTO DE LA SECUENCIA DE PÉPTIDOS CARIOFÍLICOS Y TAMAÑO DE PLÁSMIDO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE NANOPARTÍCULAS A BASE DE QUITOSÁN PARA TERAPIA GÉNICA

Héctor Eduardo Coronado Contreras¹, Yareli Lizbeth Aguilar Castañeda¹, Karen Donají Olivo Escalante¹, Abraham Méndez Albores¹, Alicia Del Real López², Samuel Álvarez Almazán¹, Susana Patricia Miranda Castro¹, María Eugenia Aranda Barradas¹

Universidad Nacional Autónoma de México. **1.** Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Cuautitlán Izcalli. 54740. **2.** Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada. Juriquilla. 76230. mariaeugeniaarandab@comunidad.unam.mx

Palabras clave: terapia génica, nanopartículas, péptido cariofílico

Introducción. A pesar de las ventajas que presentan los vectores no virales para la terapia génica, su principal desventaja es la baja a moderada eficiencia de transfección [1]. Para contribuir a superar esta desventaja, suelen emplearse estrategias que mimeticen los mecanismos de acción de los vectores virales. Uno de ellos es la incorporación de péptidos cariofílicos, lo que puede aumentar la probabilidad de la llegada del material genético al núcleo [2]. En el presente trabajo se reporta el efecto de la secuencia y longitud de dos péptidos cariofílicos y su interacción con tres plásmidos de diferentes tamaños pEGFP-N1 (4.7 kpb), pQBI25 (6.2 kpb) y pSELECT-zeo-HSV1tk (4.3 kpb) en las características físicas de nanopartículas (NPs) a base de quitosán.

Metodología. Las secuencias de los péptidos utilizados son las siguientes: CGGGPKKKRKVED (P1) y PAAKRVKLD (P2). Se determinaron las concentraciones y relaciones molares óptimas plásmido / péptido cariofílico / quitosán mediante ensayos de retardamiento electroforético para cada plásmido utilizando los criterios previamente establecidos [3]. Una vez ensambladas las nanopartículas, se determinó el tamaño e índice de polidispersión (IPd) por dispersión dinámica de luz, el potencial zeta (Pz) mediante movilidad electroforética acoplada a velocimetría láser Doppler y la morfología empleando microscopía electrónica de barrido (SEM).

Resultados. En la Tabla 1 se resumen los resultados de tamaño de partícula, Pz e IPd para las NPs.

Tabla 1. Valores de tamaño, Pz e IPd de las NPs control (NPc), con P1 y P2 para los tres diferentes plásmidos.

	pEGFP-N1			pQBI25			pHSVTK		
	T (nm)	Pz (mV)	IPd	T (nm)	Pz (mV)	IPd	T (nm)	Pz (mV)	IPd
NPc	217.9 ±18	19.6 ±1.2	0.11 ±0.04	327.6 ±29.2	16.5 ±2.8	0.14 ±0.07	353.4 ±60.3	13.8 ±3.6	0.32 ±0.21
NP P1	287 ±43.4	19.7 ±1.4	0.21 ±0.03	346 ±128.5	17.1 ±4.3	0.15 ±0.23	375.7 ±21.6	15.8 ±3.1	0.44 ±0.22
NP P2	220.7 ±43.4	20.8 ±1.4	0.08 ±0.03	262.2 ±0.6	16.6 ±1.3	0.10 ±0.12	321.1 ±80.2	16.4 ±2.5	0.5 ±0.4

De acuerdo con las pruebas *t* de Student, para comparar el efecto de la adición de P1 o P2 usando cada plásmido, las únicas diferencias significativas encontradas ($p > 0.05$) fueron en los tamaños de NPs control vs P1 y P1 vs P2 (pEGFP-N1) y control vs P2 (pQBI25). En la Fig. 1 se evidencia una morfología esférica de las NPs para todas las condiciones de acuerdo con el análisis por SEM.

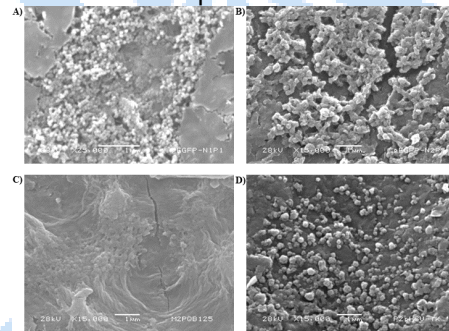


Fig. 1. Morfología de las nanopartículas A) pEGFP-N1 P1; B) pEGFP-N1 P2; C) pQBI25 P2; D) pHSVTK1 P2.

Conclusiones. El efecto de la incorporación de péptidos cariofílicos a las NPs de quitosán depende del tamaño del plásmido y de la longitud y secuencia de estos péptidos. Los resultados arrojados demostraron que este acoplamiento es factible y bajo ciertas condiciones no se alteran las características físicas óptimas de las NPs.

Agradecimiento. Los autores agradecen a la Secretaría de Posgrado e Investigación de la FES Cuautitlán UNAM por el apoyo otorgado a través del Programa Interno de Cátedras de Investigación, con Clave: C12217.

Bibliografía.

1. Sarvari, R., Nouri, M., Agbolaghi, S., Roshangar, L., Sadrghighi, A., Seifalian, A.M. & Keyhanvar, P. (2020). *Int. J. Polymer. Mat. & Polymer. Biomat.* 71(4):246-265.
2. Cartier, R., & Reszka, R. (2002). *Gene Ther.*, 9: 157-167.
3. Hernandez-Baltazar, D., Martinez-Fong, D., & Trudeau, L. E. (2012). *PLoS ONE*, 7(12): e51341.

EL LABORATORIO NACIONAL DE ANÁLISIS DE MOLÉCULAS Y MEDICAMENTOS BIOTECNOLÓGICOS (LAMMB) RETOS Y PERSPECTIVAS

Mabel Rodríguez, Arlene Calderón, Laura Palomares y Octavio Tonatiuh Ramírez.

Instituto de Biotecnología de la UNAM, Laboratorio LAMMB. Cuernavaca, Morelos, CP 62210.

operaciones@lammb.unam.mx.

Palabras clave: LAMMB, medicamentos, biotecnología

Introducción. La creciente demanda de productos biotecnológicos a nivel internacional ha conllevado a un aumento en la regulación de estos por parte de las autoridades sanitarias. Debido a lo anterior, se necesitan laboratorios con las capacidades científico-técnicas y de infraestructura habilitante altamente especializada para poder dar servicios de caracterización de productos recombinantes.

Metodología y Resultados. El Laboratorio de Análisis de Moléculas y Medicamentos Biotecnológicos (LAMMB) es un laboratorio fundado en 2015 con sede en el Instituto de Biotecnología de la UNAM, que cuenta con las capacidades analíticas para caracterizar proteínas de interés farmacéutico. En diciembre de 2022 el LAMMB obtuvo la Licencia Sanitaria por parte de la COFEPRIS como Laboratorio de pruebas Auxiliar en la Regulación Sanitaria para la caracterización biológica, química y físicoquímica de medicamentos biotecnológicos, lo que implica un alto compromiso con México. Adicionalmente, el LAMMB forma parte desde 2021 de la Red de Laboratorios del CEPI (Coalition for Epidemic Preparedness and Innovations) para apoyar en la evaluación de vacunas contra Sars-Cov-2 y otras enfermedades pandémicas (Figura 1). Una de las características distintivas del LAMMB es su auto-sustentabilidad, lo cual constituye un gran reto debido a la situación económica actual que enfrenta México y el mundo.

Conclusiones. Es de vital importancia que tanto empresarios como el sector gubernamental y la comunidad científica, conjunten esfuerzos para que laboratorios como el nuestro puedan proliferar en el país y así bajemos la barrera de entrada de medicamentos biotecnológicos en México, tan necesarios para combatir enfermedades crónicas y de alto impacto en la salud como la diabetes, cáncer y enfermedades autoinmunes. De no ser así, México quedaría rezagado en materia de biotecnología farmacéutica y estaríamos a merced de medicamentos importados y de la demanda internacional, situación que se vivió con total claridad durante la reciente pandemia.

Agradecimientos:

Apoyo recibido por parte de Laboratorios Nacionales de Conacyt

Bibliografía.

1. <https://www.webmd.com/breast-cancer/guide/her2-positive-breast-cancer-survival-rates>
2. <https://www.gob.mx/cofepris/documentos/listado-de-medicamentos-biotecnologicos-innovadores>
3. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/468862/Li-stado-de-Medicamentos-Biotecnologicos-Biocomparables-Versi-n-6-11-06-2019.pdf>
4. <https://www.mirusbio.com/blog/fda-approved-gene-cell-therapies>

Red Centralizada de Laboratorios de CEPI



Fig. 1. Representación de la red de laboratorios del CEPI a nivel mundial.

EVALUACIÓN DE LA EXPRESIÓN DE SNORNAS DE INTERÉS CLÍNICO EN DIFERENTES LÍNEAS CELULARES

María Fernanda Caballero Muñoz, Lillia Hernandez Gasca, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Facultad de Biotecnología, Puebla 72410; Juan Carlos Rodríguez Espinosa y Ma. del Rocío Baños Lara. Centro de Investigación Oncológica Una Nueva Esperanza - Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla 72197.
mariafernanda.caballero@upaep.edu.mx

Palabras clave: leucemia, snoRNAs, líneas celulares

Introducción. Los *small nucleolar RNAs* (snoRNAs) son un tipo de RNAs no codificantes de 60-300 nucleótidos, localizados en el nucléolo, cuya función es guiar al RNA ribosomal para la metilación y pseudouridilación postranscripcional (1). El papel de los snoRNAs en el establecimiento y progresión del cáncer ha sido poco estudiado, pero se sabe que ciertas mutaciones y modificaciones en la expresión de los snoRNAs están relacionadas con los procesos de tumorigénesis (2). En nuestro grupo de investigación, hemos determinado el perfil de expresión de snoRNAs en muestras de sangre periférica de pacientes con leucemia linfoblástica aguda (LLA) comparando con individuos sanos. La LLA es el cáncer de mayor prevalencia en las niñez en todo el mundo. Entre los principales resultados encontramos que scaRNA6, SNORD109A/B, SNORD113-9, SNORD114-1, SNORD116-11 y SNORD116-23 se expresan significativamente a la baja sobre todo en pacientes en recaída; por otra parte, SNORD44 y SNORD112, se observaron sobreexpresados considerando las muestras de pacientes con LLA en todas las etapas de tratamiento (3). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la expresión de snoRNAs de interés clínico en líneas celulares para posteriormente realizar diferentes ensayos que permitan elucidar su papel en la leucemogénesis.

Metodología. Se obtuvo RNA a partir de tres pases consecutivos de las diferentes líneas celulares, se sintetizó cDNA y posteriormente se analizó la expresión de 18 snoRNAs mediante RT-PCR. La expresión relativa se evaluó con el método 2dCt, utilizando U6 como gen endógeno.

Resultados. La expresión de 18 snoRNAs en líneas celulares se presenta en la Figura 1. Los snoRNAs de relevancia clínica se indican con una estrella (azul, regulados a la baja; rosa, regulados a la alta). En las líneas celulares de origen leucémico (Jurkat, NALM6, REH y RS4; 11) no se aprecian los snoRNAs encontrados regulados a la baja en muestras clínicas de LLA. En un intento de encontrar una línea celular

que expresara naturalmente los snoRNAs de relevancia clínica para poder silenciarlos, se evaluó su expresión en células de riñón de embrión y de carcinoma de pulmón (HEK-293 y A549), sin embargo, no se detectó expresión de los snoRNAs buscados. Por otra parte, en las líneas de origen leucémico, el scaRNA9, SNORD-55 y SNORD-110, se expresan en distintos niveles dependiendo de la línea celular.

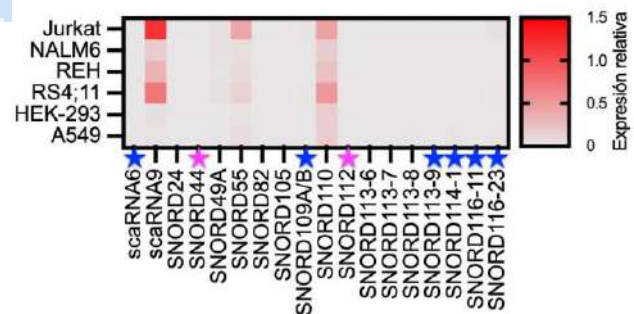


Fig. 1. Expresión de 18 snornas de relevancia clínica evaluados por RTq-PCR. Se muestra el promedio de las determinaciones de tres pases independientes. Las estrellas representan los snoRNAs encontrados a la baja (azul) o a la alta (rosa) en muestras clínicas de sangre periférica de pacientes con LLA.

Conclusiones. Cualquiera de las líneas celulares de origen leucémico puede utilizarse como modelo para la expresión exógena de los snoRNAs de relevancia clínica. Sin embargo ninguna línea celular evaluada hasta ahora podría utilizarse como modelo para el silenciamiento de los snoRNAs de interés clínico.

Agradecimiento. Proyecto financiado por Conacyt, FORDECYT-PRONACES proyecto 303083, y por el fondo de Investigación de la UPAEP, 2021-2023.

Bibliografía.

1. Taft RJ, Pang KC, Mercer TR, Dinger M, Mattick JS. (2010) Non-coding RNAs: regulators of disease. *J Pathol.*;220(2):126-39. pp 862-864.
2. Taulli R, Pandolfi PP. (2012) Snorkeling for missing players in cancer. *J Clin Invest.*;122(8):2765-8. p 2776.
3. Hernández L. (2023), Tesis de Doctorado en Biotecnología. Perfil de expresión de snoRNAs en muestras de pacientes con leucemia linfoblástica aguda. Puebla Pue., UPAEP. pp 104-120.

ESTUDIO FARMACOCINÉTICO DE ANTIVENENO EN FORMATO DE CADENA SENCILLA (scFv).

Roberto Olivares Hernández¹, Lidia Riaño Umbarila²⁻³, Baltazar Becerril³, Alejandro Alagón Cano³, e Hilda Vázquez López³

¹ Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México, 05348, México. ² Investigadora por México, CONACyT. Instituto de Biotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México. ³ Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, Instituto de Biotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Universidad 2001, Colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos 62210, México. hilda.vazquez@ibt.unam.mx.

Palabras clave: farmacocinéticas, antiveneno, scFv,

Introducción. Los antivenenos de cadena sencilla son una alternativa a los antivenenos actuales; los scFv se encuentran entre los fragmentos de anticuerpos funcionales más pequeños necesarios para la unión a su antígeno. Con la finalidad de tener una visión integral que permita entender las cinéticas de los scFv y su utilidad práctica en el tratamiento del envenenamiento por picadura de alacrán, se pretende obtener la farmacocinética del antiveneno experimental en formato scFv dirigido a la neutralización de veneno de alacranes mexicanos (Riaño-Umbarilla et al 2021). Obtener la farmacocinética del antiveneno experimental en formato scFv en borregos.

Metodología. Para la farmacocinética, se utilizaron 3 borregos con un peso entre 50-62 kg. Se les administró una dosis única de scFv (2 mg) y se tomaron muestras de sangre en intervalos de tiempo definidos. El scFv en sangre se cuantificó utilizando un ELISA cuantitativo y con los valores de cuantificación se planteó un modelamiento matemático para el análisis de datos cinéticos.

Resultados.

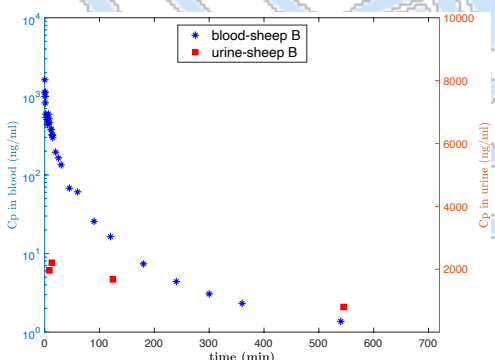


Fig. 1. Cuantificación de scFv en sangre y orina borrego B. La absisa es tiempo en min, las ordenadas (der) son la concentración de scFv LR (ng/mL) y las ordenadas (izq)es la concentración (ng/ml) of scFv LR en orina.

Se cuantificaron los scFv y utilizando los valores de cuantificación en sangre, y adicionalmente, se colectaron muestras de orina, en las que se logró cuantificar scFv, lo cual demuestra que estos son eliminados por renal (Fig 1), los resultados cinéticos de dicho modelado muestran la rápida absorción del scFv (Tabla 1), una rápida distribución a los tejidos y un tiempo de residencia relativamente corto comparado con los previamente publicados para otros formatos de antivenenos (Vázquez et al 2005).

Tabla 1. Parámetros farmacocinéticos de scFv en borregos de este trabajo vs. F(ab')₂ in humanos previamente reportados.

Parametro	Borregos scFv	Humanos (Fab') ₂	Unidad
C_{p0}	2.156 (0.675)	16.3 (13.3- 24.9)	µg/mL
V_p	1.004 (0.273)	3.1 (2.3-4.3)	L
$t_{med,1}$	0.0047 (0.0030)	0.25 (0.13-0.37)	h
$t_{med,2}$	0.1859 (0.0417)	3.3 (2.2-4.8)	h
$t_{med,3}$	1.3595 (0.1061)	14.2 (10.7-17.7)	h
MRT	0.7625 (0.008)	250 (218.8-310.2)	h
CL	6858.77 (856.22)	96.6 (58-139.2)	mL/h

Conclusiones. El scFv LR es una molécula de rápida distribución y eliminación por vía renal, nuestros resultados junto a los resultados de efectividad contra la toxina Cn2 en ratones son un precedente para considerar esta molécula como un antiveneno con potencial uso terapéutico.

Agradecimiento. CONACyT 303045.

Bibliografía.

Vázquez, H., Chávez-Haro, A., García-Ubbelohde, W., Mancilla-Nava, R., Paniagua-Solís, J., Alagón, A., & Sevcik, C. (2005). Pharmacokinetics of a F(ab')₂ scorpion antivenom in healthy human volunteers. *Toxicon*, 46(7), 797–805.
 Riaño-Umbarila, L., Romero-Moreno, J. A., Ledezma-Candanoza, L. M., Olamendi-Portugal, T., Possani, L. D., & Becerril, B. (2021). Full Neutralization of Centruroides sculpturatus Scorpion Venom by Combining Two Human Antibody Fragments. *Toxins*, 13(10), 708.

COMPUESTOS FRACCIONADOS DE *Lippia graveolens* CON ACCIÓN ANTI-*Balamuthia mandrillaris*.

Luis A. Hurtado-Espinoza¹, Libia Z. Rodriguez-Anaya², Erick P. Gutiérrez-Grijalva³, Dalia I. Sánchez-Machado¹, Jaime López-Cervantes¹, J. Reyes Gonzalez-Galaviz², Luis F. Lares-Jiménez¹, Fernando Lares-Villa¹, ¹Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, 85000. ²CONACYT-Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, 85000. ³CONACYT-CIAD Culiacán, Sinaloa, 80110. email: luis.hurtado242239@potros.itson.edu.mx

Palabras clave: Balamuthia mandrillaris, Lippia graveolens, antimicrobiano

Introducción. *Balamuthia mandrillaris* es una amiba de vida libre, aislada en suelo y cuerpos de agua dulce. La importancia del estudio de este microorganismo radica en su capacidad de causar infecciones en individuos inmunocompetentes e inmunocomprometidos [1]. La tasa de mortalidad de *B. mandrillaris* en humanos ronda el 98% [2], debido a factores como la falta de tratamiento específico para la infección por este patógeno, los diagnósticos erróneos y la compresión incompleta de su patogenia. El objetivo de esta investigación fue evaluar la acción de compuestos fraccionados del orégano mexicano *Lippia graveolens* con capacidad de afectar el metabolismo de *B. mandrillaris* para establecer una base en la elaboración de un tratamiento dirigido.

Metodología. Se utilizó una técnica de maceración para la muestra de orégano recolectada en Durango, México, a temperatura ambiente, con solventes etanol y cloroformo, en relación 1:50 [3]. Se fraccionaron los compuestos de la muestra con el uso de tres solventes, obteniendo fracción 1 (extracto puro), fracción 2 (H₂O destilada) y fracción 3 (C₂H₆O al 50%) para posterior estudio cromatográfico. En pruebas antimicrobianas, se inició con conteo celular en cámara de Neubauer realizando diluciones seriadas de las fracciones (F1, F2 y F3). Cada fracción se agregó en relación 1:1 amiba/fracción en microplaca, al transcurrir 96 horas se agregó resazurina para leer en espectrofotómetro a 490 nm cada hora, con un total de 4 lecturas. Por otro lado, se analizó la citotoxicidad de las fracciones en células fibroblastos ATCC NIH3T3 CRL-1658, con la técnica LDH [4], mediante el kit LDH CyQUANT utilizando 10,000 células por pocillo en microplaca, y leyendo en espectrofotómetro a 490 nm.

Resultados. De acuerdo con la Tabla 1, la mayor actividad inhibitoria contra *B. mandrillaris*, corresponde a F2 etanol (11.11 µL/mL). Se ha reportado en *L. graveolens* compuestos como naringenina y quercetina que pudieran ser los responsables de esta actividad.

Tabla 1. IC₅₀ de concentración inhibitoria para *Balamuthia* de cada fracción de *L. graveolens* obtenidas con dos solventes.

1 hora (cloroformo)		4 horas (cloroformo)	
Tratamiento	IC ₅₀ (µL/mL)	Tratamiento	IC ₅₀ (µL/mL)
F1	57.62	F1	71.17
F2	18.81	F2	33.76
F3	47.18	F3	72.32
1 hora (etanol)		4 horas (etanol)	
Tratamiento	IC ₅₀ (µL/mL)	Tratamiento	IC ₅₀ (µL/mL)
F1	46.02	F1	27.38
F2	27.60	F2	11.11
F3	18.23	F3	20.29

Interesantemente, los % de citotoxicidad más elevados pertenecen a la F2 etanol (Fig.1) sin embargo, estos se encuentran dentro del rango permisible.

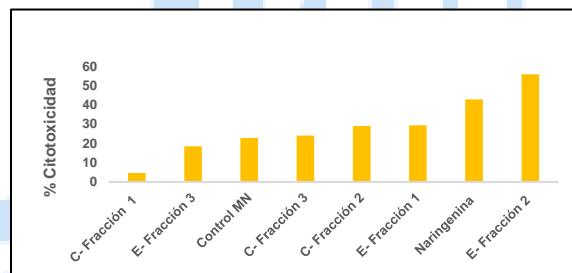


Fig. 1. Promedios de citotoxicidad de fracciones de *L. graveolens* C = cloroformo, E = etanol, MN = muerte natural

Conclusiones. Se comprueba que *L. graveolens* presenta compuestos con acción anti-*Balamuthia*. La F2 etanol resultó la más eficaz para afectar a *B. mandrillaris*.

Agradecimiento. Ciencia de Frontera #840834.

Bibliografía.

- Siddiqui, R., Mungroo, M. R., Anuar, T. S., Alharbi, A. M., Alfahemi, H., Elmoselhi, A. B., & Khan, N. A. (2022). *Antibiotics*, 11(6), 749. MDPI AG
- Hara, T., Yagita, K., & Sugita, Y. (2019). *Neuropathology*, 39(4), 251-258
- Lezoul, N. E., Belkadi, M., Habibi, F., & Guillén, F. (2020). *Molecules*, 25(20), 4672
- Orchel, A., Jelonek, K., Kasperczyk, J., Dobrzynski, P., Marcinkowski, A., Pamula, E., Kulczycka, A. (2013). *BioMed Research International*, 2013, 176946.

Bacopel potencia el crecimiento del pelo en ratones C57BL/6 a través de los factores EGF y FGF7 y la vía de señalización PI3K-AKT-β catenina

Salvador Pérez Mora¹, Juan Ocampo López², María del Consuelo Gómez García¹, David Guillermo Pérez Ishiwara¹.

¹Laboratorio de Biomedicina Molecular I, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Instituto Politécnico Nacional, ciudad de México, CP 07320, México y ²Laboratorio de histología e histopatología, Universidad Autónoma de estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, CP 43670, México

Responsable: chava_1025@hotmail.com

Palabras clave: Alopecia, Bacopel, Crecimiento capilar.

Introducción. El crecimiento del pelo consta de cuatro fases: crecimiento (anágena), regresión (catágena), reposo (telógena) y desprendimiento (exógena) (1). Su alteración puede causar alopecia (2). La alopecia afecta alrededor del 50% de los hombres y el 30% de las mujeres a nivel mundial. Actualmente, el Minoxidil y la finasterida son los únicos tratamientos aprobados por la FDA para esta patología, sin embargo, presentan efectos secundarios adversos (3).

Por este motivo, nuestro objetivo fue obtener una formulación farmacéutica nanofuncionalizada con partículas de oro (Bacopel) para potenciar el crecimiento del pelo.

Metodología. Ratones C57BL/6 fueron depilados del dorso y cabeza, recibieron aplicaciones tópicas de Bacopel durante 30 días. Se utilizó minoxidil como control positivo y vehículo como control negativo. Se evaluó el crecimiento del pelo macroscópicamente, a nivel histológico y molecular.

Resultados. Después de la aplicación tópica de Bacopel durante 15 días en el dorso y la cabeza de los ratones, se observó un aumento significativo en la pigmentación y el crecimiento del cabello en comparación con los otros grupos. A nivel histológico, se encontró que Bacopel aceleró las fases del ciclo del folículo piloso, incrementó el número de folículos, la longitud y el diámetro del pelo, y produjo un engrosamiento superior de la epidermis e hipodermis. El análisis molecular demostró que Bacopel aumentó la expresión del factor de crecimiento epidérmico (EGF) y fibroblástico 7 (FGF7), lo que activa la vía de señalización PI3K-AKT-β-catenina, así como proteínas importantes en el ciclo celular, como PCNA, KI-67, ciclina D1 y ciclina E.

Conclusión. Bacopel estimuló el crecimiento del cabello al regular la expresión de EGF y FGF7, la vía de señalización PI3K-AKT-β-catenina y proteínas clave en el ciclo celular. Los resultados obtenidos sugieren que Bacopel podría ser una alternativa terapéutica

prometedora para estimular el crecimiento del cabello en humanos.

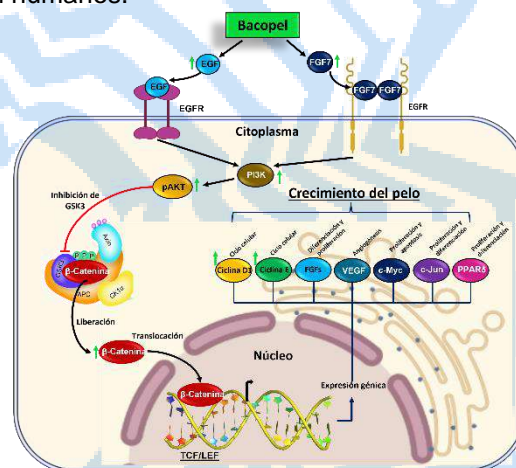


Fig. 1. Bacopel modula la expresión de factores de crecimiento EGF y FGF7, que activan la vía de señalización PI3K-AKT-β-catenina, lo que regula la transcripción de genes relacionados con el ciclo celular y el crecimiento del pelo. Bacopel aumentó la expresión de proteínas clave (flechas verdes) en dorso y cabeza de ratones tras 15 días de aplicación, lo que sugiere su potencial terapéutico para estimular el crecimiento del cabello.

Agradecimiento. Al CONACYT por su valioso apoyo con la beca de posgrado otorgada. Asimismo, al IPN por su apoyo económico en la convocatoria de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación. Ambos apoyos fueron fundamentales para lograr el éxito de este proyecto. También agradezco al D en C. Rodolfo Ocadiz del CINVESTAV, Zacatenco, por proporcionarme los ratones C57BL/6.

Referencias

1. Park, A. M., Khan, S., & Rawnsley, J. (2018). Hair Biology: Growth and Pigmentation. In Facial Plastic Surgery Clinics of North America (Vol. 26, Issue 4). <https://doi.org/10.1016/j.fsc.2018.06.003>
2. Piérard-Franchimont, C., & Piérard, G. E. (2013). Alterations in hair follicle dynamics in women. In BioMed Research International (Vol. 2013). <https://doi.org/10.1155/2013/957432>
3. Ateeq, S. S. (2015). A New Topical Formulation of Minoxidil and Finasteride Improves Hair Growth in Men with Androgenetic Alopecia. Journal of Clinical & Experimental Dermatology Research, 06(01). <https://doi.org/10.4172/2155-9554.1000253>

DETECCIÓN DE EPITOPOS RESTRINGIDOS A LINFOCITOS TH DERIVADOS DEL FACTOR DE ELONGACIÓN-1 α DE *LEISHMANIA MEXICANA*

Kenia López López, Vianney Francisco Ortiz Navarrete, Claudia del Rosario de León Sicairos, Evangelina Beltran López y Héctor Samuel López Moreno. Red Temática BB y CAEC BB UAS-264, Posgrado en Biotecnología y C. Biomédicas, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Culiacán, Sinaloa, CP. 80010, e-mail: kenia.lopez@uas.edu.mx

Palabras claves: Leishmania mexicana, Factor de elongación-1 α , epitopo.

Introducción. La leishmaniasis comprende un grupo de enfermedades causadas por el parásito *Leishmania* (L.). Se distinguen tres formas clínicas: Visceral (LV), Mucocutánea (LM) y Cutánea (LC) (1); esta última es causada por *L. mexicana* en 18 estados endémicos de México. Nuestro grupo de investigación reportó 5 antígenos de *L. mexicana* reactivos al suero de pacientes con diagnóstico de LC (2). El antígeno más prominente, p29, fue identificado como el Factor de Elongación-1alfa (EF-1 α), designado como EFLm. Aún se desconoce su participación en la relación hospedero-parásito; sin embargo, en la LV causada por *L. donovani*, su molécula homóloga (EFLd) ha mostrado una función no canónica como factor de virulencia, interrumpiendo el mecanismo efector leishmanicida en macrófagos, activando a SHP-1 que apaga la vía de señalización JAK/STAT, inhibe la generación de ON e incrementa la sobrevivencia intracelular de *Leishmania* (3), estos sugiere a EFLm como potencial diana farmacológica, por ello la relevancia de estudiar la inmunobiología mediada por EFLm en la LC y analizar perfiles de citocinas Th relacionadas con mecanismos protectores o permisivos en la leishmaniasis (4).

En este contexto, nuestro objetivo fue detectar epitopos restringidos a linfocitos Th derivados del rEFLm.

Metodología. Se produjo la proteína recombinante de EFLm (rEFLm), fusionada al dominio H6-tag y purificada por cromatografía afín a metales. Ratones Balb/c se inmunizaron con rEFLm y se evaluaron los niveles de IgG específica por ELISA como sensor de activación indirecta Th. La respuesta específica se determinó por ensayo de linfoproliferación CFSE, utilizando linfocitos T CD4⁺ purificados en columna magnética, marcador de activación CD44-PerCP y macrófagos RAW264.7 como APC. Los epitopos de rEFLm restringidos a I-A^d se predijeron con base en 4 sitios de anclaje: 1 (degenerado), 4 (alifático), 6 (A), 9 (A/S) y confirmados *in silico* (5). Ratones Balb/c se inmunizaron con el epitopo sintético y se evaluó la respuesta específica Th mediante ensayo de linfoproliferación CFSE. Este epitopo se utilizó como candidato vacunal en la LC experimental desafiando

ratones Balb/c con 1x10⁷ promastigotes de *L. mexicana*. A las 4 semanas después de la infección, se realizó el análisis histopatológico, se evaluó la respuesta Th mediante ensayos de linfoproliferación CFSE y se determinó el perfil de citocinas Th evocado.

Resultados. rEFLm se visualizó por SDS-PAGE 12%, evidenciando una banda de \approx 63 kDa consistente a la proteína de fusión. Los niveles de IgG específicos anti-rEFLm aumentaron 10 veces en comparación con el control negativo y los ratones preinmunes. La predicción mostró 2 posibles epitopos, solo uno podría sintetizarse por restricciones químicas. Nuestro epitopo restringido I-A^d fue diseñado como EFp434: SSGGKVTKAATKAACK. Por análisis *in silico*, obtuvimos un rango de percentil bajo (\approx 2%), lo que sugiere una mayor afinidad de unión por I-A^d. La linfoproliferación específica se evidenció en ratones inmunizados con rEFLm y EFp434. En la LC experimental, también observamos una respuesta linfoproliferativa Th mejorada y un perfil protector de citocinas Th1 (IFN- γ , IL-2 e IL-6), lo que sugiere un análisis más detallado como candidato a vacuna.

Conclusiones. rEFLm es una herramienta biotecnológica que evoca respuestas inmunes humorales y celulares. El epitopo EFp434 predicho también evoca una potente respuesta protectora Th, que puede estar involucrada en la posible resolución de LC experimental. Sin embargo, se requiere un estudio más detallado para proponerlo como vacuna.

Agradecimiento. A CONACYT CB-2014 #240185 por el financiamiento otorgado para este proyecto.

Bibliografía.

- Ochoa-Díaz Y, López-Moreno C, Rendón-Maldonado J, López-Moreno H. (2011). Vector Borne Zoonotic Dis. 12 (1): 78-80.
- Salazar-Mejía P, Tejada-Aguirre C, López-Moreno H. (2010). Salud Pública Mex. 52 (2): 165-169.
- Nandan D, Cherkasov A, Sabouti R, Yi T, Reiner N. (2003). Biochem Biophys Res Commun. 302 (4): 646-652.
- Hezarjaribi HZ, Ghaffarifar F, Dalimi A, Sharifi Z, Jorjani O. (2013). Exp Parasitol. 134 (1) 341-348.
- López-Moreno HS, Correa D, Lacleste JP, Ortiz-Navarrete VF. (2003). Parasite Immunol. 25 (1): 513-516.

ALFA GLUCANOS COMO COMPONENTE EN VACUNAS: ESTUDIO PRECLÍNICO DE LAS MICROPARTÍCULAS DE ALMIDÓN

Silvia Moreno-Mendieta^a, Daniel Guillén^b, Alejandra Barrera^b, Nathaly Vásquez^b, Sergio Sánchez^b, Dulce Mata, Rogelio Hernández-Pando^c, Romina Rodríguez-Sanoja^b

^a CONACyT-IIBo-UNAM, CDMX, C.P 04510, ^b Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM, CDMX, C.P 04510, ^c INCMNSZ, Vasco de Quiroga 15, Tlalpan, CDMX
moreno.sa@iibiomedicas.unam.mx, romina@iibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: alfa glucanos, micropartículas, vacunas mucosales

Introducción. Los α -glucanos están presentes en prácticamente todos los dominios de la vida. Estos polisacáridos de glucosas unidas por enlaces α -1,4 y ramificaciones α -1,6 forman los carbohidratos de almacenamiento más importantes. Probablemente sea por esta razón que generalmente no se consideran moléculas bioactivas como los β -glucanos. Sin embargo, muchos α -glucanos juegan papeles importantes como factores de virulencia y moduladores de la respuesta inmune, lo que ha despertado el interés en estas moléculas, como componente para la formulación de vacunas (1). En este trabajo se presentan los estudios en fase preclínica de investigación que se han llevado a cabo en los últimos años para describir el papel de micropartículas de almidón crudo (MPAs) como acarreador de antígenos, inmunoestimulante y adyuvante de vacunas mucosales (2).

Metodología



las MPAs les permiten alcanzar los sitios inductores de respuesta inmune en el MALT (7). Además las MPAs no muestran efectos citotóxicos sobre las líneas evaluadas y son eficientemente fagocitadas por macrófagos promoviendo su activación.

Inmunogenicidad. Los antígenos inmovilizados en las MPAs y administrados por las vías oral y nasal, inducen respuestas antigénicas específicas. Así mismo, se observó que es posible modular la respuesta inmune en función de la ruta y el esquema de administración (3, 4).

Protección. Las MPAs con y sin antígeno, utilizadas como refuerzo a la vacunación BCG o administradas como adyuvante de BCG, aumentaron la eficacia protectora de la vacuna, aumentando supervivencia, disminuyendo la carga bacilar en pulmón y la neumonía, después del reto con Mycobacterium tuberculosis (5, 6).

Conclusiones. Las MPAs tienen las propiedades y el nivel de seguridad necesarios para su uso como componente en vacunas mucosales. Tienen la capacidad para llegar a los sitios inductores de la respuesta inmune en mucosa, despertar respuesta antigénica específica y modular dicha respuesta, por lo que pueden usarse bien para reforzar inmunidad preexistente o bien como adyuvante. Se continúa la investigación para describir los mecanismos que subyacen su actividad y transferir su uso racional en vacunas de uso humano y veterinario.

Agradecimiento. UNAM-DGAPA (IN209316, IN216419); CONACyT CB A1-S-14446, CB A1-S-9849)

Bibliografía.

1. Romero et al. Int. J. Med. Microbiol. (2019) 151328
2. Rodríguez Sanoja et al., Patentes 347183; 386193
3. Guillén et al. Carbohydrate Polymers 112 (2014) 210–215
4. Moreno-Mendieta et al. International Journal of Pharmaceutics 474 (2014) 241–248
5. Moreno-Mendieta et al. Vaccine 35 (2017) 5123–5130
6. Moreno-Mendieta et al. Vaccine 37 (2019) 5731–5737
7. Vásquez-Martínez et al. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 187 (2023) 96–1068.

Resultados

Caracterización del sistema. Las propiedades fisicoquímicas, mucoadhesivas y mucopentrantes de

PRODUCCIÓN E INMUNOGENICIDAD DE PORINAS DE *Salmonella Typhi* EN BIORREACTOR: HACIA LA PRODUCCIÓN DE UNA VACUNA ANTITIFOIDEA

Jessica Sánchez-Vargas, Tania Rivera-Hernández, Nestor D. Ortega-de la Rosa, Dariana

Hernández-Olivares, Constantino López-Macías. Unidad de Investigación Médica en Inmunoquímica, UMAE Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS,

Ciudad de México, 06720. jessica.sanchezvarg@gmail.com

Palabras clave: *Salmonella Typhi*, vacuna antitifoidea, porinas

Introducción. Las infecciones por *Salmonella Typhi* (*S. Typhi*) persisten como un importante problema de salud en el mundo y representan ~11 millones de casos anualmente (1). El número de vacunas autorizadas disponibles contra *S. Typhi* es limitado y con eficacia variable. Las porinas (OmpC y OmpF) son blanco en la respuesta protectora contra la infección (2); una vacuna diseñada con estas porinas demostró ser segura en un ensayo clínico de fase 1, con una respuesta duradera (3). Un desafío para producir esta vacuna es la necesidad de un sistema de producción escalable. En este trabajo se cultivó a *S. Typhi* en biorreactor airlift (BAL), se purificaron las porinas y se evaluó su capacidad inmunogénica, en comparación con la producción en matraces.

Metodología. *S. Typhi* se cultivó en matraces y en BAL, utilizando el mismo k_{LA} , con glucosa y sulfato de amonio como fuentes de C y N. El crecimiento se monitoreó y se utilizaron modelos matemáticos para ajustar a los datos y obtener los parámetros cinéticos y comparar entre cultivos. Para el crecimiento, se utilizó el logaritmo natural de la biomasa medida entre la inicial. Se cuantificaron las porinas por citometría de flujo, utilizando anticuerpos anti-porina producidos en ratón. La glucosa residual se midió por DNS. El oxígeno y pH se midieron con sensores. Se cuantificaron anticuerpos IgG por ELISA de forma cinética en suero de ratones BALB/c inmunizados con las porinas. Se evaluó la capacidad protectora en ratones BALB/c inmunizados con porinas y retados con una dosis infectiva de *S. Typhi*.

Resultados. El modelo de Gompertz reparametrizado ajustó bien a los datos experimentales. No se encontró diferencia en el crecimiento de *S. Typhi* entre los sistemas matraz y BAL, estimado a través de los parámetros cinéticos. Posteriormente se caracterizó el cultivo en el biorreactor (Fig. 1). Se observó una posible limitación simultánea de sustrato y oxígeno. Se llevó a cabo el ajuste de modelos matemáticos para representar los datos experimentales y se obtuvieron parámetros cinéticos para biomasa, oxígeno y glucosa. En la Fig. 1 a) se grafica la intensidad media de fluorescencia con respecto al tiempo, para una cantidad estandarizada de biomasa; ésta se mantiene constante durante todo el cultivo. Las porinas producidas en ambos sistemas promueven la activación del sistema

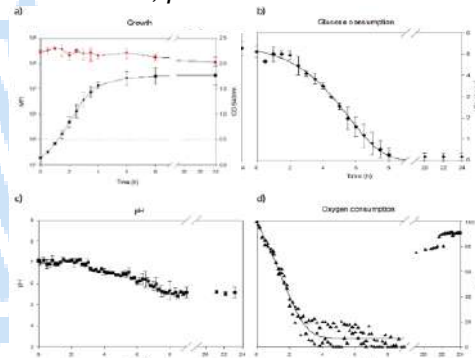


Fig. 1. Cinética del cultivo de *S. Typhi* en el BAL. a) Biomasa (negro) y porinas (rojo), b) glucosa, c) pH, d) oxígeno.

inmune adaptativo, la generación de anticuerpos IgG en mismas cantidades (Fig. 2 a) y son capaces de proteger contra un reto contra *S. Typhi* (Fig. 2 b) sin diferencias significativas.

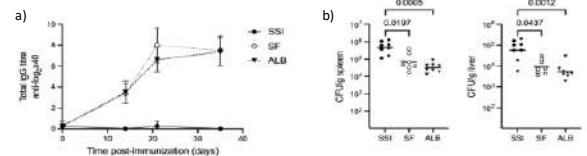


Fig. 2. a) Cinética de anticuerpos IgG totales de cultivo en matraz y biorreactor. b) Carga bacteriana en bazo e hígado 24h post-infección con *S. Typhi* de ratones inmunizados con porinas producidas en matraz o BAL. n=8.

Conclusiones. No se encontró diferencia entre las cinéticas de biomasa y capacidad protectora entre las porinas producidas en matraz y BAL. Las porinas de ambos sistemas indujeron la producción de anticuerpos y portegieron contra un reto con *S. Typhi*.

Agradecimiento. BactiVac Vaccine Network projects: BVNCP-07, BVNCP3.21. IMSS: FIS/IMSS/PROT/EMER/1890, FIS/IMSS/PROT/IT19/1881.

Bibliografía.

- Stanaway, J. D. *et al.* (2019) The global burden of typhoid and paratyphoid fevers: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *The Lancet Infectious Diseases*, 19, 369–381.
- Isibasi, A., Ortiz-Navarrete, V., Paniagua, J., Pelayo, R., González, C. R., García, J. & Kumate, J. (1992) Active protection of mice against *Salmonella Typhi* by immunization with strain-specific porins. *Vaccine*, 10, 811–813
- Perez-Shibayama, C., Gil-Cruz, C., Pastelin-Palacios, R., Cervantes-Barragan, L., Hisaki, E., Chai, Q., Onder, L., Scandella, E., Regen, T., Waisman, A., Isibasi, A., Lopez-Macias, C. & Ludewig, B. (2014) IFN- γ -producing CD4+ cells promote generation of protective germinal center-derived IgM+b cell memory against *Salmonella Typhi*. *The Journal of Immunology*, 192, 5192–5200.

RESCATE DE ENVENENAMIENTO, CON ANTIVENENO EN FORMATO DE CADENA SENCILLA (scFv).

Roberto Olivares Hernández¹, Lidia Riaño Umbarila²⁻³, Baltazar Becerril³, Alejandro Alagón Cano³, e Hilda Vázquez López³

¹ Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México, 05348, México. ² Investigadora por México, CONACyT. Instituto de Biotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México. ³ Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, Instituto de Biotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Universidad 2001, Colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos 62210, México. hilda.vazquez@ibt.unam.mx.

Palabras clave: rescate, antiveneno, scFv,

Introducción. Los antivenenos de cadena sencilla son una alternativa a los antivenenos actuales (scFvs ~29 kDa), son estructuras monovalentes, con afinidad por un único antígeno. Se han desarrollado antivenenos en formato scFv dirigido a la neutralización de veneno de alacranes mexicanos (Riaño-Umbarilla et al 2021). En este proyecto se plantea llevar a cabo el rescate de borregos del envenenamiento con toxina Cn2 utilizando un antiveneno experimental en formato scFv.

Metodología. Para el rescate, se utilizaron 5 borregos con un peso entre 50-65 kg. Se les administraron 3 dosis de toxina Cn2 (13.6, 50 y 100 µg) se observaron los signos de envenenamiento y se procedió al rescate del envenenamiento utilizando 10 mol de scFv por cada mol de toxina. Se tomaron muestras de sangre y orina. La detección de la toxina y los scFv en sangre y orina se realizó mediante un ELISA cuantitativo.

Resultados.

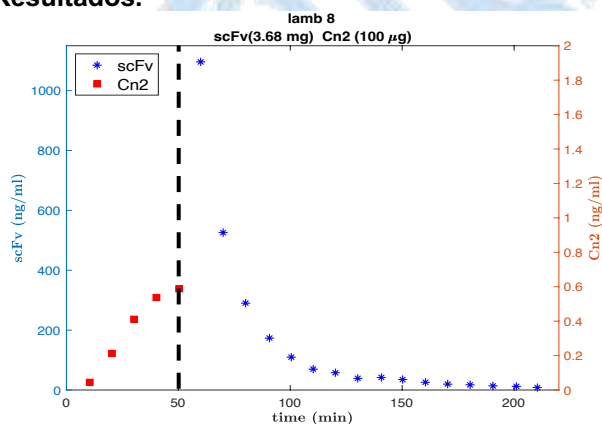


Fig. 1. Cuantificación de Cn2 y scFv en sangre. La abscisa es tiempo en min, las ordenadas (der) son la concentración de Cn2 (ng/mL) y las ordenadas (izq)es la concentración (ng/ml) de scFv LR.

Se cuantificaron la toxina Cn2 y los scFv en sangre, y orina (Fig. 1).

Adicionalmente se concentró la orina y se analizó por SDS-PAGE (Fig. 2) y western (datos no mostrados).



Fig. 2. 1- MPM., 2-Centruroides noxius., 3-T43 min post envenenamiento., 4-T50 min post envenenamiento-30 seg rescate., 5-T1:10 min post envenenamiento-20 min rescate., 6-T1:17 min post envenenamiento-27 min rescate., 7-T2:10 min post envenenamiento-1:20 rescate., 8-T2:50 min post envenenamiento-2:00 rescate., 9- scFv LR.

Conclusiones. Los scFv LR son moléculas capaces de rescatar el envenenamiento, por toxina de alacrán Cn2, y se les puede considerar está molécula como un antiveneno con potencial uso terapéutico.

Agradecimiento. CONACyT 303045.

Bibliografía.

Riaño-Umbarila, L., Romero-Moreno, J. A., Ledezma-Candanoza, L. M., Olamendi-Portugal, T., Possani, L. D., & Becerril, B. (2021). Full Neutralization of Centruroides sculpturatus Scorpion Venom by Combining Two Human Antibody Fragments. *Toxins*, 13(10), 708.

USO BIOMÉDICO TÓPICO Y PROFILÁCTICO DE EXTRACTOS DE (CBD) CANNABIDIOL, CON FINES ANALGESICOS LOCALES.

Andrea Ledesma Ramírez¹, Diana García Melgar¹, Carolina Pantoja Alvarez¹, Karla Lizeth Camarena Vega¹, Leticia Arguello Correa¹, Mario Javier Gutiérrez Fernández^{1,2}, Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Tecnológica de Morelia¹. Coordinación General de Servicios Periciales de la FGE, Michoacán. Morelia, Michoacán C.P.58070 Correo electrónico: andrealedesmaramirez@gmail.com, DCMARIOJAV@outlook.com

Palabras clave: CBD Biomedicina Tradicional, Analgesia.

Introducción. Los cannabidiolos (CBD) son una variedad de 113 metabolitos denominados cannabinoides que se encuentran en la Cannabis spp., siendo los principales componentes secundarios en número en las diferentes variedades de cáñamo. Se reporta no tener actividad psicoactiva y se considera que tienen un alcance más amplio para aplicaciones biomédicas como: epilepsia, encefalopatías epilépticas, ansiedad, náusea, inflamación, convulsiones, esclerosis múltiple, esquizofrenia, antioxidantes, anticancerígenos y efectos analgésicos locales.

Metodología. Se realizó una revisión bibliográfica sistemática cualitativa. en la cual la búsqueda se realizó en las bases de publicaciones electrónicas nacionales e internacionales y técnicas de Para la extracción de los CBD de la planta seca se utilizó Etanol de alta pureza con planta seca realizado una maceración de 72 horas y posteriormente una congelación del macerado durante 72 horas a -29°C para facilitar la separación del principio activo , y concentración del mismo utilizado el rotavapor del extracto oleoso , como principio activo e ingrediente principal, se purifica y posteriormente la identificación por cromatografía en Capa Fina (CCF) sistema de solventes Cloroformo:Acetona reveladora Azul Rápido B y Espectrofotometría Infrarroja Por Transformada de Fourier (FTIR), se procede a generar en esta etapa dos formas farmacéuticas para aplicación tópica en forma farmacéutica de fácil aplicación en la cual la primera forma se realizo mezclando el extracto oleoso con aceite de coco hasta homogenizar, el cual fue almacenado en refrigeración para lograr que la mezcla solidificara gracias al aceite de coco, la segunda forma consta del mismo procedimiento pero realizando un gel a base de carbopol y trietanolamina en donde por cada gramo de carbopol se utilizaron 10 gr dela muestra solidificada y tomando como conservador el alcohol recuperado del rotavapor.

Resultados. Se obtuvieron los extractos oleosos conteniendo como principio activo (CBD) cannabidiol confirmados por dos técnicas analíticas y se lograron generar dos formas farmacéuticas como alternativa de terapia analgesia local.



Fig. 1. Secuencia de obtención y elaboración de forma farmacéutica con CBD.

Conclusiones. Se logro obtener la ruta de obtención extractos oleosos con (CBD) cannabidiol. Se formularon dos formas farmacéuticas en presentaciones de gel y crema, El efecto analgésico de los cannabidiolos (CBD) se estandarizaron con una sola concentración para su uso tópico y su valoración analgésica esta propuesta en base una encuesta organoléptica que será motivo de próximas investigaciones.

Agradecimiento. Al CA-UTM11 Etnobotánica Mesoamericana Y Su Uso Bioético Integral Con Enfoque Biotecnológico. y A la FGE Michoacán, por las facilidades para realizar este proyecto

Bibliografía.

Aizpurua-Olaizola, Oier; Soydaner, Umut; Öztürk, Ekin; Schibano, Daniele; Simsir, Yilmaz; Navarro, Patricia; Etxebarria, Nestor; Usobiaga, Aresatz (26 de febrero de 2016). «Evolution of the Cannabinoid and Terpene Content during the Growth of Cannabis sativa Plants from Different Chemotypes». *Journal of Natural Products*(en inglés) 79 (2): 324-331. ISSN 0163-3864. doi:10.1021/acs.jnatprod.5b00949. Consultado el 25 de noviembre de 2019.

Jones, N. A. et al. (2012). «Cannabidiol exerts anti-convulsant effects in animal models of temporal lobe and partial seizures». *Seizure (European Journal of Epilepsy)* 21: 344-352. doi:10.1016/j.seizure.2012.03.001. Consultado el 12 de septiembre de 2016. También en este sitio de Academia.edu

Zuardi, A.W.; Crippa, J.A.S.; Hallak, J.E.C.; Moreira, F.A.; Guimarães, F.S. «Cannabidiol, a Cannabis sativa constituent, as an antipsychotic drug». *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 39 (4): 421-429. Reseña del tema.

Estudios científicos con CBD». HigeaCBD. 2 de septiembre de 2020. Consultado el 2 de septiembre de 2020

Secretaría de Salud, Comisión permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM)* 10 ed. México; 2011.

Secretaría de Salud, Comisión permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. *Suplemento establecimientos dedicados a la venta y suministro de medicamentos y demás insumos para la salud* 4 ed. México; 2010 3. Apellido e inicial del nombre de cada coautor, separados por comas. (Año) Título del trabajo. *Título de las memorias de congreso en letra cursiva.* Entidad organizadora. Lugar de realización, fecha, pag-pág.

POLIMORFISMOS GENÉTICOS RELACIONADOS EN EL DESARROLLO DE TRASTORNOS DE DEPRESIÓN Y ANSIEDAD EN ADULTOS JÓVENES.

Juan Jamil Vázquez, Giovanna Mateo, Universidad Iberoamericana de León departamento de ingenierías, León 37238, 184699-9@iberoleon.edu.mx

Palabras clave: polimorfismo, ansiedad, depresión

Introducción. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud el trastorno mental se caracteriza por las dificultades y disturbios en las propiedades cognitivas, regulación emocional o del comportamiento de un individuo ¹. El trastorno de ansiedad generalizada (TAG) y trastorno depresivo mayor (TDM), donde el primero se refiere al exceso de preocupación por asuntos menores con dificultad para controlarse y el sentimiento de estar nervioso. Para el caso del TDM, es un trastorno de regulación disruptiva del estado de ánimo. Según el reporte Health at a Glance 2021 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ² la población con ansiedad y depresión sigue en ascenso, especialmente en México, pues, es uno de los países más afectado. Dentro de las causas para ambos trastornos, la genética se ha contemplado como una de ellas, ya que se han encontrado diversos genes que presentan secuencias polimórficas que aumentan las probabilidades del desarrollo del trastorno correspondiente. Con base en lo anterior, el enfoque de la investigación busca identificar la relación de las secuencias polimórficas con dichos padecimientos para plantear un nuevo método de diagnóstico más objetivo.

Metodología. Una vez seleccionados los polimorfismos y los cebadores se realizará la extracción de ADN de una muestra sanguínea, la cual se obtendrá de 80 participantes que se dividen en dos grupos y el grupo control. Las muestras se someterán a una prueba de PCR en tiempo real ^{3, 4}, finalmente los datos serán analizados estadísticamente.

Resultados. Los resultados preliminares muestran los niveles de ansiedad y depresión de los participantes que realizaron la prueba Beck ⁵ para ambos trastornos, siendo que la mayoría se encuentra en un nivel leve en ambos casos, sin embargo, un número considerable de participantes se encuentran en un nivel moderado; mientras que una minoría se considera como un trastorno severo.

Tabla 1. Porcentajes de los diferentes niveles de ansiedad y depresión de los participantes según el estudio Beck.

Nivel	Leve	Moderada	Severa
Trastorno			
Ansiedad	52.9%	32.9%	14.1%
Depresión	63.1%	21.4%	15.5%

Conclusiones. A partir de los resultados se establece que es posible dar seguimiento al estudio con el fin de correlacionar su historial clínico de ansiedad y depresión, con las secuencias polimórficas de estos trastornos correspondientes para cada participante.

Agradecimiento. Agradecemos a nuestra docente Estefanía Jaramillo por su instrucción en el proyecto y a la Universidad Iberoamericana por el acceso a equipos y reactivos necesarios.

Bibliografía. Los ejemplos a continuación son para artículo, capítulo de libro y memorias de congreso, respectivamente. Por cuestión de espacio, se puede omitir el título de los artículos en este resumen.

1. OMS (2022) *Who.int.* <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>
2. Mase, F (2022) *IMCO* <https://imco.org.mx/salud-mental-para-los-mas-jovenes/>
3. ThermoFisher (s, f) *TS* <https://international.neb.com/protocols/2018/10/24/protocol-for-extraction-and-purification-of-genomic-dna-from-blood-t3010>
4. New England Biolabs (s, f) *NEB* <https://international.neb.com/protocols/2018/10/24/protocol-for-extraction-and-purification-of-genomic-dna-from-blood-t3010>
5. Peñalver, C. (s,f) *EFPA.* <https://www.cop.es/uploads/PDF/2013/BDI-II.pdf>

MOLECULAR CLONING, EXPRESSION, AND PURIFICATION OF RECOMBINANT HUMAN PPAR γ IN *Escherichia Coli*

Dalila Balderas-Rentería¹, Sonia Montero-Molina¹, Jorge Solís-Estrada¹, Verónica Almaguer-Cantú², Katiushka Arévalo-Niño², Xristo Zárate-Kalfopulos¹, *Isaías Balderas-Rentería¹.
Universidad Autónoma de Nuevo León. ¹Facultad de Ciencias Químicas, Laboratorio de Farmacología Molecular ²Facultad de Ciencias Biológicas, Instituto de Biotecnología. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. CP 66455. isaias.balderasrn@uanl.edu.mx

Key words: PPAR γ , Molecular cloning, Escherichia coli.

Introduction. In the presence of an increasing prevalence of obesity, diabetes, and cardiovascular diseases, the nuclear receptor peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ) has emerged as a transcriptional regulator of metabolism whose activity can be modulated by direct binding of small molecules (1). PPAR γ ligands are still clinically effective antidiabetic drugs, although side effects limit their use (2). Therefore, to investigate thoroughly the molecular interactions and the relationships between structure, function, and pharmacological properties, it would be desirable the use of full-length PPAR gamma protein. Nonetheless, considerable quantities of active protein are not able to be obtained from the original sources. In this study, a new strategy for human PPAR gamma (hPPAR γ) expression in bacteria was developed using a fusion protein (CusF3H+) for purification with Immobilized Metal Affinity Chromatography (IMAC).

Methodology. Molecular cloning of the complete human PPAR gamma gene was performed using a pET30(a+) plasmid, reengineered by Zarate et al (3), using the CusF3H+ fusion peptide to improve protein export to the extracellular space in *Escherichia coli*. Rosetta strain of *Escherichia coli* was used for the transformation and expression. Different IPTG concentrations as well as different incubation temperatures were used to perform the production of the protein.

Protein expression was analyzed by SDS-PAGE and Purification was carried out by Immobilized Metal Affinity Chromatography (IMAC) using the Äkta Primer Plus FPLC system (GE Healthcare, USA).

Elution was carried out through a 20% to 100% imidazole gradient with an elution buffer (50 mM Tris-HCl, 500 mM NaCl, 250 mM Imidazole, pH 8.0). Fractions with increased absorbance were analyzed by SDS-PAGE 10% to determine their purity.

Results. hPPAR γ was mainly expressed in soluble fraction at a low temperature (25°C) and 0.1 mM isopropyl- β -D-thiogalactopyranoside (IPTG). Protein identity was successfully confirmed by Western blot

assay (figure 1). Our results indicated the viability of using this approach to produce hPPAR γ in *E. coli* Rosetta (DE3), which could be a useful methodology for the study of this protein in *in vitro* assays.

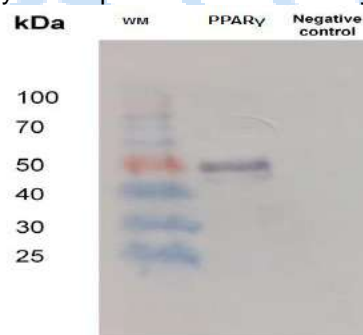


Figure 1. Western blot analysis. Lane 1: prestained molecular weight marker. Lane 2: hPPAR γ protein (54 kDa). Lane 3: complete protein fraction of *E. coli* Rosetta (DE3) pLysS, negative control.

Conclusions. In this study, a new strategy for bacterial human PPAR expression was developed using a fusion protein (CusF3H+) for purification with IMAC. hPPAR γ was mainly expressed in soluble fraction at low temperature (25°C), and protein identity was confirmed by Western blot assay. Our results shown the viability of using this strategy to produce human PPAR gamma in *E. coli* Rosetta (DE3).

Acknowledgements. Authors thanks to the National Council of Science and Technology of Mexico (CONACYT), for the grant awarded to DBR for supporting this work and Universidad Autonoma de Nuevo Leon for its facilities and support.

References.

1. Lehrke M. & Lazar M.A. 2005. The many faces of PPAR gamma. *Cell*, 16: 993-999. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2005.11.026>.
2. Lehmann J.M., Moore L.B., Smith-Oliver T.A., Wilkison W.O., Willson, T.M. & Kliewer S.A. 1995. An antidiabetic thiazolidinedione is a high affinity ligand for peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR gamma). *Journal of Biological Chemistry*. 270: 12953-12956.
3. Vargas-Cortez T., Morones-Ramirez J.R., Balderas-Renteria I. & Zarate X. 2017. Production of recombinant proteins in *Escherichia coli* tagged with the fusion protein CusF3H+. *Protein Expression and Purification*. 132: 44-49.

EXPRESIÓN EN *ESCHERICHIA COLI* DE QUIMERAS RECOMBINANTES DE LA CHAGASINA DE *TRYPANOSOMA CRUZI*.

Rosa E. Cárdenas-Guerra¹, Octavio Montes Flores¹, Claudia I. Flores-Pucheta¹, Gerardo Reséndiz-Cardiel¹, Rossana Arroyo², Jaime Ortega-López¹. CINVESTAV-IPN, Depto. de Biotecnología y Bioingeniería¹, Depto. de Infectómica y Patogénesis Molecular². Ciudad de México, C.P. 07360.
rcardenas@cinvestav.mx

Palabras clave: Chagasina, *T. cruzi*, proteínas quiméricas.

Introducción. *Trypanosoma cruzi* es el agente causal de la enfermedad de Chagas, un problema de salud pública que debido a la baja eficacia del tratamiento farmacológico, necesita de nuevas alternativas para su tratamiento, como las vacunas terapéuticas. El antígeno TSA-1 de *T. cruzi* se ha determinado como un buen candidato para el desarrollo de una vacuna terapéutica contra la enfermedad de Chagas. El amino terminal de TSA-1 presenta secuencias de consenso de cinco epítomos principales en diferentes poblaciones de *T. cruzi* (1), pero a pesar de que se producen altos rendimientos en *Escherichia coli* se expresa en cuerpos de inclusión, por lo que su producción requiere un paso adicional de replegamiento (2). La chagasina de *T. cruzi* es un inhibidor endógeno de cisteína proteasas y se expresa de forma soluble en *E. coli*. Su estructura tridimensional permite el anclaje de secuencias exógenas en los lazos L4 y L6 (3). El objetivo de este trabajo fue usar la chagasina como un andamio molecular para generar proteínas quimeras multiepítomo sustituyendo los aminoácidos de los lazos 4 y 6 por epítomos de TSA-1.

Metodología. Veinte proteínas quiméricas se diseñaron sustituyendo los aminoácidos del lazo L4 y L6 de la proteína chagasina (UniProt Q966X9) por la secuencia de aminoácidos de cinco epítomos de TSA-1 (E1-E5). Mediante herramientas bioinformáticas se predijo la solubilidad de las veinte proteínas quimeras, de las que se seleccionaron ocho con diferente grado de solubilidad, se clonaron en el vector de expresión pCri8a y se expresaron en *E. coli* BL21 (DE3). Se analizó su expresión mediante SDS-PAGE y ensayos Western blot.

Resultados. Las proteínas quiméricas expresadas por el vector pCri8a en células de *E. coli* BL21 (DE3) a 20°C durante 16 h, mostraron un grado de solubilidad similar al predicho por el análisis bioinformático. Los ensayos de Western blot con anticuerpos α -6x-His y α -chagasina confirmaron la expresión soluble de quimeras recombinantes. Los resultados teóricos como los experimentales mostraron que la quimera Q12 (E5-

E3) fue la más soluble y la Q20 (E4-E5) fue la más insoluble. Q4 (E5-E1) y Q8 (E5-E2) clasificadas como quimeras con solubilidad intermedia presentaron el mayor rendimiento de la fracción soluble.

Tabla 1. Análisis de expresión de la solubilidad de las quimeras de chagasina.

Solubilidad teórica	Quiméricas (L4-L6)		Solubilidad experimental
Alto	Q12 (E5-E3)	Q12 (E5-E3)	Alto
	Q19 (E3-E5)	Q4 (E5-E1)	
Medio	Q4 (E5-E1)	Q8 (E5-E2)	Medio
	Q17 (E1-E5)	Q19 (E3-E5)	
	Q8 (E5-E2)	Q18 (E2-E5)	
Bajo	Q18 (E2-E5)	Q17 (E1-E5)	Bajo
	Q16 (E5-E4)	Q16 (E5-E4)	
	Q20 (E4-E5)	Q20 (E4-E5)	

Conclusiones. Las quimeras recombinantes sugieren que la chagasina es un andamio molecular para la expresión de los epítomos de TSA-1 o de otros antígenos de interés de manera soluble.

Agradecimiento. Para la realización de este trabajo se contó con el apoyo del Cinvestav-IPN (FIDSC2018/268), CONACYT (269657, A1-S34224,) y de la Fundación Carlos Slim (SLIM-W04.PO5600999400).

Bibliografía.

1. Knight J, Zingales B, Botazzi M., Hotez P, Zhan B. (2014) *Parasite Immunol.* 36(12): 708-712.
2. De la Cruz J., Villanueva L, Ortega J, Bottazzi M, Hotez P, Dumonteil E. (2019) *Hum Vaccin Immunother.* 8:1-2.
3. Nava Pintor EE. (2018). *Tesis de Maestría.* Departamento de Biotecnología y Bioingeniería. CINVESTAV-IPN. México.

CLONACIÓN Y EXPRESIÓN RECOMBINANTE DE LOS DOMINIOS EXTRACELULARES DE PD-1 Y PD-L1

Priscilla González¹, Evangelina Beltrán-López¹, Héctor Samuel López-Moreno¹

¹Laboratorio de Biomedicina Molecular, Posgrados en Ciencias Biomédicas y en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, México. CP.80013. [*hslmoreno@ms.uas.edu.mx](mailto:hslmoreno@ms.uas.edu.mx)

Palabras clave: DNA recombinante, PD-1, PD-L1

Introducción. La proteína de muerte celular programada-1 (PD-1), es un correceptor inhibitorio expresado en la membrada del linfocito T(1). Diversos tipos de cáncer sobreexpresan el Ligando de PD-1 (PD-L1), que tras la desfosforilación de moléculas activadoras como ZAP70 y PKCθ río abajo del TCR, evocan la anergia o agotamiento de los Linfocitos T Infiltrantes del Tumor, repercutiendo negativamente en la respuesta efectora antitumoral (2). El empleo de inmunoterapéuticos humanizados basados en anticuerpos monoclonales (MAb), que bloquean la interacción PD-1/PD-L1 mejoran la respuesta al tratamiento de los pacientes con cáncer (2-4), para ello, un aspecto crítico es la disponibilidad del antígeno, por lo que la biotecnología biomédica es clave para este fin.

Objetivo. Clonar y expresar los dominios extracelulares IgV-like de PD-1 y de PD-L1.

Metodología. Debido a que la interacción de PD-1/PD-L1 está mediada por sus dominios extracelulares tipo variable de inmunoglobulina (IgV-like), se diseñaron iniciadores específicos para clonarlos. Una vez clonados, se ligaron al vector de expresión pcDNA6-HisA, cada DNA recombinante se insertó por separado en *Escherichia coli*. Se seleccionaron y verificaron las transformantes mediante Colony-PCR. Con cada una, se realizó una expresión piloto, inducida con IPTG (1mM) el tiempo óptimo de expresión se definió empleando SDS-PAGE al 12%, siguiendo protocolos estándar del LBM.

Resultados. Los amplicones obtenidos en las PCR correspondientes (375pb para el IgV-like de PD-1 y 357pb para el IgV-like de PD-L1), fueron secuenciados, alineados y verificados, obteniendo un 99% de identidad para PD-1 y un 100% para PD-L1, cada secuencia fue registrada en GenBank PD-1 (OM363223) y PD-L1 (OM363224). El análisis de la expresión piloto sugiere el mismo tiempo óptimo en cada caso (4h post-inducción), y también una banda de ~15 kDa, consistente con el peso molecular esperado.

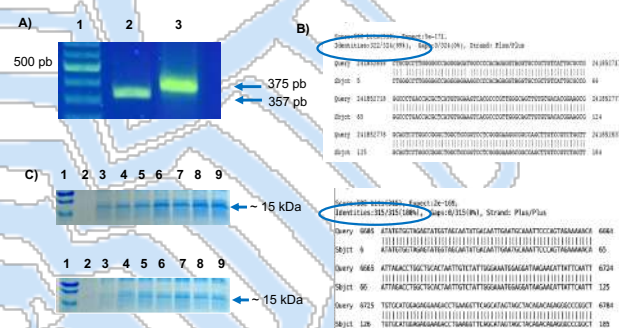


Fig. 1. Clonación y expresión recombinante de los IgV-like de PD-1 y PD-L1. (A): Amplicones de cada IgV-like en gel de agarosa al 2%. Carril 1: Marcador; Carril 2: IgV-like de PD-L1; Carril 3: IgV-like de PD-1. (B): Alineamiento de las secuencias IgV-like de PD-1 (superior), y PD-L1 (inferior), experimentales con las de referencia. (C): Expresión piloto de IgV-like PD-L1 (superior) e IgV-like PD-1 (inferior). Carril 1: Marcador; Carriles del 2 al 9, tiempo en horas post-inducción 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9 respectivamente. Se señala la banda de ~15kDa (SDS-PAGE 12%) esperada.

Conclusiones. Se logró la clonación y expresión recombinante de los dominios extracelulares IgV-like de PD-1 y PD-L1, lo que permitirá contar con una fuente antigénica cuasi-inagotable, para la eventual producción de un MAb, MAb humanizado u otro inmunoterapéutico, algo que aún no se logra en México.

Agradecimiento. Al fondo CB-2014-240185, por el financiamiento de este proyecto.

Bibliografía.

- Wellenstein D, de Visser E. (2018). Cancer-Cell-Intrinsic Mechanisms Shaping the Tumor Immune Landscape. *Immunity*, 48(3), 399–416.
- Borst J, Busselaar J, Bosma M, Ossendorf F. (2021). Mechanism of action of PD-1 receptor/ligand targeted cancer immunotherapy. *European Journal of Immunology*.
- Velcheti V, Schalper A, Carvajal E. (2014). Programmed death ligand-1 expression in non-small cell lung cancer. *Laboratory Investigation*; 94(1):107-16
- Twomey D, Zhang B. (2021). Cancer Immunotherapy Update: FDA-Approved Checkpoint Inhibitors and Companion Diagnostics. *The AAPS Journal*, 23(2), 1-11.

EXPRESIÓN DE SNORD82 EN PACIENTES CON LEUCEMIA LINFOBLÁSTICA AGUDA DE CÉLULAS B Y SU POSIBLE USO COMO BIOMARCADOR DIAGNÓSTICO

Lizeth Jocelyn Serna Villalobos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Químicas, Puebla, 72570. Miriam Carmina Suarez Aguirre. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Facultad de Biotecnología, 72410. Juan Carlos Rodríguez Espinosa y Ma. Del Rocío Baños Lara. Centro de Investigación Oncológica Una Nueva Esperanza - Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, 72197. Rosana Pelayo Camacho, Centro de Investigación Biomédica de Oriente, Atlixco-Puebla, 74360. liz.sernav@gmail.com

Palabras clave: SNORD82, LLA-B, Biomarcador.

Introducción. Los RNAs nucleolares pequeños de caja C/D, conocidos como SNORDs, se han identificado como posibles biomarcadores diagnósticos en varios tipos de cáncer (1). En nuestro grupo de investigación, estamos buscando nuevos biomarcadores para la leucemia linfoblástica aguda de células B (LLA-B) y hemos observado cambios en la expresión de SNORDs en pacientes con LLA en comparación con individuos sanos (2). En este estudio, evaluamos la expresión de SNORD82 en pacientes con LLA-B y en controles sanos para determinar si podría ser un biomarcador útil para el diagnóstico de esta enfermedad.

Metodología. Se cuantificó la expresión de SNORD82 en células mononucleares de sangre periférica de 6 pacientes con LLA pre-B, 12 pacientes con LLA pro-B, 7 pacientes con LLA pre-B-pro-B al debut y 19 controles sanos mediante PCR en tiempo real. La expresión relativa se evaluó con el método $2^{-\Delta\Delta CT}$, utilizando U6 como gen endógeno. El diagnóstico de LLA-B se determinó por citometría de flujo con el panel de anticuerpos estandarizado EuroFlow ALOT.

Resultados. Los pacientes con LLA-B presentan niveles elevados de SNORD82 con respecto a los controles sanos ($p < 0.0001$). La curva ROC (*Receiver Operator Characteristic*) mostró que SNORD82 tiene un AUC (*Area Under the Curve*) de 0.914, un punto de corte ≥ 15.7 , una sensibilidad del 88 % y una especificidad del 90 % (Fig. 1). Estos resultados sugieren que SNORD82 podría ser un biomarcador prometedor para el diagnóstico de LLA-B.

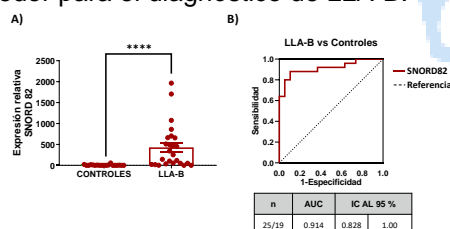


Fig. 1. A) Análisis de comparación y B) curva ROC de los niveles de SNORD82 de pacientes con LLA-B y controles sanos.

En la Fig. 2, la comparación y análisis de curvas ROC indican que SNORD82 podría ser un biomarcador útil para distinguir pacientes con LLA pro-B y LLA pre-B-pro-B de los controles sanos, con alta sensibilidad y especificidad. En contraste, no se encontraron diferencias significativas en los niveles de SNORD82 entre pacientes con LLA pre-B y controles sanos. Además, los niveles de SNORD82 también pueden ayudar a diferenciar pacientes con LLA pre-B de aquellos con LLA pro-B, aunque con una menor sensibilidad.

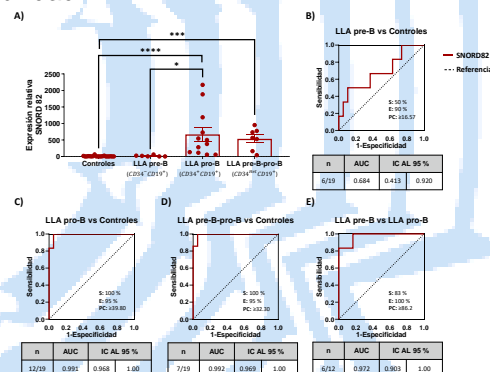


Fig. 2. A) Análisis de comparación de los niveles de SNORD82 y B-D) curvas ROC de pacientes con subtipos de LLA-B y controles sanos. E) Curva ROC de los niveles de SNORD82 de pacientes con LLA pre-B y LLA pro-B. Abreviaturas. S: Sensibilidad. E: Especificidad. PC: Punto de corte.

Conclusiones. SNORD82 muestra potencial como biomarcador para la detección y clasificación de subtipos específicos de LLA-B. Sin embargo, se necesitan más estudios para validar su utilidad clínica en el diagnóstico de esta enfermedad.

Agradecimiento. Proyecto financiado por Conacyt, FORDECYT-PRONACES proyecto 303083, y por el fondo de Investigación de la UPAEP, 2021-2023.

Bibliografía.

- Esparza-Garrido R, Velázquez-Flores M. (2022) *Gac. mex. oncol.* 18(2): 102-112.
- Hernández L. (2023), Tesis de Doctorado en Biotecnología. *Perfil de expresión de snoRNAs en muestras de pacientes con leucemia linfoblástica aguda.* Puebla Pue., UPAEP. pp 72-83.

CARACTERIZACIÓN DE MICROENCAPSULADOS DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE *Beta vulgaris* CON UNA MATRIZ POLIMÉRICA DE MALTODEXTRINA Y GOMA ARÁBIGA.

Edgar Cano Europa¹, Cristian Omar García Hernández¹, Roberto Campos Mendiola², Vanessa Blas-Valdivia¹, Margarita Franco-Colín¹, Daniel Tapia Maruri² y Brenda Hildeliza Camacho Díaz².

¹Departamento de Fisiología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN). CDMX, México. 11340.

²Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI). Morelos, México. 62739.

Palabras clave: Betaínas, secado por aspersión, microencapsulado.

Introducción.

La microencapsulación es una técnica de recubrimiento de un material activo con una matriz polimérica, con el fin de protegerlo de factores externos y controlar su liberación¹. Los compuestos bioactivos se pueden microencapsular con la finalidad de ser empleados como biofármacos, entre ellos se encuentra el extracto del betabel (*Beta vulgaris*) el cual contiene betalaínas con potencial terapéutico para el tratamiento de diversas enfermedades². Sin embargo, estas biomoléculas son sensibles a la luz, calor y oxígeno, por lo que su estabilidad y funcionalidad pueden verse afectadas³. Por ello, el objetivo de este trabajo fue caracterizar los microencapsulados del extracto hidroalcohólico de *Beta vulgaris* con una matriz polimérica de maltodextrina y goma arábiga con la finalidad de conservar su actividad biológica de los factores ambientales que provoquen su degradación⁴.

Metodología.

Se obtuvo el extracto hidroalcohólico de *Beta vulgaris* al que se le agregó maltodextrina (20 g/L) y goma arábiga (10 g/L). Esta mezcla se secó por aspersión con un secador Niro Atomizer de discoaspersor, utilizando un caudal de alimentación de 5.5 mL/min y se ajustó a una temperatura de entrada de 175 °C y una temperatura de salida de 66 °C. Los microencapsulados obtenidos se examinaron mediante microscopía electrónica de barrido ambiental (ESEM), espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y HPLC-MS. También se realizaron pruebas de estabilidad acelerada a diferentes temperaturas (-20 °C, 0 °C, 20 °C, 40 °C y 60 °C) utilizando como referencia el extracto sin encapsular. Finalmente, se realizó la digestión *in vitro* bajo condiciones gastrointestinales simuladas del microencapsulado.

Resultados.

Mediante FTIR se demostró la presencia de betanina (banda de 1378 cm⁻¹ y una banda de 1243 cm⁻¹). Además, se presentó una banda a los 3413.32 cm⁻¹ y entre 1200-900 cm⁻¹ que corresponde a la goma

arábiga. Finalmente, se presentaron las bandas a 850 y 701 cm⁻¹ correspondiente a la maltodextrina. Respecto al HPLC-MS se identificaron las betalaínas betanina (550) y vulgaxantina (339). Los microencapsulados presentaron un tamaño de partícula de 10 µm² de área, 15 µm de perímetro y 6.104 de forma esférica, 0.9399 de solidez, 0.8668 de redondez y 0.6969 de circularidad. La prueba de estabilidad acelerada demostró que el material utilizado permitió conservar el color característico del extracto de betabel, actividad antioxidante y concentración del compuesto bioactivos (betalaínas) por 9 semanas bajo todas las condiciones evaluadas. Finalmente, los encapsulados fueron resistentes a las condiciones de digestión gastrointestinal simulada.

Conclusiones.

La maltodextrina y la goma arábiga utilizadas como material pared para el extracto hidroalcohólico de *B. vulgaris* que contiene betalaínas preservó de forma efectiva el compuesto bioactivo de la degradación térmica y durante la digestión gastrointestinal.

Agradecimiento.

Proyecto apoyado por la SIP-IPN (20231024).

Bibliografía.

1. Baltrusch, K. L., Torres, M. D., Domínguez, H. & Flórez-Fernández, N. Spray-drying microencapsulation of tea extracts using green starch, alginate or carrageenan as carrier materials. *Int J Biol Macromol* **203**, 417–429 (2022).
2. Madadi, E. *et al.* Therapeutic Application of Betalains: A Review. *Plants* **9**, (2020).
3. Calva-Estrada, S. J., Jiménez-Fernández, M. & Lugo-Cervantes, E. Betalains and their applications in food: The current state of processing, stability and future opportunities in the industry. *Food Chemistry: Molecular Sciences* **4**, 100089 (2022).
4. Tolun, A., Altintas, Z. & Artik, N. Microencapsulation of grape polyphenols using maltodextrin and gum arabic as two alternative coating materials: Development and characterization. *J Biotechnol* **239**, 23–33 (2016).

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área IX. Biotecnología microbiana

IXC02	LA MICROBIOTA CULTIVABLE DEL HEPATOPÁNCREAS E INTESTINO DEL CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO (LITOPENAEUS VANAMMEI). Autores: Melany Cervantes-Echeverría, Rodrigo García-López & Adrián Ochoa-Leyva.	619
IXC05	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA IN VITRO E IN SILICO DE UNA COMBINACIÓN DE ACEITES ESENCIALES CONTRA SALMONELLA ENTERICA. Autores: Valentín Moreno-Treviño, Anahí Mendoza-Zamora, Rocío Álvarez-Román, Arturo Espinoza-Mata, Ezequiel Viveros-Valdez, Sergio A. Galindo-Rodríguez.	620
IXC06	ANÁLISIS BIOINFORMÁTICO DE PROTEÍNAS EXTRACELULARES DE NEUROSPORA CRASSA PARA IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS DE APLICACIÓN INDUSTRIAL. Autores: Daniel Alfonso Salgado Bautista, Ernesto Favela Torres, Ulises Carrasco Navarro	621
IXC07	EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA IN VITRO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (LIPPIA SP.) NANOENCAPSULADO CONTRA MICROORGANISMOS FORMADORES DE LA BIOPELÍCULA DENTAL. Autores: Sofía Cruz-Lizcano, David Ortiz-Martínez, David García-Hernández, Rocío Álvarez-Román, Nancy Espinosa-Carranza, Sergio Galindo-Rodríguez	622
IXC09.	IMPACTO DE LA BIOTRANSFORMACIÓN DE FURFURAL SOBRE EL NIVEL TRANSCRIPCIONAL DE GENES DEL METABOLISMO DE ACETATO Y LA FOSFORILACIÓN OXIDATIVA. Autores: José Eduardo Arteaga Gómez, Sylvie Le Borgne, Ernesto Rivera Becerril, Juan Carlos Sigala Alanis.	623
IXC10	USO DE PEPTIDOGLUCAN HIDROLASAS RECOMBINANTES PARA LA ELIMINACIÓN DE BIOPELÍCULAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Autores: Katya Paola Ibarra Domínguez, Amelia Farrés.	624
IXC11	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA BEAUVERICINA Y SU SINERGISMO CON ANTIBIÓTICOS EN BACTERIAS RESISTENTES. Autores: José Norberto Vásquez Bonilla; Juan Esteban Barranco Florido; Edith Ponce Alquicira; Aida Hamdan Partida, Octavio Loera Corral.	625

	INFLUENCIA DEL REGULADOR TRANSCRIPCIONAL SCO7424 SOBRE LA SÍNTESIS DE ANTIBIÓTICOS EN STREPTOMYCES COELICOLOR. Autores: Gladys Marcela Vega Saucedo, Beatriz Ruíz Villafán, Sergio Sánchez.	
IXC12		626
	ESTUDIO DEL METABOLISMO DE LA LACTOSA EN ACTINOBACILLUS SUCCINOGENES 130Z. Autores: Nadia Mariela Varela Pérez, Angélica Vallejo Giraldo, Juan Carlos Frago Jimémez, Luz María Martínez, Georgina Hernandez-Chavez, Claire Vielle, Alfredo Martinez, Guillermo Gosset Lagarda.	
IXC13		627
	CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NUEVOS VECTORES DE EXPRESIÓN PARA ACTINOBACILLUS SUCCINOGENES. Autores: Angélica Vallejo Giraldo, Luz María Martínez Mejía, Noemí Flores, Rosa Isela Corona González, Guillermo Gosset Lagarda	
IXC14		628
	PARÁMETROS DE CRECIMIENTO SIGMOIDEO DE <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12® CON DIFERENTES PREBIÓTICOS. Autores: Angela Gabriela Luján-Rodríguez, Gabriela Rodríguez-Hernández, Ana Isabel Mireles-Arriaga, Servando Rojas-González.	
IXC16		629
	PRODUCCIÓN Y DETECCIÓN SIMULTANEA DE ÁCIDO CUMÁRICO EN UNA CEPA Gloria MODIFICADA DE ESCHERICHIA COLI. Autores: José Ignacio Rodríguez Ochoa, Luz María Martínez Mejía, Georgina Hernández, Alfredo Martínez, Guillermo Gosset.	
IXC17		630
	DISEÑO DE UN SISTEMA LIBRE DE CÉLULAS DE BACILLUS THURINGIENSIS PARA SÍNTESIS DE THURINCINA H. Autores: María Fernanda Mendoza-Acosta, Luz Edith Casados-Vázquez, José Eleazar Barboza-Corona.	
IXC18		631
	ESTANDARIZACIÓN DE UN PROTOCOLO DE TRANSFORMACIÓN QUÍMICA PARA KLUYVEROMYCES MARXIANUS CEPA DU3 AISLADA DE MEZCAL. Autores: Luis A. Muñoz-Miranda, Anne C. Gschaedler-Mathis, Alejandro Pereira-Santana, Luis J. Figueroa-Yáñez.	
IXC19		632
	KLUYVEROMYCES MARXIANUS COMO MODELO DE ESTUDIO DE RESPUESTA A ESTRÉS. Autores: Lorena Amaya-Delgado, Guillermo Flores Cosío, Dania Sandoval Nuñez.	
IXC23		633
	DETECCIÓN DE RESPUESTAS A ESTRÉS EN LA MICROALGA NEOCHLORIS OLEOABUNDANS AL APLICAR SU PROPIO ADN. Autores: Mónica Zarate-López, Domancar Orona-Tamayo, Edmundo Lozoya-Gloria y Elizabeth Quintana.	
IXC24		634
	EVALUACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL REGULADOR TRANSCRIPCIONAL SCO3986 Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN ACTINORRODINA Y UNDECILPRODIGIOSINA. Autores: Berenice Hernández Cordero, Beatriz Ruiz Villafán y Sergio Sánchez.	
IXC25		635

IXC26.	EFFECTO DE LA BIOMASA DE MICROALGAS NATIVAS DEL VALLE DEL YAQUI, EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PEPINO. Autores: Cristian Flores Villa, Gabriel Ivan Romero Villegas, Luis Alberto Cira Chávez, Laura Elisa Gassós Ortega, Maria Isabel Estrada Alvarado.	636
IXC27.	CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA EXPRESIÓN DE AN CUT1 DE ASPERGILLUS NIDULANS EN ESCHERICHIA COLI. Autores: Diego-Amayol Adriana Guadalupe, González Ramírez, Karla Fernanda, Farrés Amelia.	637
IXC28.	SELECCIÓN DE CEPAS MARINAS Y TERRESTRES COMO PRODUCTORAS DE EXOPOLISACÁRIDOS. Autores: Nathalie García Estévez, Lorena Pedraza Segura, Karina Maldonado Ruiz Esparza, Alejandro I. Gutiérrez Hernández.	638
IXC30	PC-SNTB REGULA LA BIOSÍNTESIS DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN PENICILLIUM CHRYSOGENUM. Autores: Cerón Moreno María Fernanda, Carrasco Navarro Ulises, Pérez Pérez Wylma Dolores, Zúñiga León Jesus Eduardo, Cruz Narváez Yair, Fernández Perrino Francisco José y Fierro Fierro Francisco.	639
IXC31	EVALUACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE EXTRACCIONES DE ARN CON CALIDAD PARA ANÁLISIS DE RNA-SEQ ESPECÍFICO DE BALAMUTHIA MANDRILLARIS. Autores: Leobardo D. Gonzalez-Zuñiga, J. Reyes Gonzalez-Galaviz, Abraham Cruz-Mendivil, Luis F. Lares-Jiménez, Fernando Lares-Villa, Libia Z. Rodriguez-Anaya.	640
IXC32	EFFECTO DE LA LUZ LED EN LA SÍNTESIS DE MELANINA DE PLEUROTUS OSTREATUS. Autores: Sac Nicté Salgado, Joaquín Alberto Pérez, Jorge Soriano Santos.	641
IXC34	AISLAMIENTO DE HONGOS ENDÓFITOS DE TAXUS SP. Autores: Gerardo Díaz-Domínguez, Hypatia Arano-Varela, Francisco José Fernández-Perrino.	642
IXC35.	COPRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS Y EXOPOLISACÁRIDOS POR ENTEROBACTER SOLI EN CULTIVO SUMERGIDO. Autores: Ana Patricia Gayosso Sánchez, José Andrés Herrera Corredor, Neith Aracely Pacheco López, Ricardo Hernández Martínez	643
IXC36	EXPRESIÓN Y PURIFICACIÓN DEL REGULADOR TRANSCRIPCIONAL SCO3986 DE STREPTOMYCES COELICOLOR. Autores: Jesús Emiliano Campoy Román, Beatriz Ruiz Villafán, Sergio Sánchez Esquivel.	644
IXC37	ANÁLISIS DE LA EXPRESIÓN DE BACTERIOCINAS EN ENTEROCOCCUS FAECIUM QD-2. Autores: Sac Nicté Fuentes, Cindy A. Estrada y Maricarmen Quirasco.	645
IXC40	POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE KOCURIA RHIZOPHILA AISLADA DE UN ALIMENTO FERMENTADO. Autores: Marco Navarrete, Maricarmen Quirasco.	646

IXC42	COPRODUCCIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS Y POLIHIDROXIALCANOATOS CON BACILLUS THURINGIENSIS POR FERMENTACIÓN SUMERGIDA. Autores: Jesús David Castilla Marroquín, Neith Aracely Pacheco López, José Andrés Herrera Corredor, Francisco Hernández Rosas, Ricardo Hernández Martínez.	647
IXC43	EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LEVANO A PARTIR DE SUHOMYCES KILBOURNENSIS AISLADA DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA. Autores: Mariana González Torres, Neith Aracely Pacheco López, Francisco Hernández Rosas, Jericó Jabín Bello Bello, Ricardo Hernández Martínez.	648
IXC44	DESARROLLO DE ANTÍGENOS RICKETTSIALES Y SU EXPRESIÓN EN SISTEMAS HETERÓLOGOS. Autores: Mónica López, Bianca Alarcón, Blanca Estrada, Gerardo Espino.	649
IXC45	USO DEL ULTRASONIDO PARA INTENSIFICAR LA PRODUCCIÓN DE QUITIN DESACETILASAS EN CULTIVOS SÓLIDOS Y SUMERGIDOS DE ASPERGILLUS NIGER. Autores: Marlene Vázquez Aldana, Natalia Guadalupe Castro Gómez, María Aurora Martínez Trujillo, Martín Rogelio Cruz Díaz.	650
IXC46	LAVADO Y ULTRASONIDO COMO TRATAMIENTO DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA SACARIFICACIÓN DE LA CÁSCARA DE PIÑA Y LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO. Autores: Christian Michelle Rosales González, María Aurora Martínez Trujillo, Mayola García Rivero, Isabel de la Luz Membrillo Venegas.	651
IXC48	ESTUDIO ELECTROQUÍMICO DE LA DINÁMICA DE INTERACCIÓN ELECTRÓNICA ENTRE PSEUDOMONAS AERUGINOSA NEJ07R Y UN ELECTRODO DE TELA DE CARBONO UTILIZANDO PIOCIANINA COMO MEDIADOR REDOX. Autores: Jesús Alberto Pérez-García, Francisco Javier Bacame-Valenzuela, Yolanda Reyes-Vidal.	652
IXC49	CARACTERIZACIÓN GENÓMICA IN SILICO DE METABOLITOS SECUNDARIOS CON ACTIVIDAD BIOSURFACTANTE Y BIOEUMULSIFICANTE DE BACTERIAS HALOTOLERANTES DE CENOTES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. Autores: Andrés Medel Sánchez Lara, Griselda Karina Guillén Navarro, Susana del Carmen de la Rosa García, Guadalupe Eugenia Zarza Franco, Verónica García-Fajardo.	653
IXC50	ECOTIPO DE RANHELLA CONTAMINANS: SIMBIONTE DEL BACTERIOMA NÚCLEO DEL INTESTINO DE DENDROCTONUS SPP., CON CAPACIDAD PARA DEGRADAR XILANO. Autores: Flor N. Rivera-Orduña, Rosa María Pineda- Mendoza, Claudia Cano-Ramírez, Ma. Fernanda López y Gerardo Zúñiga.	654
IXC51	DISEÑO DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA ESPORULACIÓN DE FUSARIUM. Autores: Lucía Rico-García, Karime Vadillo-Noguerón, Estefanía Juárez-Hernández, Karla Macías-Sánchez.	655
IXC52	EXPRESIÓN DEL GEN PHAB DE BACILLUS MEGATERIUM BAJO DISTINTAS CONDICIONES DE CRECIMIENTO. Autores: Fátima García-Cervantes, Estefanía Juárez-Hernández, Karla Macías-Sánchez.	656

IXC53	PRODUCCIÓN DE PULCHERRIMINA POR UNA CEPA AUTÓCTONA DE <i>KLUYVEROMYCES MARXIANUS</i> . Autores: Jesús Fernando Ordaz, Sylvie le Borgne.	657
IXC54	ESTUDIO DEL PEQUEÑO RNA REGULADOR (SRNA) ERSA INVOLUCRADO EN LA SÍNTESIS DE ALGINATOS EN <i>AZOTOBACTER VINELANDII</i> . Autores: Miguel Castañeda-Vaquera, Juan Carlos de Lima-Mar, Itzel Rodríguez-Guerra, Miguel Castañeda-Lucio.	658
IXC55	IDENTIFICACIÓN SEROLÓGICA Y MOLECULAR DE ESPECIES DE <i>Mycoplasma</i> RECUPERADAS DE BECERRAS CON ENFERMEDAD RESPIRATORIA. Autores: Laura Jaramillo Meza, Fernando Díaz Otero, Manzo Sandoval Anabelle.	659
IXC56	VALIDACIÓN DE UN SISTEMA Dot-ELISA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA TUBERCULOSIS BOVINA. Autores: Laura Jaramillo Meza, Fernando Díaz Otero, Fernando Diosdado Vargas.	660
IXC57	PRODUCCIÓN DE MICELIO DEL HONGO COMESTIBLE <i>LENTINULA EDODES</i> Y CUANTIFICACIÓN DEL POLISACÁRIDO LENTINAN A TRAVÉS DE FERMENTACIÓN LÍQUIDA. Autores: Cindy Tamara Navarro Ramírez, María Remedios Mendoza López, Oscar García Barradas, Maribel Jiménez Fernández, César Espinoza Ramírez.	661
IXC58	EVALUACIÓN ANTIGÉNICA DE FAGO-PÉPTIDOS HACIA IGG BOVINAS RELACIONADAS CON LA RESPUESTA CONTRA ANAPLASMA MARGINALE. Autores: Mariana Canuto-Marcial, Itzel Amaro-Estrada, Elizabeth Salinas-Estrella, Mayra Cobaxin-Cárdenas, Rosa Estela Quiroz-Castañeda, Sergio Rodríguez-Camarillo.	662
IXC60	CEPAS DEGRADADORAS DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS AISLADAS DEL GOLFO DE MÉXICO. Autores: María P. Muñoz-Rivera, Daniel Morales-Guzmán, Fernando Martínez-Morales, María R. Trejo-Hernández.	663
IXC61	PRODUCTIVIDAD DE <i>ARTHROSPIRA PLATENSIS</i> EN MEDIO DE CULTIVO MODIFICADO Y CONDICIONES DE ILUMINACIÓN A ESCALA LABORATORIO. Autores: Daniela Michel Baltazar-Navarrete, Ana Lidia Quintero-Ramírez, María Isabel Fuentes-Parra, Laura Valdés-Santiago, Juan Carlos Rodríguez-Sierra.	664
IXC62	PRODUCCIÓN DE ANTICUERPOS POLICLONALES UTILIZANDO UNA PROTEÍNA RECOMBINANTE DERIVADA DEL GENOMA DE ANAPLASMA MARGINALE. Autores: Paola Cervantes-Barrera, Itzel Amaro Estrada, Elizabeth Salinas-Estrella, Mayra Cobaxin-Cárdenas, David Bustamante-García, Sergio Rodríguez-Camarillo.	665
IXC63	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL BIFIDOGÉNICO DE FRUCTANOS DE AGAVE Y NARINGINA/ β -CICLODEXTRINA SOBRE <i>BIFIDOBACTERIUM LONGUM</i> BB536. Autores: Nathalie Schlienger, Hugo Espinosa, Marisela González, José Daniel Padilla.	666

IXC63	IXC64. IDENTIFICACIÓN DE LA SUBUNIDAD A DE LA FIMBRIA TIPO 1 DE KLEBSIELLA PNEUMONIAE EMPLEANDO INMUNOPROTEOMICA. Autores: Ulises Vega Castillo, Héctor Samuel López Moreno, Salvador Velarde Félix.	667
IXC65	PHB PRODUCTION INCREASES BY ALGD, PYCA AND RSMA INACTIVATION IN AZOTOBACTER VINELANDII UNDER DIFFERENT CARBON SOURCES. Autores: Aidé Rodríguez Cortes, Brenda Zarate Morales, Miguel Castañeda Lucio, Liliana López Pliego.	668
IXC67	COMPRIENDIENDO LA FUNCIÓN DE LAS VESÍCULAS EXTRACELULARES DE <i>Neurospora crassa</i> . Autores: Daniel Alfonso Salgado Bautista, Rubén Darío Cadena Nava, Meritxell Riquelme.	669

LA MICROBIOTA CULTIVABLE DEL HEPATOPÁNCREAS E INTESTINO DEL CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO (*LITOPENAEUS VANAMMEI*)

Melany Cervantes-Echeverría, Rodrigo García-López & Adrián Ochoa-Leyva. Instituto de Biotecnología, UNAM. Cuernavaca, Morelos, 62210. melany.cervantes@ibt.unam.mx

Palabras clave: Camarón blanco, microbiota, cultivo.

Introducción. La acuicultura de camarón es una de las actividades económicas de mayor relevancia en México. El hepatopáncreas e intestino de camarón contienen una riqueza importante de bacterias que participan en la homeostásis del hospedero. Las poblaciones bacterianas del camarón se han estudiado principalmente utilizando la secuenciación masiva de ADN sin necesidad de cultivos o aislando especies en particular, pero no existen reportes intentando cultivar la mayor parte de la riqueza de la microbiota bacteriana presente en ambos órganos.

Metodología. Con el objetivo de cultivar la mayor riqueza de la microbiota del hepatopáncreas y el intestino del camarón se probaron 15 diferentes medios de cultivo modificados y propiedad del laboratorio con diferentes compuestos, ricos en nutrientes y fuentes de carbono. Se inocularon con un macerado de 6 órganos e incubaron a 30 °C en condiciones aerobias. Posteriormente, se extrajo el ADN bacteriano y se amplificaron las regiones V3-V4 del rRNA 16s para realizar secuenciación masiva. Finalmente, se generó el análisis bioinformático de los géneros cultivados, su comparación con el inóculo inicial (sin cultivar), así como la inclusión de un grupo de datos de bacterias de intestino y camarón secuenciadas a través del tiempo en los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

Resultados. La secuenciación a través del tiempo, grupo Tiempo (Fig. 1a), permitió la identificación de 334 géneros bacterianos presentes en el intestino y 8 de estos géneros (2.39%) lograron cultivarse en los medios. Interesantemente, estos géneros cultivados representan el 36.13% de la abundancia relativa del grupo Tiempo. La mezcla de intestinos utilizada como inóculo presentó 186 géneros de los cuales 101 (54%) se encontraron en la microbiota a través del tiempo y 8 (4.30%) se lograron cultivar, los cuales contenían el 24.18 % de la abundancia relativa del inóculo. Los cultivos de intestino adicionados con Medio M1 favorecieron la abundancia del género *Photobacterium* mientras los medios sin combinar presentaron mayor riqueza de géneros como *Pantoea*, *Acinetobacter*, etc. (Fig. 1a y b).

La secuenciación del hepatopáncreas a través del tiempo, grupo Tiempo (Fig. 1c), permitió la identificación de 618 géneros de los cuales 4 (0.64%)

lograron cultivarse y que representaron el 30.33% de la abundancia relativa del grupo Tiempo. Además, la mezcla de hepatopáncreas usada como inóculo presentó 52 géneros y 4 de ellos (7.7%) pudieron cultivarse en los diferentes medios, los cuales contenían el 52.12 % de la abundancia relativa del inóculo. Los cultivos de hepatopáncreas adicionados con Medio M1 favorecieron la abundancia del género *Photobacterium* mientras los medios sin combinar presentaron mayor riqueza de géneros como *Pantoea*, *Klebsiella*, etc. (Fig. 1b y c).

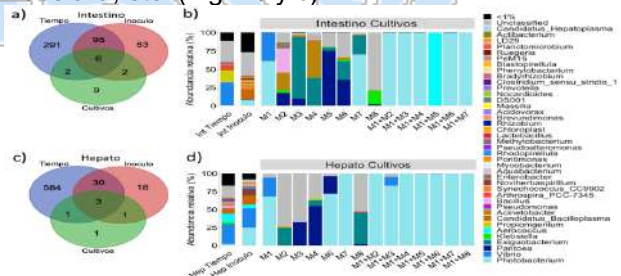


Fig. 1. Géneros compartidos de a) intestino y c) hepatopáncreas del grupo Tiempo, cultivos y el inóculo. Abundancias de géneros de b) intestino y c) hepatopáncreas del grupo Tiempo, cultivos y el inóculo.

Conclusiones. Una baja riqueza de los géneros bacterianos presentes en el intestino y el hepatopáncreas de camarón logra cultivarse en condiciones aerobias. Sin embargo, los géneros cultivados representan el 36.13% y el 30.33% de la abundancia relativa de la microbiota del intestino y hepatopáncreas secuenciada a través del tiempo respectivamente. Por otro lado, los medios de cultivo individuales permiten el crecimiento de una mayor riqueza que los combinados con M1.

Agradecimiento. DGAPA-PAPPIT-UNAM IN215520 y CONACYT Ciencia de Frontera 2019-263986.

Bibliografía.

1. Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2020 de la comisión nacional de acuicultura y pesca. (2020).
2. Cornejo-Granados, F., Gallardo-Becerra, L., Leonardo-Reza, M., Ochoa-Romo, J. P., & Ochoa-Leyva, A. (2018) *PeerJ*, (8).
3. Ali, S., Xie, J., Zada, S., Hu, Z., Zhang, Y., Cai, R. & Wang, H. (2022) *AMB Express*. 12(1):82

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA *in vitro* E *in silico* DE UNA COMBINACIÓN DE ACEITES ESENCIALES CONTRA *SALMONELLA ENTERICA*

Valentín Moreno-Treviño, Anahí Mendoza-Zamora, Rocío Álvarez-Román, Arturo Espinoza-Mata, Ezequiel Viveros-Valdez, Sergio A. Galindo-Rodríguez. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, 66455. angel.morenotv@uanl.edu.mx

Palabras clave: Aceite esencial, sinergismo, antimicrobiano

Introducción. Debido a su alta frecuencia de brotes en alimentos contaminados, *Salmonella enterica* es uno de los patógenos transmitidos por alimentos de mayor interés. Por ello, este microorganismo está incluido en el Sistema de Vigilancia Epidemiológico Nacional (1). Por otro lado, la preferencia de los consumidores por alimentos con la menor cantidad de aditivos sintéticos ha motivado la búsqueda por nuevos conservadores de origen natural (2). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana sinérgica de los aceites esenciales (AE) de *Lippia* sp y *Thymus vulgaris*, así como asociar su actividad con su afinidad por la proteína membranal BamA de *S. enterica*.

Metodología. Se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) mediante dilución seriada en microplaca para cada AE (3). Posteriormente, se empleó la técnica de *checkerboard* (4) con algunas modificaciones para evaluar el efecto sinérgico; se usó rezasurina para detectar las células viables. Para el ensayo *in silico*, se utilizó el programa PyRx Virtual Screening Tool para determinar las mayores energías de afinidad entre la proteína transmembranal BamA de *S. enterica* (PDB: 5OR1) y los componentes de los AE. Los resultados fueron visualizados con el programa Discovery Studio Visualizer.

Resultados. Las CMI de los AE de orégano (AEO) y tomillo (AET) fueron de 500 y 1,000 µg/mL, respectivamente. En la prueba de sinergismo, se obtuvo una reducción de las CMI a 125 y 250 µg/mL, respectivamente (Figura 1). Se obtuvo una concentración inhibitoria fraccional (FIC) de 0.5.



Fig. 1. Actividad antimicrobiana sinérgica entre AEO y AET.

Las mayores energías de afinidad a la proteína BamA, necesarias para el ensamble de la membrana celular,

se presentan en la Tabla 1. El tipo de interacciones existentes se muestran en la Figura 2.

Tabla 1. Compuestos de los aceites esenciales con mejores energías de afinidad a la proteína BamA.

Aceite esencial	Componente	Afinidad (Kcal/mol)
Orégano	β-cariofileno	-7.0
	α-humuleno	-6.7
	Timol	-5.8
Tomillo	Carvacrol	-6.2
	Alcanfor	-5.9
	Canfeno	-5.8

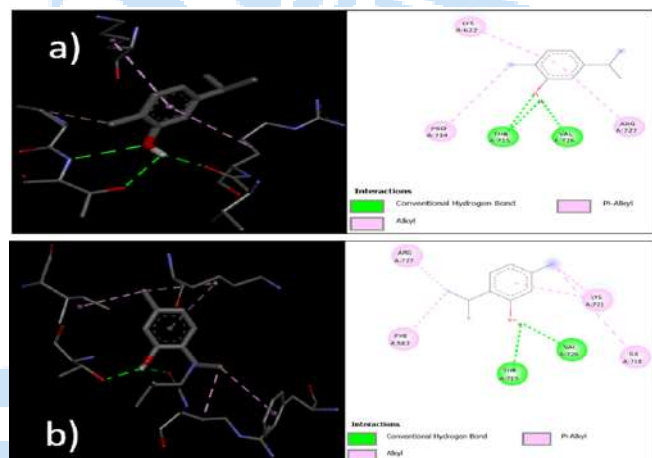


Fig. 2. Interacciones electrostáticas entre proteína – ligando: a) BamA-carvacrol; b) BamA-Timol.

Conclusiones. El sinergismo entre los AE potencia su inhibición contra *S. entérica*, lo cual abre la posibilidad para su uso en alimentos como agentes conservadores naturales.

Agradecimiento. VMT agradece a CONACYT la beca (no. 822046) para realizar la maestría en MYAIRB (SNP-CONACYT); así mismo, el apoyo en el PAICYT-UANL 2023

Bibliografía. 1. Contreras B *et. al.* (2019). *Revista bio ciencias*. 2. Gonçalves N *et. al.* (2017). *Food Research International*, 96, 154-160. 3. National Committee for Clinical Laboratory Standards. (1999). *National Committee for Clinical Laboratory Standards*, 19 (18). 4. Bellio P *et. al.* (2021). *MethodsX*, 8, 101543.

Análisis bioinformático de proteínas extracelulares de *Neurospora crassa* para identificación de proteínas de aplicación industrial

Daniel Alfonso Salgado Bautista¹, Ernesto Favela Torres² y Ulises Carrasco Navarro²

¹Departamento de microbiología experimental, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México. C.P.: 22860. ²Planta piloto de fermentación en estado sólido, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Ciudad de México, México, C.P. 09340. e-mail: em.daniel.alf@gmail.com

Neurospora crassa, proteómica, aplicación industrial

Introducción. *Neurospora crassa* es un hongo filamentoso que ha sido utilizado ampliamente en investigación bioquímica y genética (1). Sin embargo, los estudios sobre su potencial para la producción de proteínas de interés industrial son limitados. Desde los primeros trabajos, el crecimiento y metabolismo de *N. crassa* ha sido ampliamente estudiado en cultivos en medio líquido (CML) y superficial. No obstante, los estudios de *N. crassa* en cultivo en medio sólido son mínimos. Por otro lado, recientemente se ha demostrado que la secreción de proteínas y otros metabolitos por hongos filamentosos es mayor en CMS que en CML (2-4).

El objetivo de este trabajo fue identificar, a través de un análisis bioinformático, algunas proteínas extracelulares producidas por *Neurospora crassa* para inducir su producción en CMS.

Metodología. Para el análisis bioinformático se descargó el proteoma de referencia para *N. crassa* (UniProt: Proteome ID UP000001805). El proteoma se analizó con Phobious, clasificando las proteínas por intracelulares, con presencia de péptido señal o transmembranales. Posteriormente, con GhostKOALA se realizó una clasificación funcional de las proteínas con péptido señal. Con la base de datos String se identificó la interacción y los procesos celulares con que se relacionan las proteínas.

Resultados. El proteoma de referencia de *N. crassa* presentó 10,256 proteínas, su distribución se muestra en la figura 1a. De las 1,224 proteínas con péptido señal, sólo el 29.6% se le asignó una función con GhostKOALA, identificando que la mayor parte se asocia al metabolismo de carbohidratos. De las 1,225 proteínas con péptido señal, únicamente 170 son enzimas, y 399 no han sido caracterizadas, siendo 39 proteínas con una interesante interacción relacionada a mecanismos de señalización celular. Entre las enzimas identificadas se encuentran, principalmente glucanasas y xilanasas, las cuales podrían ser

inducidas con materiales con alto contenido de hemicelulosa.

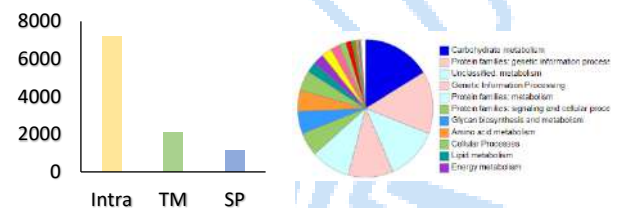


Fig. 1. a) Número de proteínas de *N. crassa* (NEUCR) de acuerdo a su localización usando Phobious. b) Clasificación de las proteínas con péptido señal con GhostKOALA

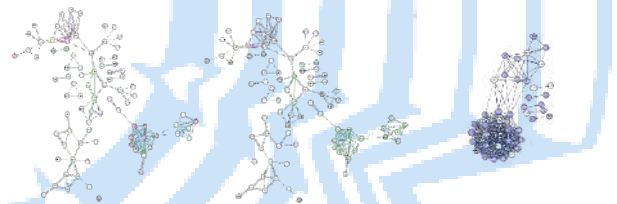


Fig. 2. Redes de interacción obtenidas con *String* (*Confidence*=0.7). a) Proteínas con degradación de polisacáridos como lignina, xilano y lípidos. b) Proteínas asociadas a la degradación de aminoglicanos, arabinosa, celulosa, pectina, fosfolípidos y xilano. c) Interacción de proteínas relacionadas a mecanismos de señalización.

Conclusiones. El análisis bioinformático permitió identificar algunas enzimas de interés industrial susceptibles de ser producidas por *N. crassa* en cultivo en medio sólido.

Agradecimiento. DASB, EFT y UCN agradecen al CONAcYT por el apoyo del proyecto CF-2023-I-1001. DASB agradece a CONAcYT por la beca posdoctoral continuidad 2022.

Bibliografía.

- Davis, R., Perkins, D. (2002). *Nat Rev Genet* 3, 397–403.
- Urrutia-Guerrero et al., (2021). *Process Biochem* 108, 169-175.
- Salgado-Bautista D.A. et al., (2020). *Fungal Biol* 124, 723-734.
- Molelekoa, T.B.J. et al., (2021) *Fermentation* 7(4), 295.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA *in vitro* DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Lippia sp.*) NANOENCAPSULADO CONTRA MICROORGANISMOS FORMADORES DE LA BIOPELÍCULA DENTAL

Sofía Cruz-Lizcano¹, David Ortiz-Martínez¹, David García-Hernández¹, Rocío Álvarez-Román², Nancy Espinosa-Carranza¹, Sergio Galindo-Rodríguez¹. ¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, 66455. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina, Monterrey, 64460. nahomi.cruzlzc@uanl.edu.mx

Palabras clave: Antibacteriano, aceite esencial, biopelícula dental

Introducción. Las enfermedades periodontales son de los padecimientos bucodentales más prevalentes en la población mundial. Su principal factor etiológico es el asentamiento de la biopelícula en las superficies dentales. En respuesta a la necesidad de encontrar alternativas terapéuticas menos agresivas con su tejido diana y contrarrestar la resistencia microbiana, se ha recurrido al uso de aceites esenciales (AE) (1). En particular, el aceite esencial de orégano (AEO) posee altos porcentajes de carvacrol y timol, los cuales le confieren actividad antimicrobiana. Asimismo, con la nanoencapsulación se ha buscado formar un sistema de liberación controlada para aumentar la estabilidad química y física de los AE, evitando su degradación y así, favorecer su bioactividad (2). El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una formulación de nanopartículas poliméricas cargadas con el aceite esencial de orégano (NP-AEO) y evaluar su actividad antibacteriana *in vitro* contra dos de los principales formadores de la biopelícula dental, *Streptococcus gordonii* y *Streptococcus mutans*.

Metodología. Las NP-AEO fueron obtenidas mediante la técnica de nanoprecipitación y caracterizadas en función de su tamaño, índice de polidispersidad (PDI) y potencial zeta (3). Posteriormente, se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) de las NP-AEO y del AEO mediante la técnica de microdilución en microplaca contra ambas cepas de *Streptococcus*; se usó clorhexidina (CHX) como control positivo. De cada tratamiento se evaluó su actividad antibacteriana a las 24, 48 y 72 h.

Resultados. Se obtuvieron las NP-AEO en un sistema homogéneo y con un tamaño favorable para la interacción con las células bacterianas (Tabla 1). Respecto a la CMI de las NP-AEO se obtuvieron valores de 266.96 ± 0.84 µg/mL en ambas cepas. Por su parte, la CMI del AEO fue de 1000 µg/mL para *S. mutans* y 500 µg/mL para *S. gordonii*. El porcentaje de inhibición en ambas cepas se mantuvieron arriba del 80% hasta las 72 h con las NP-AEO (Figura 1).

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de las NP-AEO obtenidas por la técnica de nanoprecipitación (n=5; $\bar{x} \pm DS$).

Formulación	Tamaño (nm)	PDI	Potencial Zeta (ζ)
NP-AEO	171.82 ± 4.93	0.066 ± 0.021	-0.786 ± 0.14
*NPb	147.74 ± 6.38	0.067 ± 0.014	-0.968 ± 0.23

*NPb = NP sin AEO.

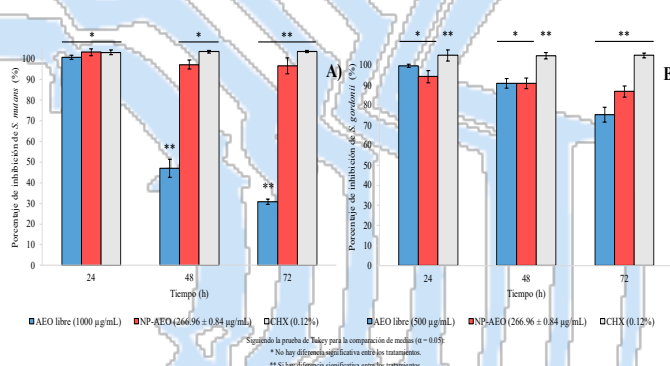


Fig. 1. Evaluación del efecto inhibitorio durante 72 h de la CMI establecida para el AEO libre y las NP-AEO contra A) *S. mutans* y B) *S. gordonii* (n=3; $\bar{x} \pm DS$).

Conclusiones. La nanoencapsulación del AEO incrementó su actividad antibacteriana. Lo anterior sugiere que las NP-AEO presentan potencial como alternativa terapéutica o coadyuvante natural para el control de la biopelícula dental y así prevenir enfermedades periodontales.

Agradecimientos. Al PAICYT-UANL 2023.

Bibliografía.

1. Sin, C., Britos, M., Chamorro, E., Cáceres, M., Fernández, D., & Ortega, S. (2021). *Odontología Vital*, (35), 32-43. 2. Claudio-Rizo, J. A., Cano Salazar, L. F., Flores-Guía, T. E., & Cabrera-Munguía, D. A. (2021). *Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 14(26). 3. Fessi, H. P. F. D., Puisieux, F., Devissaguet, J. P., Ammoury, N., & Benita, S. (1989). *International Journal of Pharmaceutics*, 55(1), R1-R4. 4. National Committee for Clinical Laboratory Standards. (1999). *National Committee for Clinical Laboratory Standards*, 19 (18).

IMPACTO DE LA BIOTRANSFORMACIÓN DE FURFURAL SOBRE EL NIVEL TRANSCRIPCIONAL DE GENES DEL METABOLISMO DE ACETATO Y LA FOSFORILACIÓN OXIDATIVA.

José Eduardo Arteaga Gómez, Sylvie Le Borgne, Ernesto Rivera Becerril, Juan Carlos Sigala Alanis, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, Ciudad de México, C.P. 05348, eduardo.arteaga1711@gmail.com

Palabras clave: *Acinetobacter*, furfural, acetato.

Introducción. Algunos pretratamientos de la biomasa lignocelulósica producen sustancias como el furfural, el cual, es tóxico para los microorganismos fermentadores utilizados en el aprovechamiento de dicha biomasa¹. *Acinetobacter baylyi* ADP1 no utiliza al furfural como fuente de carbono sino que lo biotransforma en difurfuril éter mediante el uso de las enzimas FrmA y AreB, las cuales, son dependientes de NADH/NADPH². Durante el catabolismo aerobio de acetato (CA), un detrimento en el crecimiento de *A. baylyi* ADP1 puede ser causado por la competencia del NADH/NADPH³ necesario para la biotransformación del furfural y la producción de energía mediante la fosforilación oxidativa (FO)⁴. Durante la fase de crecimiento exponencial, genes del CA y FO podrían cambiar su expresión afectando así el desarrollo celular.

El objetivo de este estudio es determinar el efecto de la biotransformación del furfural sobre la expresión de genes del CA y FO durante el crecimiento de *A. baylyi* ADP1 en acetato.

Metodología. El análisis transcripcional y la determinación de cofactores se evaluaron durante la fase exponencial de crecimiento. Las muestras fueron recolectadas antes y tras la adición de 2 pulsos de furfural para una concentración final de 1 g/L furfural en el medio. El ensayo de RT-qPCR fue realizado de acuerdo con las directrices MIQE⁵. El método de $\Delta\Delta Cq$ se usó para calcular la expresión relativa de los genes. La determinación de cofactores se llevo a cabo mediante un ensayo colorimétrico a 450 nm.

Resultados. Cambios en los niveles de expresión de diversos genes mostraron la influencia del furfural sobre el CA y FO durante la fase exponencial de crecimiento. Se prefieren reacciones involucradas en la formación de NADPH (*icd*) y NADH (*sfca*) (FIG 1). Por otro lado, diferencias estadísticamente significativas revelan un aumento del cofactor NADH en presencia de furfural (FIG 2). Una disminución en el nivel de expresión de algunos genes de la FO sugieren que este proceso no se lleva a cabo de manera adecuada.

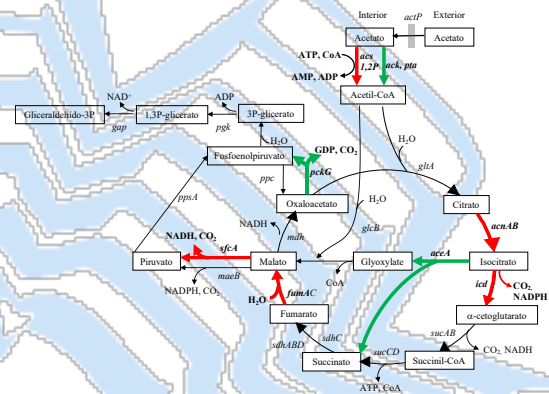


Fig. 1. Catabolismo de acetato durante la fase exponencial del crecimiento en presencia de 1 g/L furfural. Las flechas verdes y rojas representan sub o sobreexpresión de los genes involucrados, respectivamente. Flechas negras indican que no hubo cambios en su nivel de expresión.

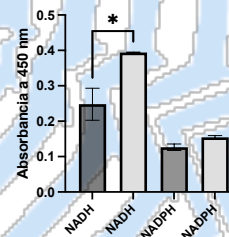


Fig. 2. Determinación relativa de cofactores durante la fase exponencial del crecimiento. Las barras oscuras representan la condición sin furfural y las barras claras la condición con 1 g/L furfural.

Conclusiones. Durante la fase exponencial de crecimiento, un aumento en la cantidad de NADH da soporte a la biotransformación de furfural. Cambios en la FO afectan el crecimiento celular. Esta caracterización contribuye al entendimiento fisiológico de *Acinetobacter* como detoxificador microbiano.

Agradecimiento. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Bibliografía.

1. Palmqvist, E., et. al. (2000). *Bioresour. Technol.* 74 (1): 25-33.
2. Arteaga, J., et. al. (2021). *Biotechnol. Lett.* 43 (5): 1043-1050.
3. Mills, T., et. al. (2009). *Biotechnol. Biofuels.* 2 (1): 1-11.
4. Miller, E., et. al. (2010). *Biotechnol. Lett.* 32 (5): 661-667.
5. Taylor S., et. al. (2010). *Methods.* 50 (4): S1-S5.

USO DE PEPTIDOGLUCAN HIDROLASAS RECOMBINANTES PARA LA ELIMINACIÓN DE BIOPELÍCULAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Katya Paola Ibarra Domínguez, Amelia Farrés. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Alimentos y Biotecnología, Ciudad de México, 04510, k.ibarra864@gmail.com

Palabras clave: biopelículas, peptidoglucan hidrolasa, Pediococcus acidilactici.

Introducción. Las biopelículas formadas por patógenos son un problema permanente en la industria alimentaria. Los tratamientos químicos y con antibióticos presentan el problema de generar efectos adversos o de ineficacia por la creciente resistencia a los antibióticos. Un tratamiento alternativo es el uso de enzimas líticas para desestabilizar la biopelícula al hidrolizar el peptidoglucano de las bacterias que la componen (1).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la eliminación de biopelículas en poliestireno mediante tratamiento enzimático con las peptidoglucan hidrolasas (PGH) recombinantes de *P. acidilactici* ATCC 8042. Tras evaluar la formación de biopelículas en varias especies, se seleccionó como modelo de trabajo *Listeria innocua*.

Metodología. La determinación de las condiciones óptimas de formación de biopelículas se realizó de acuerdo a Cáceres et al. (2). Para el tratamiento enzimático se ocuparon las distintas concentraciones de proteína ($\mu\text{g/mL}$) de las enzimas recombinantes. La evaluación se realizó a las 24 h al cuantificar la biomasa total (0.5%) (3) y las células viables con MTT (5 mg/mL) (4). Las enzimas recombinantes AMI 123 y GLU 32 son producidas en medio LB con ampicilina, previamente clonadas y expresadas en *E. coli* Rosetta, usando pET-22b(+) como vector de clonación e IPTG como inductor. El peso molecular se visualizó en SDS-PAGE y la actividad lítica en zimogramas contra *Micrococcus lysodeikticus*. Además, se realizó la caracterización bioquímica del extracto respecto a la temperatura, pH y iones de acuerdo al ensayo espectrofotométrico de N-acetilglucosaminidasa y N-acetilmuramoi-L-alanina amidasa.

Resultados. Las enzimas recombinantes AMI 123 y GLU 32 mostraron un peso molecular de 65 kDa y 51 kDa, respectivamente (Fig.1). La condición óptima de formación de la biopelícula de *L. innocua* se muestra en la tabla 1. Se evaluó el efecto de las PGH recombinantes contra la biopelícula de *L. innocua* (Fig. 2), encontrando mayor degradación con 200 $\mu\text{g/mL}$ de proteína.

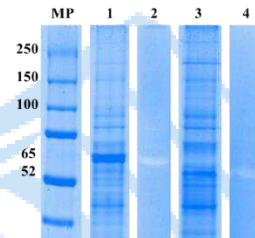


Fig. 1. Expresión de las proteínas recombinantes AMI 123: 1. SDS-PAGE y 2. Zimograma vs *M. lysodeikticus* y GLU 32: 3. SDS-PAGE y 4. Zimograma vs *M. lysodeikticus*

Tabla 1. Condición óptima de biopelícula de *L. innocua*

Medio de cultivo	Temperatura de incubación	Tiempo de incubación
BHI + 5% sac	37°C	24 h

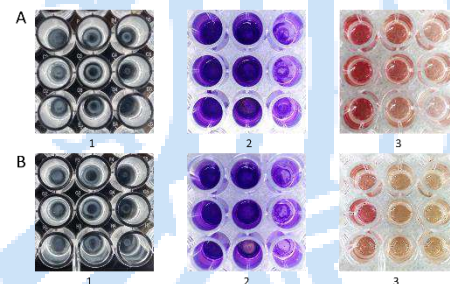


Fig. 2. Tratamiento enzimático contra biopelícula de *L. innocua* 1. Sin tinte, 2. Ensayo con cristal violeta 0.5%. 3. Ensayo con MTT (5 mg/mL) de las enzimas recombinantes A) AMI123 y B) GLU 32.

Conclusiones. Las enzimas recombinantes de *P. acidilactici* ATCC 8042 provocan destrucción de las biopelículas de *L. innocua* en superficies de poliestireno.

Agradecimiento. PAIP 5000-9095 Facultad de Química, UNAM. Conacyt beca CVU 1146260. PAEP.

Bibliografía.

- Galié, S., García-Gutiérrez, C., Miguélez, E. M., Villar, C. J., & Lombó, F. (2018). *Front Microbiol.* Vol 9: 898.
- Cáceres, M. E., Etcheverría, A. I., & Padola, N. L. (2019). *Rev. Argent.*, Vol 51(3): 208–213.
- Stepanovic, S., Vukovic, D., Dakic, I., Savic, B., & Svabic-Vlahovic, M. (2000). *J. Microbiol Methods*, Vol 40(2): 175–179.
- Stiefel, P., Rosenberg, U., Schneider, J., Mauerhofer, S., Maniura-Weber, K., & Ren, Q. (2016). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* Vol 100(9): 4135–4145.

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA BEAUVERICINA Y SU SINERGISMO CON ANTIBIOTICOS EN BACTERIAS RESISTENTES

José Norberto Vásquez Bonilla¹; Juan Esteban Barranco Florido²; Edith Ponce Alquicira¹; Aida Hamdan Partida³, Octavio Loera Corral¹; ¹Doctorado en Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. ²Departamento de Sistemas Biológicos, ³Departamento de Atención a la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Ciudad de México C.P.09340. Correo electrónico del responsable del trabajo: jvasquez@correo.xoc.uam.mx

Palabras clave: *Beauvericina, Concentración mínima inhibitoria, Efecto sinérgico*

Introducción. La beauvericina (BEA) es un metabolito secundario producido por algunos hongos entomopatógenos (HE) tales como *Cordyceps* sp. y *Beauveria bassiana*, así como hongos fitopatógenos del género *Fusarium* sp. La molécula tiene diversas actividades biológicas, mostrando un efecto sinérgico cuando se combina con antimicóticos, sin embargo, no se ha explorado si este mismo efecto se observa al combinar la BEA con antibióticos¹, lo cual representa una excelente alternativa para el desarrollo de nuevos fármacos antimicrobiano o adyuvantes de los antibióticos actuales que ayuden a combatir la emergencia sanitaria de resistencia a los antibióticos². El objetivo de este trabajo es determinar el efecto que posee la BEA al ser combinada con antibióticos frente a cepas bacterianas de importancia clínica.

Metodología. Se utilizaron dos cepas de *S. aureus*, ATCC 43300 resistente a metilicina y oxacilina y la ATCC 25923 sin resistencia a antibióticos. También se utilizó la cepa de *S. typhimurium*, ATCC 14028. Para la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) se utilizó la técnica de microdilución³ en placa mientras que el efecto sinérgico se determinó utilizando la técnica de tablero (*checkerboard test*) (Fig. 1) y determinando el índice de la concentración inhibitoria fraccional (ICIF)⁴.

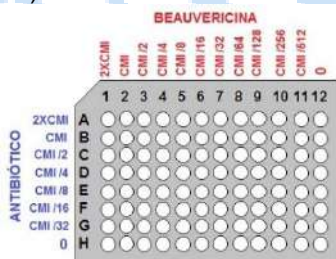


Fig. 1. Representación de la técnica de tablero, mostrando las diferentes combinaciones de BEA y antibiótico.

Resultados. A diferencia de oxacilina y lincomicina donde la diferencia en la CMI entre la cepa de *S. aureus* resistente (ATCC 4300) y no resistente (ATCC 25923) es muy grande, la CMI de BEA es de tan solo el doble entre estas cepas, lo que indica una menor resistencia a la BEA por parte de la cepa resistente en

comparación a oxacilina y lincomicina, sin embargo, no fue posible determinar la CMI de BEA para *S. typhimurium* ya que esta fue capaz de crecer en la concentración más alta de BEA de 30 µM (tabla 1), por otro lado, los valores de ICIF indicaron que existe un efecto sinérgico al combinar oxacilina con BEA en ambas cepas de *S. aureus*, un efecto aditivo al combinar lincomicina con BEA en ambas cepas de *S. aureus* y un efecto antagónico al combinar ciprofloxacino con BEA en la cepa ATCC 14028 de *S. typhimurium*.

Tabla 1. Concentración mínima inhibitoria (CMI) para las cepas bacterianas utilizadas. N/A: no aplica. -: sin efecto

Cepa	Beauvericina	Oxacilina	Lincomicina	Ciprofloxacino
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0.31 µM	0.015 µM	0.038 µM	N/A
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	0.62 µM	0.125 µM	320 µM	N/A
<i>S. typhimurium</i> ATCC 14028	-	N/A	N/A	2.5 nM

Conclusiones. La BEA presenta un potencial para el desarrollo de nuevos fármacos antibacterianos ya sea sola o como coadyuvante con otros antibióticos, especialmente en infecciones causadas por *S. aureus*.

Agradecimiento. Se le agradece a la Universidad Autónoma Metropolitana por el financiamiento para esta investigación, así como a CONACyT por la beca otorgada a José Norberto Vásquez Bonilla (745861).

Bibliografía.

- Vásquez-Bonilla N, Cabrera-Vega E, Vázquez-Olvera I, Gutiérrez-Nava A, Hurtado- y de la Peña M, Barranco-Florido E (2017) *Rev Mex Ciencias farmacéuticas* 48(4):16-26.
- OMS, 2022 <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibi%C3%B3ticos>
- Canut-Blasco A, Cllazos-Blanco A, Díez-Aguilar M, Morosini-Reilly MI, Rodríguez-Gascon A, Seral-García C (2020) *EIMC* 70:6-9.
- Esteban P, Redrado S, Comas L, Domingo MP, Millán-Lou MI, Seral C, Algarate S, Lopez C, Rezusta A, Pardo J, Arias M, Galvez EM (2021) *Toxins* 13(2).

INFLUENCIA DEL REGULADOR TRANSCRIPCIONAL SCO7424 SOBRE LA SÍNTESIS DE ANTIBIÓTICOS EN *Streptomyces coelicolor*

Gladys Marcela Vega Saucedo, Beatriz Ruíz Villafán, Sergio Sánchez.

Instituto de Investigaciones Biomédicas, Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX 04510, glamarvega@gmail.com.

Palabras clave: *Streptomyces*, regulación, antibióticos.

Introducción. Las bacterias del género *Streptomyces* son importantes debido a su capacidad para producir metabolitos secundarios biológicamente activos, entre ellos los antibióticos. Su síntesis se ve sujeta a una gran cantidad de mecanismos regulatorios, entre ellos la Represión Catabólica por Carbono (RCC). Dicho mecanismo consiste en el uso secuencial y ordenado de fuentes de carbono. La RCC en *Streptomyces* ha sido estudiada en *Streptomyces coelicolor* A3(2), debido a que se conoce su genoma en su totalidad y produce al menos 3 antibióticos pigmentados: actinorrodina (Act), undecilprodigiosina (Red) y la coelomicina (CPK) (1). Recientemente, en un estudio transcriptómico, donde *S. coelicolor* fue sometida a concentraciones represoras de glucosa, se observó que 645 genes presentaron una expresión diferencial. De ellos al menos 20 correspondían a reguladores transcripcionales, y de los cuales el gen *sco7424* llamó particularmente la atención debido a que fue el regulador con mayor sobre-expresión en condiciones represoras (1).

Por ende, el objetivo de este proyecto es evaluar la influencia del regulador transcripcional SCO7424 sobre la síntesis de los antibióticos Act y Red en *Streptomyces coelicolor*.

Metodología. Para determinar los posibles genes blanco del regulador SCO7424, se obtuvo su firma mediante el programa MEME y los genes blanco empleando MAST (2). Para determinar el efecto del regulador, se planea su eliminación de la cepa *S. coelicolor* M145 mediante la técnica de PCR targeting (3). Posteriormente, se complementará la cepa Δ *sco7424::apra* mediante transformación por protoplastos (4). Una vez obtenidas ambas cepas, se medirán los parámetros de crecimiento, consumo de glucosa y producción de Act y Red (5). Finalmente, se realizará RT-qPCR de al menos 3 posibles genes blanco involucrados en la síntesis de antibióticos (5).

Resultados. El regulador transcripcional SCO7424 tiene 2832 posibles genes blanco, de los cuales 99 corresponden a genes involucrados en la síntesis de metabolitos secundarios en *S. coelicolor*.



Fig. 1. Firma o posible sitio de unión a ADN del regulador transcripcional SCO7424 (CGTGCXXGXCAXXACXXCCTGGTCGXTG) obtenida mediante MEME (2).

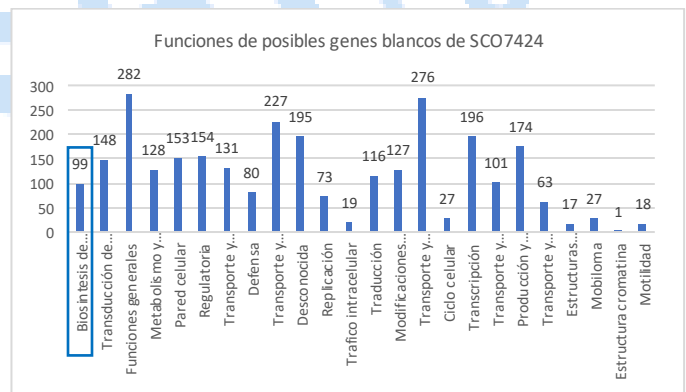


Fig. 2. Gráfica de posibles genes blanco de SCO7424 y sus funciones obtenidos mediante MAST (2).

Conclusiones. Dentro de los 99 genes blanco involucrados en la síntesis de metabolitos secundarios, se hallan genes que codifican para policétido sintasas, enzimas encargadas de la síntesis de algunos antibióticos, como Act y Red.

Agradecimiento. Se agradece al CONACYT por la beca a la alumna de maestría y el apoyo al proyecto AI-S-9143.

Bibliografía.

- Romero-Rodríguez, A., Rocha, D., Ruiz-Villafán, B., Tierrafria, V., Rodríguez-Sanoja, R., Segura-González, D., & Sánchez, S. (2016). *BMC Microbiology*, 16(77).
- Bailey, T. L., Johnson, J., Grant, C. E., & Noble, W. S. (2015). *Nucleic Acids Research*, 43(W1), W39–W49.
- Gust, B., Challis, G. L., Fowler, K., Kieser, T., & Chater, K. F. (2003). *PNAS, USA*, 100(4), 1541–1546.
- Kieser, T., Bibb, M. J., Buttner, M. J., Chater, K. F., & Hopwood, D. A. (2000). Introduction of DNA into *Streptomyces*. En: *Practical Streptomyces genetics*. John Innes Foundation. Inglaterra, 230-249.
- Romero-Rodríguez, A., Ruiz-Villafán, B., Tierrafria, V. H., Rodríguez-Sanoja, R., & Sánchez, S. (2016). *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 180(6), 1152–1166.

CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NUEVOS VECTORES DE EXPRESIÓN PARA *Actinobacillus succinogenes*

Angélica Vallejo Giraldo^a, Luz María Martínez Mejía^a, Noemí Flores^a, Rosa Isela Corona González^b
Guillermo Gosset Lagarda^a

^aDepartamento de Ingeniería Celular y Biotecnología, Instituto de Biotecnología, UNAM, Avenida Universidad 2001, Cuernavaca, Morelos 62210, México. gosset@ibt.unam.mx. ^bDepartamento de Ingeniería Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Boulevard Marcelino García Barragán 1421, Guadalajara, Jalisco 44430, México. rosa.corona@academicos.udg.mx.

Palabras clave: *Actinobacillus succinogenes*, vector de expresión, malato deshidrogenasa.

Introducción. *Actinobacillus succinogenes* 130Z es una bacteria gram negativa anaerobia facultativa, capnófila (1). Este organismo está categorizado como uno de los mejores productores naturales de ácido succínico (AS) reportados hasta el momento. Sin embargo, el desarrollo de herramientas genéticas eficientes es limitado (2). Así que para la generación de herramientas genéticas en microorganismos no modelo como *A. succinogenes*, se requiere de la selección de elementos reguladores esenciales como promotores, RBS y terminadores, esto con el fin de elaborar circuitos genéticos más versátiles (3). Dado a esto, se planteó la generación de vectores de expresión con elementos nativos y exógenos a fin de caracterizarlos y así puedan utilizarse para otras aplicaciones de ingeniería metabólica en el futuro en este microorganismo.

Generar vectores de expresión para *A. succinogenes*.

Metodología. La construcción de los vectores pMCLactrc, pMCpmdh, pMCLactrcmdh y pMCmdh se llevó a cabo mediante el uso de la técnica de clonación circular por extensión de la polimerasa (CPEC) y clonación libre de restricción (RFC) (4). La obtención del extracto crudo y la determinación de actividad enzimática de la malato deshidrogenasa se realizó siguiendo la metodología propuesta en (5). La extracción de RNA, la obtención de cDNA y el análisis mediante RT-qPCR se llevó a cabo según lo indicado en (6).

Resultados. Se ha diseñado y construido los plásmidos (pMCLactrc, pMCpmdh, pMCLactrcmdh y pMCmdh), basados en el vector de amplio rango de hospedero pMC-Express, que pueden usarse en miembros de la familia *Pasteurellaceae*. Estos vectores pueden ser utilizados para la expresión de genes nativos como heterólogos en forma constitutiva (pMCpmdh) o regulada (pMCLactrc).

La fuerza de los diferentes promotores aquí evaluados (P_{trc} y P_{mdh}) fue determinada por la medida de la actividad de la enzima malato deshidrogenasa que es codificada por el gene *mdh*. En el caso del plásmido

pMCLactrcmdh, hemos demostrado que el gen *mdh*, bajo el control del promotor *trc* de *E. coli*, es funcional en *A. succinogenes* 130Z y que sobreexpresa cerca de 2 veces más actividad enzimática y que el alelo del represor *lacI^q* que porta el sistema de expresión regulada pMCLactrc no presenta fugas de expresión del gen de estudio y que bajo las condiciones evaluadas acorde con los resultados obtenidos por [2]. Y que el rango óptimo de inducción de este sistema regulador se encuentra entre 1 – 2 mM de IPTG. Para el plásmido pMCmdh se observó que sobreexpresa cerca de 4 veces más la actividad enzimática de *mdh*. Los datos obtenidos por RT-qPCR muestran un aumento significativo en los niveles de transcripción de *mdh* entre 22.87 ± 6.84 y 19.44 ± 2.05 veces en pMCLactrcmdh y pMCmdh respectivamente (Fig. 1).

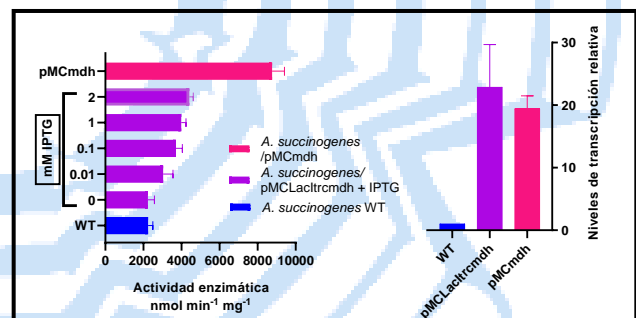


Fig. 1. Actividad enzimática y niveles de transcripción relativa de *mdh*.

Conclusiones. Los sistemas de expresión aquí construídos son funcionales en *A. succinogenes* y permiten la expresión tanto regulada como constitutiva de genes nativos.

Agradecimiento. Donativo PAPIIT-UNAM AG200322.

Bibliografía. (1) Dessie W., Xin F., Zhang W., Jiang Y., Wu H., Ma J., Jian M. (2018). *Appl Microbiol Biotechnol* 102, 9893–9910. (2) Long D, Immethun Ch, Vallecilla-Yepez L, Wilkins M, Saha R. (2021) *PLoS ONE* 16(5):1-17. (3) Zhao M., Yuan Z., Wu L., Zhou S., Deng Y. (2021). *ACS Synth. Biol.* 2022, 11, 92–102. (4) Quan, J., Tian, J. (2011). *Nat. Protoc.* 6, 242–251. (5) Van der Werf M., Guettler M. Jain M., Zeikus J. (1997). *Arch Microbiol* (1997) 167 : 332–342. (6) Rodríguez, A., Martínez, J.A., Báez-Viveros, J.L. Flores N., Hernández-Chávez G., Ramírez O., Gosset G., Bolívar F. (2013). *Microb Cell Fact* 12, 86: 1-17.

PARÁMETROS DE CRECIMIENTO SIGMOIDEO DE *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12[®] CON DIFERENTES PREBIÓTICOS.

Angela Gabriela Luján-Rodríguez ¹, Gabriela Rodríguez-Hernández ², Ana Isabel Mireles-Arriaga ³, Servando Rojas-González ^{4*}. ¹Universidad de Guanajuato. Escuela de Nivel Medio Superior-Irapuato. ²Universidad de Guanajuato. Departamento de alimentos. ³Universidad de Guanajuato. ^{4*}Departamento de Agronomía. Universidad de Guanajuato. Departamento de Veterinaria y Zootecnia. Cd. Irapuato Guanajuato. C.P.36500. s.rojas@ugto.mx

Palabras clave: probióticos, carboximetilcelulosa, fructanos.

Introducción. Los probióticos son microorganismos vivos que aportan un beneficio a la salud. Los géneros de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* son los más estudiados (1). Los prebióticos son oligosacáridos, no digeribles pero fermentables, modulan el crecimiento de poblaciones microbianas específicas, beneficiando la salud intestinal (2). La carboximetilcelulosa (CMC), se forma al introducir grupos acetato a la celulosa, haciéndola más hidrosoluble (3). Los fructanos (FR) son carbohidratos de reserva de diversas plantas, tienen una configuración ramificada y son unidades fructofuranosil con enlaces β (4). Las curvas de crecimiento sigmoideo, o en forma de “S”, presentan una fase exponencial, una lineal y una declinación (5).

Metodología. A cada prebiótico (CMC y FR), se les determinó pH y viscosidad, a diferentes concentraciones (1 y 3 %) y temperaturas (4 y 37°C), (1). Se estudió el efecto de cada prebiótico en *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12[®] por 48 horas. Las cinéticas se analizaron con el software DMFIT[®] (5). Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico SAS System, versión 9.0, con los procedimientos GLM (Modelo Lineal General) y TUKEY (Análisis de medias).

Resultados. Se observaron diferencias significativas entre los prebióticos, en viscosidad (Tabla 1) y pH (Tabla 2) con las diferentes temperaturas y concentraciones usadas. Se determinó que la velocidad media de crecimiento de BB-12[®] fue mayor con los FR (Tabla 3).

Tabla 1. Viscosidad de los prebióticos Carboximetilcelulosa (CMC) y Fructanos (FR).

Concentración	CMC		FR	
	4 °C	37 °C	4 °C	37 °C
0.1%	12.5 ±0.0 ^{Aby}	31.3 ± 0.2 ^{Abx}	1.0±0.0 ^{Bby}	3.1±0.2 ^{Bbx}
0.3%	42.5±0.0 ^{Aay}	85.3±0.2 ^{Aax}	1.6±0.2 ^{Bay}	6.3±0.2 ^{Bax}

Unidades cP Centipoise. ^{A,B}Literales mayúsculas indican diferencias entre prebióticos (p<0.05). ^{a,b}Literales minúsculas indican diferencias entre concentraciones (p<0.05). ^{x,y}Literales minúsculas indican diferencias entre temperaturas (p<0.05).

Tabla 2. pH de los prebióticos Carboximetilcelulosa (CMC) y Fructanos (FR).

Concentración	CMC		FR	
	4 °C	37 °C	4 °C	37 °C
0.1%	7.1±0.0 ^b	7.3±0.2 ^b	9.8±0.2 ^a	9.2±0.3 ^a
0.3%	6.8±0.0 ^b	7.2±0.3 ^b	8.2±0.0 ^a	8.5±0.3 ^a

^{a,b}Literales indican diferencias entre prebióticos (p<0.05). Sin diferencias entre concentraciones (p>0.05).

Tabla 3. Parámetros de crecimiento sigmoideo de *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* con dos diferentes prebióticos durante 48 horas.

Pre - biótico	4 °C			37 °C		
	Rate	Lag	y0	Rate	Lag	y0
CMC						
0.1%	5.7E-05±0 ^{aB}	402.6±3 4.7 ^{bA}	0.0±0 ^{aA}	4.4E-06±0 ^{bB}	913.2± 0 ^{aA}	0.0± 0 ^{bA}
0.3%	3.0E-05±0 ^{aB}	679.7±2 3.1 ^{bA}	0.0±0 ^{aA}	3.8E-06±0 ^{bB}	916.0± 0.4 ^{aA}	0.0± 0 ^{bA}
FR						
0.1%	0.0±0.0 ^{1aA}	15.2±0. 0 ^{bB}	0.0±0 ^{aB}	0±0 ^{bA}	0±0 ^{aB}	0±0 ^b B
0.3%	0.0±0.0 ^{1aA}	15.2±0. 0 ^{bB}	0.0±0 ^{aB}	0±0 ^{bA}	0±0 ^{aB}	0±0 ^b B

Rate (Velocidad media), Lag (Fase Lag), y0 (Velocidad inicial), CMC (Carboximetilcelulosa), FR (Fructanos). No existieron diferencias por efecto de las concentraciones de prebióticos usadas (p>0.05). ^{A,B}Literales mayúsculas indican diferencias entre prebióticos (p<0.05). ^{a,b}Literales minúsculas indican diferencias entre temperaturas (p<0.05). Sin diferencias entre concentraciones (p>0.05).

Conclusiones. Se presentaron diferencias significativas en el crecimiento de BB-12[®] por efecto del prebiótico y la temperatura.

Agradecimiento. A la empresa Chr-Hansen de México S.A de C.V. por la donación del cultivo BB-12[®].

Bibliografía.

- Kailasapathy K., Chin J. (2000). *Immunol. Cell Biol.* 78(1):80-88.
- Castro J.J., Gomez A, White B.A., Mangian H.J., Loften J.R., Drackley J.K. (2016). *J. Dairy Sci.* 99(12):9682-9702.
- Reyes-Melo M.E., González- González M.A., Luna-Martínez J.F. (2011). *Ciencia UANL.* 14(4):459-465.
- Ponce J.A., Macías E.R., Soltero J.F., Fernández V.V., Zúñiga V. Escalona H.B. (2008). *e-Gnosis.* 6(1): 1-23.
- Baranyi J., Roberts T.A. (1993). *Int. J. Food Microbiol.* 23(1):277-294.

Producción y detección simultánea de ácido cumárico en una cepa modificada de *Escherichia coli*

José Ignacio Rodríguez Ochoa, Luz María Martínez Mejía, Georgina Hernández, Alfredo Martínez, Guillermo Gosset. Instituto de Biotecnología, Cuernavaca, 62210. guillermo.gosset@ibt.unam.mx

Biosensor, detección, proceso

Introducción. La generación de cepas de *E. coli* modificadas para producción de metabolitos sigue un ciclo de Diseño-Construcción-Prueba-Aprendizaje (DCPA), el cual suele ser laborioso, costoso y tardado. Dentro de este ciclo, la detección y cuantificación del metabolito de interés es uno de los pasos más limitantes y costosos. En el presente trabajo, se desarrolló una cepa de *E. coli* productora de ácido cumárico (p-CA), sobreexpresando los genes *aroG^{fabr}* y *tktA*, y el gen de la enzima tirosina amonía liasa (*talopt*), que cataliza la desaminación de tirosina a p-CA. Esta cepa también detecta el p-CA a través de un biosensor fluorescente basado en una fusión transcripcional del operón *aeXAB* con el gen de la proteína verde fluorescente *gfpmut2*. La metodología propuesta en este trabajo reduce en gran medida el costo y el tiempo del ciclo DCPA en el desarrollo de cepas productoras de p-CA en *E.coli*.

Metodología. Se empleó la cepa W3110 de *E. coli* para todos los experimentos, la cual se transformó con los plásmidos pJLBaroG^{fabr} *tktA*, pTrc99A*talopt* y pUA66 PaaeX*gfp*. Las cinéticas de fluorescencia se realizaron en microplacas de 96 pozos negras y se cultivaron en medio mínimo mineral M9 con 2 g/L glucosa o 10 g/L glicerol a 37°C, adicionando o no 0.4 g/L de tirosina, e IPTG 0, 0.1mM, 0.5 mM y 1 mM. Se cuantificó la densidad óptica con una longitud de onda de 600 nm (OD₆₀₀), y la fluorescencia se excitó con una longitud de onda de 479 nm y se detectó a 520 nm.

Resultados. El biosensor de p-CA se obtuvo fusionando la secuencia promotora del operón *aeXAB*, el cual es inducido por p-CA^{1,2}, con el gen *gfpmut2* en el plásmido pUA66, y se evaluó con distintas concentraciones de p-CA

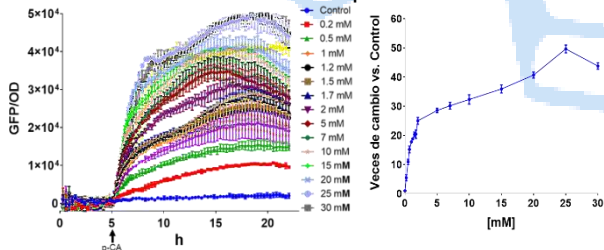


Fig. 1. Respuesta del biosensor pUA66 PaaeX*gfp* a diferentes concentraciones de p-CA, y veces de cambio respecto al control 3 h después de la adición del p-CA.

El biosensor pUA66 PaaeX*gfp* responde desde la concentración de 0.2 mM, mostrando una correlación de R²=0.98 entre las concentraciones de 2mM a 25 mM de p-CA.

Este biosensor se empleó en conjunto con el plásmido pTrc99A*talopt*, generando una cepa capaz de desaminar tirosina a p-CA, y a la vez detectarlo por fluorescencia.

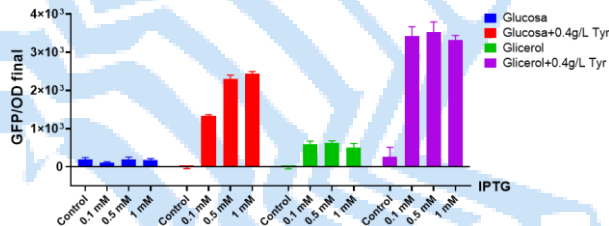


Fig. 2. Valores de GFP/OD a las 24 h de cultivo de la cepa transformada con los plásmidos pTrc99A*talopt* y pUA66 PaaeX*gfp*.

La cepa se transformó con un tercer plásmido que codifica para los genes *aroG^{fabr}* y *tktA*, el cual se ha reportado para la producción de aminoácidos aromáticos como tirosina³. De esta forma, la cepa con los 3 plásmidos es capaz de producir tirosina a partir de la fuente de carbono, transformarlo a p-CA y por último detectar el p-CA a través de fluorescencia.

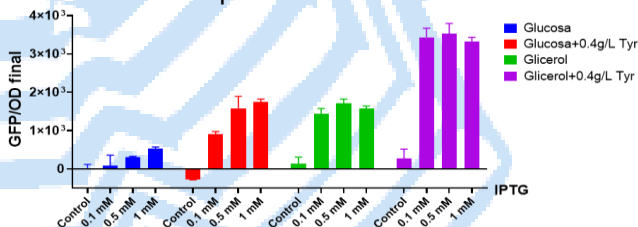


Fig. 3. Valores de GFP/OD a las 24 h de cultivo de la cepa transformada con los plásmidos pJLBaroG^{fabr} *tktA*, pTrc99A*talopt* y pUA66 PaaeX*gfp*

Conclusiones. El sistema de 3 plásmidos para la producción y detección de p-CA permitirá facilitar la evaluación de variables para mejorar la producción de p-CA en *E. coli*

Agradecimiento. El presente trabajo es financiado por el donativo CONACyT A1-S-8646.

Bibliografía. ¹Van Dyk T., et. al. (2004). *J. of Bacteriology*. Vol. 186, No. 21. ²Rodríguez J.I, et. al. (2022). *Microb Cell Fact*. Vol. 21, No.148. ³Vargas Tah A. et. al. (2015). *Microb Cell Fact* Vol. 12, No.1.

DISEÑO DE UN SISTEMA LIBRE DE CÉLULAS DE *Bacillus thuringiensis* PARA SÍNTESIS DE THURINCINA H.

María Fernanda Mendoza-Acosta, Luz Edith Casados-Vázquez, José Eleazar Barboza-Corona, Universidad de Guanajuato, Departamento de Posgrado en Biociencias, Irapuato 36500, mf.mendozaacosta@ugto.mx.

Palabras clave: Sistema libre de células, *Bacillus thuringiensis*, Síntesis de Thurincina H.

Introducción. Los sistemas libres de células (CFS) son reacciones que se han convertido en métodos clave para su utilización en biología sintética debido a su importancia en el diseño para manipulación de sistemas biológicos y principalmente por ser una plataforma potente para la producción de proteínas con altos rendimientos. En la actualidad se han reportado CFS a partir de extractos celulares de diferentes organismos, dentro de los cuales se encuentra diferentes tipos de *Bacillus*, que han demostrado potencial para producir proteínas con buenos rendimientos.

El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema libre de células de *Bacillus thuringiensis* para producir proteínas de interés biotecnológico.

Metodología. Para la preparación de extractos celulares se realizó el monitoreo y toma de muestra correspondiente al ciclo de vida de *Bacillus thuringiensis* Cry-B, posteriormente se hizo una cuantificación de proteína por el método de Bradford (Kruger N. J., 1994) y se utilizaron como extracto celular para una reacción libre de células.



Fig. 1. Esquema de metodología utilizada para la obtención de extractos crudos de *Bacillus thuringiensis* y reacción libre de células para la producción de proteínas.

Resultados. Se monitoreo el crecimiento de *Bacillus thuringiensis* Cry-B a partir de la hora 3, 4, 9, 12, 15, 18, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 y 120 horas correspondientes al ciclo de vida de la bacteria (Fig 2.), posteriormente se realizó una cuantificación de Bradford (Fig 3.) para estos extractos celulares con diferentes tiempos de sonicación y se utilizaron en un sistema libre de células para monitorear la producción de la proteína verde fluorescente GFP (Fig 4.)



Fig. 2. Curva de crecimiento de *Bacillus thuringiensis* Cry-B monitoreada en un periodo de tiempo de 3 a 120 h leídas a OD 600nm.

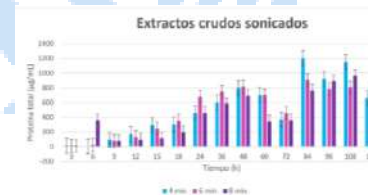


Fig. 3. Cuantificación por el método de Bradford de extractos crudos de 1mL sonicados por un período de tiempo de 4, 6 y 8 min.

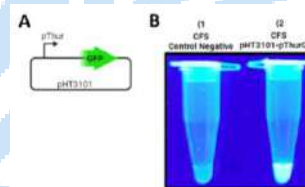


Fig. 4. A) Construcción genética pHT3101-pThurGFP; B) Reacción libre de células 1) Control negativo 2) pHT3101-pThurGFP.

Conclusiones. La proteína verde fluorescente GFP se sintetizó en un sistema libre de células de *Bacillus thuringiensis* utilizando el promotor nativo de Thurincina H.

Agradecimiento. A la Universidad de Guanajuato y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca de doctorado otorgada para la realización de este proyecto.

Bibliografía. Kruger N. J. (1994). The Bradford method for protein quantitation. *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.), 32, 9–15. <https://doi.org/10.1385/0-89603-268-X:9>.

ESTANDARIZACIÓN DE UN PROTOCOLO DE TRANSFORMACIÓN QUÍMICA PARA *Kluyveromyces marxianus* CEPA DU3 AISLADA DE MEZCAL

Luis A. Muñoz-Miranda, Anne C. Gschaedler-Mathis, Alejandro Pereira-Santana, Luis J. Figueroa-Yáñez. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Biotecnología Industrial, Zapopan, Jalisco, CP 45019. lfigueroa@ciatej.mx

Palabras clave: Transformación química, *K. marxianus*, plásmido

Introducción. *Kluyveromyces marxianus* es una levadura prometedora para hacer utilizada como plataforma de biología sintética, debido a su seguridad, rápido crecimiento y termotolerancia. De la cepa DU3 aislada en la fermentación tradicional del mezcal, se ha observado varias cualidades tales como su alta capacidad fermentativa alcohólica (Flores *et al.*, 2013; Fernández-López *et al.*, 2014) y la producción de ésteres (Kirchmyr *et al.*, 2017). El uso de herramientas estandarizadas de ingeniería genética y metabólica en *K. marxianus* son muy escasas, por lo que impide que se utilice como fábrica celular para la producción de metabolitos de interés biotecnológico.

El objetivo del presente trabajo fue estandarizar un protocolo de transformación química en *K. marxianus* cepa DU3 aislada de mezcal.

Metodología. El establecimiento del protocolo de transformación para *K. marxianus* cepa DU3 se realizó a partir del plásmido pRS410_ARS (plásmido modificado a partir del plásmido pRS410, Addgene # 11258). A partir del método de Gietz, 2014, se optimizó una metodología con algunas modificaciones (McMillan, 2019). Se realizó un diseño experimental para incrementar el número de colonias transformadas. Dos factores fueron evaluados: concentración de plásmido (100, 500 y 1000 ng) y tiempo de recuperación (2 y 16 h) en incubadora a 30°C y 200 rpm. La mezcla de transformación también se modificó (40 % PEG, 0.1 M de LiAc, 1 mM Tris-HCl pH 7.5, 1 mM EDTA, 70 mM de Ditiotreitól DTT), al igual que la temperatura de choque térmico y el tiempo (47 °C por 15 min). La selección de las colonias transformadas se realizó en medio YPD adicionado con 300 µg/mL de Geneticina G418 (Sigma Aldrich, A1720) como agente selectivo.

Resultados. La transformación con el plásmido pRS410_ARS en *K. marxianus* cepa DU3 fue exitosa. En la figura 1 podemos observar que hubo crecimiento de colonias con respecto al control (sin plásmido). Una eficiencia de transformación (No. De colonias transformadas/µg plásmido/10⁸ células) de 10⁵ se obtuvo en el tiempo de recuperación de 16 h con respecto a 10² en el tiempo de recuperación de 2h

(Tabla 1). Una diferencia significativa se observó con respecto al tiempo de recuperación ($p \leq 0.05$).

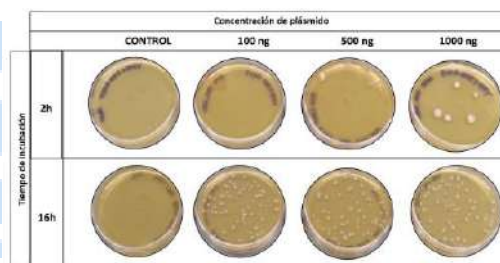


Fig. 1. Colonias transformadas con el plásmido pRS410_ARS.

En cuanto a la concentración del plásmido en el tiempo de incubación de 16 h, no hubo una diferencia en la eficiencia de transformación ($p > 0.05$).

Tabla 1. Eficiencia de transformación del plásmido pRS410_ARS en *K. marxianus* DU3

Tiempo de incubación	Concentración de plásmido (ng)		
	100	500	1000
2 h	0	0.2×10^2	2×10^2
16 h	2.64×10^5	2.48×10^5	1.34×10^5

Conclusiones. Un tiempo de recuperación de 16h posterior al choque térmico se obtuvo una mayor eficiencia de transformación.

Agradecimiento. El trabajo fue financiado mediante el fondo de Ciencia Básica de CONACYT con número de proyecto 252465.

Bibliografía.

- Flores, J.A., Gschaedler, A., Amaya-Delgado, L., Herrera-López, E. J., Arellano, M., Arrizon, J. 2013. *Bioresour Technol*, 146:267–73.
- Fernández López, C. L., Beaufort, S., Brandam, C. y Taillandier, P. 2014. *World J Microbiol Biotechnol*, 30(8):2223–9.
- Kirchmyr MR, Segura-García LE, Lappe-Oliveras P, Moreno-Terrazas R, De la Rosa M, Gschaedler A. 2017. *Food Science and Technology*, 79: 160-169.
- McMillan, D. 2019. Optimizing a transformation protocol for *Kluyveromyces marxianus*. The California Digital Library.
- Gietz RD. 2014. Yeast Transformation by the LiAc/SS Carrier DNA/PEG Method. En *Yeast protocols*. Wei-Xiao. Editorial Humana Press, New York. 33-45.

***Kluyveromyces marxianus* como modelo de estudio de respuesta a estrés**

Lorena Amaya-Delgado, Guillermo Flores Cosío, Dania Sandoval Nuñez

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Unidad de Biotecnología Industrial, Zapopan, Jal. C.P. 45019, lamaya@ciatej.mx

Palabras clave: *Kluyveromyces marxianus*, tolerancia, mecanismo de respuesta a estrés.

Introducción. *Kluyveromyces marxianus* se ha convertido en una levadura de interés para la comunidad científica debido a su gran flexibilidad metabólica. *K. marxianus* produce etanol, enzimas, compuestos aromáticos, entre otros metabolitos. *K. marxianus* tiene gran tolerancia a compuestos inhibidores de la fermentación y una alta velocidad de adaptación y respuesta a estrés ante cambios fisicoquímicos en el ambiente. Por lo que, *K. marxianus* destaca como una levadura con gran potencial para su uso a nivel industrial. Es por ello, que el objetivo de este trabajo es presentar los resultados más relevantes relacionados con la tolerancia, mecanismos de respuesta y adaptación a estrés de *K. marxianus* ante furfural, HMF y mezcla de compuestos inhibidores, durante la producción de etanol.

Metodología. Se evaluó el efecto de furfural, HMF, entre otros inhibidores; sobre la fisiología, propiedades dieléctricas y capacidades fermentativas de *K. marxianus* SLP1 durante la producción de etanol (1-2). Así mismo, se realizó un análisis fisiológico y transcriptómico bajo condiciones control e inhibición en cepas de *K. marxianus* SLP1 (nativa) y P8 (adaptada). La cepa P8 derivó de SLP1, después de 8 pases de adaptación a altas concentraciones de inhibidores (2).

Resultados. En un primer estudio se evidenció el efecto de HMF y furfural sobre la membrana celular de *K. marxianus* SLP1 y su efecto a nivel fisiológico y fermentativo (Fig. 1). Los inhibidores alteraron la composición de la membrana celular, las propiedades dieléctricas y las capacidades fermentativas (1). Luego la cepa SLP1 se adaptó para aumentar su tolerancia a compuestos inhibidores, obteniéndose la cepa P8 (2).

En otra investigación, se evaluó el efecto del furfural sobre la fisiología de SLP1 y P8; la cepa adaptada presentó una mejor respuesta al estrés y recuperación que la cepa nativa (Fig. 2) (2).

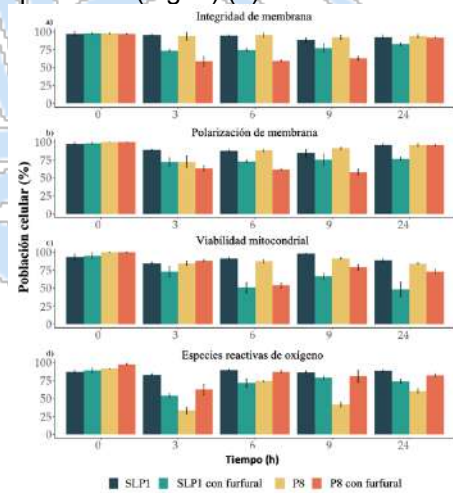


Fig. 2. Perfiles de subpoblaciones celulares para a) integridad de la membrana, b) polarización de la membrana, c) integridad mitocondrial y d) acumulación de ROS de *K. marxianus* SLP1 y P8 en condiciones control y de inhibición con furfural (2)

Además, los análisis de transcriptoma evidenciaron los mecanismos de adaptación de P8 frente a compuestos inhibidores. La cepa P8 reguló positivamente genes clave relacionados con la transformación de furfural (*ALD4* y *ALD6*) y de respuesta a estrés (*STL1*) (2).

Conclusiones. Los estudios demuestran la rápida adaptabilidad de *K. marxianus* SLP1 a ambientes estresantes, lo que convierte a esta levadura en un candidato prometedor para producir metabolitos en condicione estresantes.

Agradecimiento. A CIATEJ y CONACYT por proporcionar la infraestructura y recursos necesarios para la realización de este proyecto.

Bibliografía.

1. Flores-Cosío G, Herrera-López EJ, Arellano-Plaza M, Gschaedler M, Sanchez A, Amaya-Delgado L. (2019) *Applied Microbiology and Biotechnology* 103 (23-24), 9633-9642.
2. Sandoval-Nuñez D, Romero-Gutiérrez T, Gómez-Márquez C, Gschaedler A, Arellano-Plaza M, Amaya-Delgado L. (2023) *Applied Microbiology and Biotechnology* 107, 1421-1438.

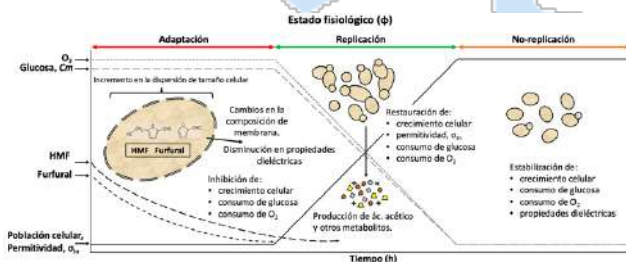


Fig. 1. Representación esquemática de daño causado en levaduras por HMF y furfural. (1)

DETECCIÓN DE RESPUESTAS A ESTRÉS EN LA MICROALGA *Neochloris oleoabundans* AL APLICAR SU PROPIO ADN

Mónica Zarate-López¹, Domancar Orona-Tamayo², Edmundo Lozoya-Gloria¹ y Elizabeth Quintana²

1. Departamento de Ingeniería Genética, Cinvestav Unidad Irapuato Irapuato, Gto. 36824

2. Medio ambiente y Biotecnología, CIATEC A.C. León, Gto. 37545

equintana@ciatec.mx

Palabras clave: DAMPs, lípidos, polifenoles

Introducción.

Todos los organismos se encuentran expuestos a diversos tipos de estrés de tipo biótico y abiótico y son capaces de detectar el daño ocasionado por estos. Frente al estrés, las plantas son capaces de reconocer componentes liberados células dañadas, DAMPs (por sus siglas del inglés, Damage Associated Molecular Patterns); tales como, ATP extracelular, azúcares, ADN extracelular, entre otros¹. Se ha observado que son capaces de reconocer su ADN propio (ADNp) aplicado de forma extracelular como un DAMP, con un alto grado de especificidad². Sin embargo, poco se sabe sobre las respuestas conservadas a daño que puedan tener las microalgas ante la exposición a DAMPs y específicamente a ADNp. En el presente trabajo se evaluaron respuestas a estrés en la microalga *N. oleoabundans* por efecto de ADNp y se comparó contra DNA proveniente de un organismo filogenéticamente alejado como es el ADN de salmón (ADN no propio, ADN np). Además, se probó metil jasmonato y bicarbonato de sodio como inductores químicos.

El objetivo de este trabajo fue analizar la respuesta a estrés de *N. oleoabundans* al aplicar ADNp.

Metodología.

Se llevo a cabo una extracción de ADN de la microalga y este fue fragmentado por sonicación para obtener fragmentos menores a 750 pares de bases. Los cultivos de la microalga se indujeron con concentraciones de 20 ng/mL. Se analizaron respuestas tempranas como lo es la activación de la enzima peroxidasa mediante método de Hemed y Klein³. Se extrajeron polifenoles totales a las 24 y 48 horas posteriores a la inducción siguiendo la metodología de Martínez-Cruz⁴. De igual manera, los lípidos totales fueron extraídos a las 24 y 48 horas mediante el método de Bligh and Dyer⁵.

Resultados.

Encontramos que la enzima peroxidasa se activa de manera muy temprana por efecto de la aplicación de ADNp observando una respuesta diferencial a los 5 minutos posteriores al tratamiento. Mientras que, el contenido de polifenoles totales aumento a las 48 horas

después de la inducción con ADNp comparado con el control y el ADNnp (figura 1). Similarmente, un aumento en el contenido de lípidos se encontró a las 48 horas de inducción comparado con el control y el ADN np.

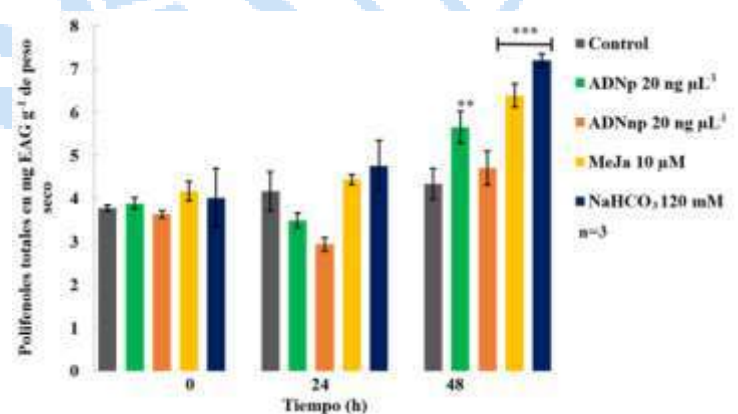


Fig. 1. Efectos de inductores en la producción de polifenoles totales en *N. oleoabundans*. Los datos representan el promedio ± desviación estándar (SD, n = 3, ANOVA post hoc Tukey).

Conclusiones.

La microalga *N. oleoabundans* responde a su ADNp como una señal de daño activando respuestas a estrés como otros seres vivos; tal como, la activación de la enzima peroxidasa y la producción de polifenoles. De manera particular, la microalga aumento su producción de lípidos en respuesta al estrés. Queda también demostrado que la microalga no responde a ADN de un organismo alejado filogenéticamente.

Agradecimiento.

Agradecemos a CONACyT por el financiamiento para la realización de este proyecto a través de el apoyo otorgado por ciencia básica (CB 2017-2018-A1-S-29550).

Bibliografía.

- Quintana-Rodriguez E, Duran-Flores D, Camacho-Coronel X, Heil M. (2018). *Sci Hortic.* 237:207-220.
- Duran-Flores D, Heil M. (2018). *Brain Behav Immun.* 72:78-88
- Hemeda HM, Klein BP. (1995) *J Food Sci.* 55(1):184-185.
- Martínez-Cruz O, Paredes-Lopez O. (2014) *J Chromatogr A.* 1346:43-48.
- Bligh ELG, Dyer WJA. A (1959) *Can J Biochem Physiol.* 1959;37: 911-917

EVALUACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL REGULADOR TRANSCRIPCIONAL SCO3986 Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN ACTINORRODINA Y UNDECILPRODIGIOSINA.

Berenice Hernández Cordero, Beatriz Ruiz Villafán y Sergio Sánchez, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Departamento de Biología Molecular y Biotecnología. CDMX, 04510, hcbere23@gmail.com.

Palabras clave: sco3986, antibióticos, regulador transcripcional.

Introducción. La familia de reguladores transcripcionales tipo GntR es una de las más abundante en el género *Streptomyces*. Están implicados en procesos como diferenciación morfológica, metabolismo de carbono, producción y resistencia a antibióticos, entre otros. En un análisis transcriptómico hecho por Romero et al. (1), se encontró modificada la expresión de nueve reguladores transcripcionales, de los cuales dos pertenecen a la familia GntR. De estos dos reguladores, el SCO3986 destacó por tener genes blanco relacionados con el metabolismo secundario (2). Por tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar la participación del regulador transcripcional SCO3986 en la producción de antibióticos.

Metodología. Se llevo a cabo el remplazo del gen *sco3986* por un casete de resistencia a apramicina (3) obteniendo la cepa mutante *Streptomyces coelicolor sco3986::aac(3)IV*. Posteriormente, se determinó la producción de undecilprodigiosina (RED) y actinorrodina (ACT) (4). Finalmente, se midió la expresión de los reguladores específicos de ambos antibióticos undecilprodigiosina RedD y RedZ, así como para ACTII-ORF4 para actinorrodina (5).

Resultados. La eliminación de *sco3986* en *S. coelicolor* tuvo un efecto negativo sobre la producción de antibióticos, se redujo la producción de ACT un 71

%, y la de RED un 92 % (Figura 1). Adicionalmente, la expresión de los reguladores específicos, ACTII-ORF4, RedD y RedZ resultaron reprimidos (Figura 2).

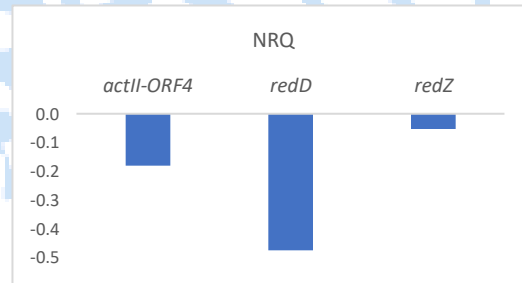


Figura 2. Cuantificación de expresión relativa normalizada de los reguladores específicos. Valores normalizados respecto al gen de referencia *gyrA*. Método de análisis $2^{-\Delta\Delta Ct}$

Conclusiones. El regulador transcripcional SCO3986 participa como un activador en la producción de los antibióticos ACT y RED en *S. coelicolor*.

Agradecimiento. Este proyecto fue financiado en parte por el proyecto CONACyT A1-S-9143. Agradezco a CONACyT por la beca de maestría para la realización de este proyecto.

Bibliografía.

- Romero A., Rocha D., Ruiz B., Tierrafría V., Rodríguez R., Segura D., & Sánchez S. (2016). *BMC microbiol*, vol. 16: 77.
- Manzo M, (2018). Caracterización de un regulador transcripcional dependiente del gen *glk* en *Streptomyces coelicolor*. (Tesis de maestría, UNAM).
- Gust A., Challis G., Fowler K., Kieser T. y Chater K, (2003). *PNAS*, vol.100:4, 1541-1546.
- Ruiz B., Rodríguez R., Aguilar G., Gosset G., y Sánche S., (2014). *AMB*, vol 98:13, 6061-6071.
- Romero A., Rocha D., Ruiz B., Tierrafría V., Rodríguez R., Segura D., & Sánchez S. (2016). *ABB microbiol*, vol. 180: 6, 1152-1166.

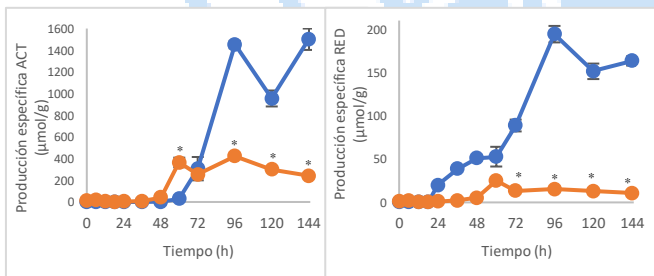


Fig. 1. A) Producción específica de ACT, B) Producción específica de RED. Línea azul: cepa silvestre *S. coelicolor*, Línea naranja: cepa mutante *sco3986::aac(3)IV*. Los asteriscos representan diferencia significativa $p > 0.05$.

EFECTO DE LA BIOMASA DE MICROALGAS NATIVAS DEL VALLE DEL YAQUI, EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PEPINO

Cristian Flores Villa, Gabriel Ivan Romero Villegas, Luis Alberto Cira Chávez, Laura Elisa Gassós Ortega, María Isabel Estrada Alvarado. Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Ciudad Obregón, Sonora. C. P. 87000.
maria.estrada@itson.edu.mx

Palabras clave: Microalgas, bioestimulante, cultivos comerciales

Introducción. A nivel mundial el 12% del suelo es destinado para uso agrícola, lo cual equivale alrededor de 1,500 millones de hectáreas. Estas son utilizadas para lograr la seguridad alimentaria en todo el mundo y satisfacer las necesidades de la población. Debido a esta demanda se buscan alternativas para aumentar la productividad. En los últimos años la utilización de las microalgas ha crecido considerablemente llegándose a utilizar en diferentes sectores como son: la producción de proteínas para piensos animales, productos biofertilizantes, compuestos farmacéuticos, biocombustibles y alimento para peces y camarón en acuicultura. Además, se ha encontrado que la aplicación de biomasa de microalgas como bioestimulante aumenta la germinación de semillas. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de biomasa microalgal como bioestimulante de la germinación de semillas de cultivos comerciales.

Metodología. La cepa se aisló a partir de aguas residuales de ganado bovino por crecimiento en placas Petri con bacto agar y medio Arnon. Para la producción de biomasa se utilizó fotobiorreactores de polipropileno con capacidad de 2.9 L. Se realizaron cinéticas de crecimiento de la microalga a diferentes pH y se evaluó la eficiencia de germinación en base a tres tratamientos: 1) biomasa fresca sin macerar, 2) biomasa liofilizada sin macerar y 3) biomasa liofilizada macerada con alúmina 1:1. Para el tratamiento de las semillas de pepino, estas se imbibieron según el tiempo necesario (1).

Resultados. En la figura 1 se muestra el efecto del pH en la concentración media de biomasa de la microalga, observándose una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los niveles de pH evaluados. Se encontró que los mejores niveles de pH fueron 7.5 y 8.0 con los que se obtuvo una producción media de 4.52 g/L y 4.29 g/L respectivamente. La biomasa microalgal tuvo un efecto en el índice de germinación (GI) (Tabla 1) ya que los resultados fueron significativos con respecto al control. El tratamiento que presentó un alto índice de germinación fue el de biomasa fresca a una

temperatura de 35°C con el 10 % de aumento respecto al control. Los demás tratamientos aumentaron un 4.29 % respecto al control, lo que concuerda con lo reportado por Navarro-López et al., 2020, (2).

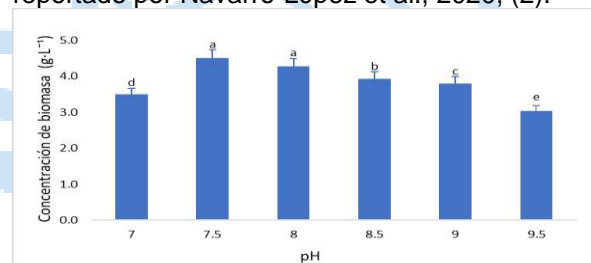


Fig. 1. Producción de biomasa de la microalga a diferentes pH. Nota: Factores con la misma literal son estadísticamente iguales.

Lo anterior, podría deberse a la presencia de giberelinas ya que son importantes para el inicio de la germinación de semillas, así mismo, la proteína contenida en la biomasa microalgal juega un papel muy importante al acoplarse a la forma activa de la hormona vegetal.

Tabla 1. Índice de germinación de semillas de pepino tratadas con biomasa de microalgas.

Tratamientos	Biomasa macerada Índice de germinación GI (h)		Biomasa sin macerar Índice de germinación GI (h)		Biomasa Fresca Índice de germinación GI (h)	
	25°C	35°C	25°C	35°C	25°C	35°C
Control	17.89 ^c	21.31 ^d	19.33 ^d	21.37 ^c	16.17 ^c	19.89 ^c
T1	18.15 ^c	21.93 ^c	20.45 ^a	21.18 ^d	16.58 ^b	22.25 ^a
T2	18.69 ^a	22.39 ^a	19.91 ^c	22.56 ^a	16.15 ^c	20.20 ^d
T3	18.60 ^b	22.18 ^b	20.42 ^b	22.34 ^b	16.77 ^a	21.34 ^b

Conclusiones. Se encontraron efectos bioestimulantes para la microalga en la germinación de semillas aumentando 10% en germinación en las semillas de pepino.

Agradecimiento. Agradecemos el financiamiento al PROFAPI de ITSON y beca otorgada al CONACYT.

Bibliografía.

- Sánchez, J., Calvo, E., Orta, R., & Muñoz, B. (1997). Tratamientos pregerminativos de hidratación deshidratación para semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.) Ins..
- Navarro-López, E., Ruíz-Nieto, A., Ferreira, A., Gabriel Ación, F., & Gouveia, L. (2020). Biostimulant Potential of *Scenedesmus obliquus* Grown in Brewery Wastewater. *Molecules*, 25(3), 1–16.

CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA EXPRESIÓN DE ANCUR1 DE ASPERGILLUS NIDULANS EN ESCHERICHIA COLI.

Diego-Amayol Adriana Guadalupe, González Ramírez, Karla Fernanda y Farrés, Amelia, Facultad de Química, UNAM, CDMX C.P. 04510, adrianadiego98@gmail.com, farres@unam.mx.

Palabras clave: tereftalato de polietileno, cutinasas, degradación enzimática.

Introducción. El tereftalato de polietileno (PET), debido a su abundancia y uso desmedido, es una preocupación global por su lenta o nula degradación natural (1). Actualmente, se buscan alternativas para su degradación en las cuales sea posible hidrolizar el PET en sus dos componentes, ácido tereftálico y etilenglicol, permitiendo una economía circular y sustentable (2). Las enzimas cutinolíticas se han empleado para degradar PET. *Aspergillus nidulans* codifica 4 genes para cutinasas, una de ellas es ANCUR1, que ha demostrado tener actividad esterasa degradadora de poliésteres (3). Dado que su producción es relativamente baja, se han buscado sistemas de expresión heterólogos. En este trabajo se explora *E. coli* como sistema de expresión heterólogo y como una potencial vía para obtener altos rendimientos en la producción de ANCUR1.

Metodología. Se construyó el vector pET22-ANCUT1. Se verificó la presencia de ANCUR1 por PCR y con él se transformó *E. coli Rosetta*. Se evaluaron diferentes condiciones de inducción y las seleccionadas fueron: inductor (IPTG 1mM), tiempo de inducción (3 h) y temperatura (22°C). Se esperaba la extracción de ANCUR1 de periplasma, por las características del vector. Se evaluó también la presencia de ANCUR1 en el medio extracelular, y al encontrarla, se emplearon diversas concentraciones de glicina (0.3% y 1.2%) para incrementar su secreción al medio extracelular.

Resultados.



Fig. 1. Transformación de *E. coli* rosetta con el plásmido pET22-ANCUT1. Gel de agarosa 1%. Presencia del inserto del gen de ANCUR1 en las colonias 1 y 4. Control (+): Vector pET22-ANCUT1 extraído. Control (-): Vector pET22 vacío.

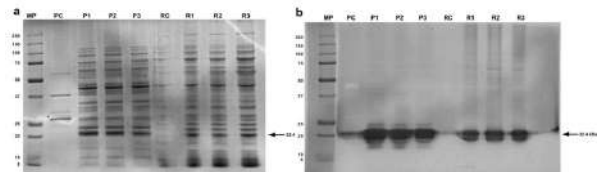


Fig. 2. a) Perfil proteico de ANCUR1 a las 3h de inducción con IPTG (1mM). PM: marcador de peso, PC y RC: Periplasma y restos celulares control respectivamente, P1,P2,P3 y R1, R2 y R3:

Periplasma y restos celulares muestras respectivamente. b) Zimograma de actividad de ANCUR1 a las 3 h de inducción con IPTG (1mM). PM: marcador de peso, PC y RC: Periplasma y restos celulares control, P1,P2,P3 y R1, R2 y R3: Periplasma y restos celulares muestras.

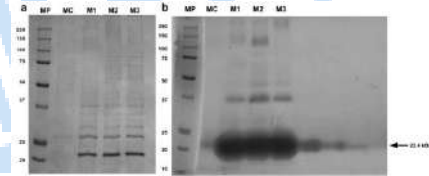


Fig. 3. Evaluación de la presencia de ANCUR1 en medio extracelular. a) Perfil proteico de ANCUR1 a las 3 h de inducción con IPTG (1mM). PM: marcador de peso, MC: Medio extracelular control, M1,2 y 3: Medio muestras. b) Zimograma de actividad de ANCUR1 a las 3 h de inducción con IPTG (1mM). PM: marcador de peso, MC: Medio extracelular control, M1,2 y 3: Medio muestras.

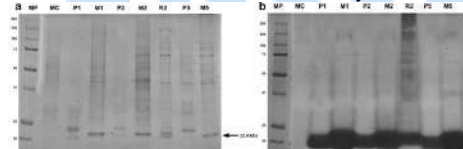


Fig. 4. Evaluación de diferentes concentraciones de glicina en el incremento de secreción de ANCUR1 al medio extracelular. a) Perfil proteico de ANCUR1 a las 3h de inducción con IPTG (1mM), con y sin glicina. PM: marcador de peso, MC: Medio extracelular control, P1 y M1: Periplasma y medio ANCUR1 sin glicina. P2, M2 y R2: Periplasma, medio y restos celulares ANCUR1 glicina (0.3%), P5 y M5: Periplasma y medio ANCUR1 glicina (1.2%).

Tabla 1.

Comparación de actividad volumétrica y actividad específica en medio extracelular sin y con glicina.

Muestra	Actividad volumétrica (U/mL)	Actividad específica (U/mg)	Proteína (mg)
Medio control	20.07	669.48	0.029
Medio ANCUR1 sin glicina	789.06	12,191.9	0.064
Medio ANCUR1 (glicina 0.3%)	1,710.15	22,109.05	0.0739
Medio ANCUR1 (glicina 1.2%)	2,910.64	32,431.3	0.0937

Conclusiones. La cutinasa ANCUR1 de *A. nidulans* se expresa extracelularmente en *E. coli* Rosetta, y los niveles de secreción se favorecen con el uso de glicina a una concentración de (1.2%).

Agradecimiento. PAIP 5000-9095, PAPIIT IN 201921 PAEP, CONACYT CVU 1225554 (DA) 929805 (RKF)

Bibliografía.

- Young, J., Yu, O., Dong, K., Gyeong, E., Jae, S. (2021) Elsevier. Vol (195): pág1-pág2.
- Kawai, F., Kawabata, T., Oda, M. (2020). ACS. 8, 24, 8894-8908.
- Bermúdez, E., Peña, C., Martins, I., Pais, J., Silva, C., Sánchez, S. & Farrés, A. (2019). Appl Microbiol Biotechnol.

SELECCIÓN DE CEPAS MARINAS Y TERRESTRES COMO PRODUCTORAS DE EXOPOLISACARIDOS.

Nathalie García Estévez¹, Lorena Pedraza Segura¹, Karina Maldonado Ruiz Esparza¹, Alejandro I. Gutiérrez Hernández¹.¹Universidad Iberoamericana, Departamento de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos. Lomas de Santa Fe, Álvaro Obregón, Ciudad de México, C.P. 0.1219. Correo: ngarciae95@gmail.com.

Palabras clave: exopolisacáridos, cepas, Bacillus.

Introducción. El aumento de la demanda de polímeros naturales para aplicaciones industriales en los últimos años ha promovido la búsqueda de nuevas fuentes microbianas productoras de exopolisacáridos (EPS). Los EPS son biopolímeros de alto peso molecular, compuestos por unidades de monosacáridos; pueden actuar como prebióticos, antioxidantes, antivirales, antitumorales e inmunomoduladores (1). En la Universidad Iberoamericana se han aislados varios microorganismos de fuentes marinas y terrestres que poseen potencial para ser productores de EPS. Este trabajo presenta la metodología y resultados para la selección de la cepa que mayor concentración de EPS pueda producir.

Metodología. Microorganismo utilizado: *Bacillus amyloliquefaciens* (7 KM y 13 KM), *Bacillus mojaviensis* (8 KM) y *Bacillus Velezensis* (1 KM y NRRL-B-41580). Medios de cultivo: YMG (2), ASW y el medio cuya composición es (g/L): 20 Sacarosa, 5 Extracto de levadura, 0.8 K₂HPO₄, 0.2 KH₂PO₄, 0.2 MgSO₄·7H₂O y 0.085 CaCl₂. Condiciones de cultivo: 37 °C, 150 rpm por 30 h. La purificación consta de estos pasos generales: centrifugación, inactivación enzimática, desproteínización, precipitación con solvente, diálisis y secado del producto. La concentración de EPS se midió por gravimetría, la concentración celular por densidad óptica a 600 nm y de sustratos por HPLC. Se realizó una hidrólisis ácida (3) a los EPS para identificar los monosacáridos por HPLC en la columna Aminex HPX 87-H. El producto fue caracterizado por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier.

Resultados.

Tabla 1. Concentración de EPS y monosacáridos que lo componen.

Cepas	Conc. EPS (mg/L)	Monosacáridos Identificados
7 KM	15 ± 1,41	Glucosa, Xilosa
8 KM	6,8±0,42	Glucosa, Fructosa
13 KM	7,9±0,42	Glucosa, Fructosa
1 KM	15,5±0,71	Glucosa, Manosa
Cepario	7,15±1,20	Glucosa, Fructosa

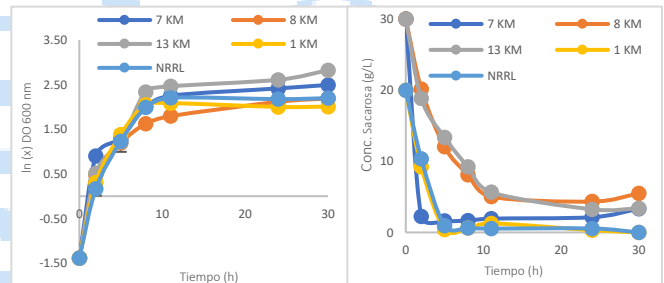


Fig. 1. Cinéticas de crecimiento y consumo de sustratos.

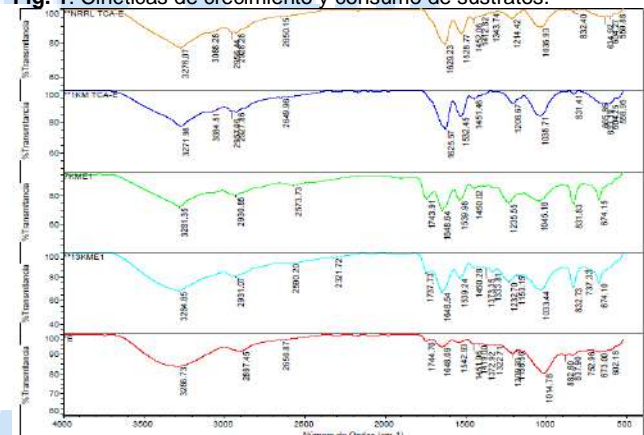


Fig. 2. IR de EPS obtenidos. Señales importantes: 3200 cm⁻¹ grupo hidroxilo (-OH); 2930 cm⁻¹ enlace C-H, 1740 cm⁻¹ correspondiente a grupos carbonilo (C=O) y 1020 cm⁻¹ enlace glucosídico (C-O-C).

Conclusiones. Se seleccionaron las cepas 7 KM y 1 KM porque alcanzaron mayor concentración de EPS. Además, se cuenta con otras cepas recientemente aisladas que en pruebas en medio sólido mostraron potencial para ser productoras de EPS y serán identificadas para comenzar su caracterización.

Agradecimiento. INIAT. Proyecto 0050.

Bibliografía.

- Caggianiello G, Kleerebezem M, Spano G (2016) *Applied microbiology and biotechnology*, Vol (100(9)), 3877-3886.
- Vijayan N, Sagadevan E, Arumugam P, Hussain A, Jayaprakashvel M (2012) *J. Acad. Indus. Res*, Vol (1(6)), 348-354.
- González J, Farías L, Zamudio M, Álvarez M, Vera J, Martínez R, Peña A (2012) *Journal of the Mexican Chemical Society*, Vol (56(4)), 395-401.

Pc-sntB regula la biosíntesis de metabolitos secundarios en *Penicillium chrysogenum*

Cerón Moreno María Fernanda, Carrasco Navarro Ulises 1, Pérez Pérez Wylma Dolores 1, Zúñiga León Jesus Eduardo, Cruz Narváez Yair, Fernández Perrino Francisco José y Fierro Fierro Francisco

Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

pacopepe1@yahoo.com

Palabras clave: *P. chrysogenum*, metabolismo secundario y PcSNTB

Introducción. Los hongos filamentosos juegan un papel importante para la biotecnología como productores de moléculas de bajo peso molecular denominadas “metabolitos secundarios” dentro de los cuales, se encuentran muchas moléculas de importancia para la industria farmacéutica, alimentaria, etc. *P. chrysogenum* se ha considerado un organismo modelo del estudio del metabolismo secundario, famoso por ser productor de penicilina. [1] PcSNTB, es un remodelador de cromatina dados los dominios que contiene, los cuales permiten la unión a ADN y la interacción entre proteínas.[2]

El objetivo de este proyecto es conocer el metaboloma asociado a una cepa silenciada del gen *Pc-sntB*

Metodología. La estrategia que se llevó a cabo fue hacer mutantes silenciadas del gen *Pc-sntB* de *P.chrysogenum* mediante ARNi, las cuales, fueron comprobadas mediante qPCR. [3] Para la caracterización fenotípica se llevó a cabo una cinética de conidiación, se midió la tasa de extensión radial y un bioensayo que permitió ver la producción específica de penicilina. Los muestreos se llevaron a cabo cada 24H. Por otro lado, mediante una técnica de ESIFT-ICR MS, se analizó la producción de metabolitos secundarios a las 72H. A la par fueron analizados los niveles de expresión de *brlA* mediante qPCR.

Resultados. Los resultados arrojaron que, PcSNTB regula de manera positiva la conidiación en el hongo y la producción de penicilina G, mientras que regula de manera negativa la producción de 4 moléculas (Ver. Fig. 1) que son: Pestalamida C, Asperdurina, Asterroquinona-CT2” y Citocalasina Z24, cuyas aplicaciones van desde el ámbito farmacéutico ya que la primera ha sido probada contra VIH-1, la segunda como antifúngico, la tercera como inhibidora de enzimas de la cascada de coagulación y la última por su actividad como antiincrustante.[4][5]

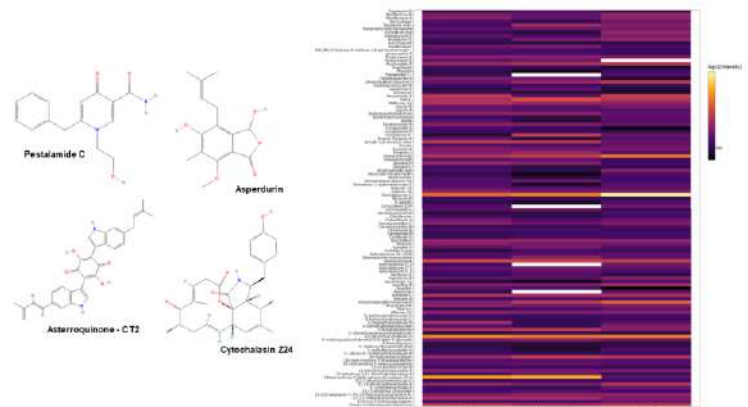


Fig. 1. Perfil metabolómico de producción de metabolitos secundarios de la cepa parental *P. chrysogenum* Wisconsin 54-1255, la cepa silenciada pGpdPpki-RNAi-pcsnt y una cepa control que consiste en la cepa de referencia con el plásmido de silenciamiento empleado sin inserto correspondiente al gen *PcSNTB*. Las zonas claras muestran las moléculas encontradas de manera más abundante.

Conclusiones . PcSNT , regula positivamente el desarrollo del hongo a través de la conidiación mediante la expresión de *brlA*. Por otro lado regula de manera global el metabolismo secundario y de manera positiva la producción de penicilina G.

Bibliografía.

1. Fierro F, Vaca I, Castillo NI, García-Rico RO, Chávez R. (2022) Vol. 10, *Microorganisms*. MDPI.
2. Carrasco Navarro U, Fierro Fierro F, José Fernández Perrino F, Reyes Vivas H.(2016)
3. Pérez-Pérez WD, Carrasco -Navarro U, García Estrada C, Kosalková K, Gutiérrez -Ruiz MC, Barrios -González J, et al. (2022) *Microb Cell Fact*. 2022 Dec 1;21(1).
4. Zheng CJ, Shao CL, Wu LY, Chen M, Wang KL, Zhao DL, et al.(2013). *Mar Drugs*.
5. Mocek U, Schultz L, Buchan T, Baek1 C, Fretto1 L, Nzerem1 J , et al. (1996) *THE JOURNAL OF ANTIBIOTICS*

EVALUACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE EXTRACCIONES DE ARN CON CALIDAD PARA ANÁLISIS DE RNA-SEQ ESPECÍFICO DE *Balamuthia mandrillaris*

Leobardo D. Gonzalez-Zuñiga¹, J. Reyes Gonzalez-Galaviz², Abraham Cruz-Mendivil³, Luis F. Lares-Jiménez¹, Fernando Lares-Villa¹, Libia Z. Rodriguez-Anaya². ¹Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, 85000. ²CONACYT-Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, 85000. ³CONACYT-Instituto Politécnico Nacional, Guasave, 81000. Email: daniel.gz93@hotmail.com

Palabras clave: AVL, *Balamuthia mandrillaris*, ARN.

Introducción. Las amibas de vida libre (AVL) son protozoos distribuidos alrededor del mundo, encontrándose en diferentes fuentes ambientales, siendo reportadas como patógenos para humanos a *Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba* spp., *Balamuthia mandrillaris*, *Vermamoeba vermiformis* y *Sappinia pedata* (1). *B. mandrillaris* es responsable de causar encefalitis amebiana granulomatosa (GAE), la cual tiene una tasa de mortalidad del 98%, y actualmente no cuenta con un tratamiento 100% efectivo (2). Para estudiar la patogenia de las infecciones causadas por *B. mandrillaris* se pueden realizar análisis referentes al transcriptoma (3), sin embargo, esta información es limitada, y para ampliar este conocimiento es necesario un protocolo de extracción que proporcione un ácido ribonucleico (ARN) de alta calidad considerando como criterios: integridad, pureza y cantidad específico para el cultivo y cosecha de *B. mandrillaris* (4). Además, el número de integridad del ARN (RIN), evalúa la integridad representada a través de un rango numérico (1-10), donde un ARN con valores >7 es apto para investigaciones relacionadas a la transcriptómica (5).

El objetivo de esta investigación fue obtener ARN de *B. mandrillaris* que cumpla con los parámetros de integridad, pureza y cantidad para su uso en análisis transcriptómicos, mediante la estandarización de un protocolo de extracción.

Metodología. Se evaluaron 11 protocolos de extracción de ARN basados en tres kits comerciales (Invitrogen TRIzol Reagent, QIAGEN RNeasy Mini Kit, PROMEGA SV Total RNA Isolation System) realizando distintas modificaciones y combinaciones. La pureza y la concentración se determinaron mediante espectrofotometría, la integridad por electroforesis en gel y electroforesis en chip para determinar el RIN. La calidad de las secuencias de analizó por FastQC.

Resultados. De los protocolos evaluados, 4 presentaron un ARN íntegro. Sin embargo, al realizar los análisis de pureza, el protocolo TI obtuvo un nivel

de absorbancia 260/230 por debajo del estándar de calidad aceptable, a diferencia del resto que se mantuvieron dentro de esos parámetros. Al analizar las muestras para obtener el RIN, los protocolos QM, T+QMP y T+P presentaron un RIN de alta calidad, mientras el protocolo TI obtuvo un resultado más bajo en comparación, concordando con las análisis de pureza previamente realizados.

Tabla 1. Análisis de concentración, pureza e integridad de muestras.

Muestra	Concentración (ng/μl)	A260/280	A260/230	RIN
TI	1159	2.04	1.21	7.1
QM	1060	2.03	2.15	9.8
T+QMP	655	2.22	2.49	9.2
T+P	608	2.17	2.31	8.9

TI: Invitrogen TRIzol Reagent. **QM:** QIAGEN Rneasy Minikit modificado. **T+QMP:** TRIzol + QIAGEN Rneasy Mini kit modificado + Precipitación adicional. **T+P:** TRIzol + PROMEGA SV RNA Total

Conclusiones. Los protocolos QM, T+QMP y T+P proporcionaron un ARN que cumplió con los criterios de integridad, pureza y cantidad, donde las modificaciones implementadas elevaron la calidad final del ARN y estos se recomiendan para obtener resultados certeros y precisos al realizar análisis transcriptómicos.

Agradecimiento. Se agradece al proyecto Ciencia de Frontera #840834 financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Bibliografía.

1. Rojas Vargas, C. (2021). *RMS*, 6(9), e716.
2. Hu, J., Zhang, Y., Yu, Y., Yu, H., Guo, S., Shi, D., He, J., Hu, C., Yang, J., Fang, X., & Xiao, Y. (2022). *Front. Immunol.*, 12.
3. Wang, Z., Gerstein, M., & Snyder, M. (2009). *Nat. Rev.* 10(1): 57–63.
4. Zakaria, Z., Umi, S. H., Mokhtar, S. S., Mokhtar, U., Zaiharina, M. Z., Aziz, A. T., Hoh, B. P. (2013). *GMR*, 12(1): 302–311.
5. Kvastad, L., Carlberg, K., Larsson, L., Villacampa, E. G., Stuckey, A., Stenbeck, L., Lundberg, J. (2021). *Commun. Biol.*, 4(1).

EFFECTO DE LA LUZ LED EN LA SÍNTESIS DE MELANINA DE *Pleurotus Ostreatus*

Sac Nichte Salgado, Joaquín Alberto Pérez, Jorge Soriano Santos, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, Ciudad de México, 09340.
scsn10@outlook.com

Palabras clave: síntesis, melanina, hongo

Introducción. Las melaninas son biopolímeros formados por polimerización oxidativa de compuestos fenólicos o indólicos, dichos metabolitos pueden ser producidos por plantas, animales, protistas y hongos. La producción de melanina responde a un mecanismo de adaptación de las especies para sobrevivir en condiciones extremas de pH, temperatura, radioactividad, salinidad y defensa de microorganismos patógenos para el hospedero. *Pleurotus ostreatus* es un hongo comestible al que se le atribuyen diversos efectos nutricionales y medicinales (Belozerskaya 2017), también es productor de enzimas de interés biotecnológico y metabolitos secundarios como las melaninas. La importancia del estudio de estos metabolitos se debe a la gran variedad de propiedades físico-químicas que presentan como efecto radioprotector, por lo que pueden ser utilizados en protectores solares y cosméticos, también podrían inmovilizar residuos radioactivos, o ser usados como semi conductores (Pacelli et al., 2017).

Metodología. Se adaptaron tiras de Luz LED a un baño con temperatura y agitación controladas, las luces se programaron mediante un dispositivo wi-fi en ciclos de 24 h luz /24 h oscuridad, las fermentaciones se realizaron en presencia de luz blanca, azul y el control negativo (ausencia de luz) durante 21 días. El crecimiento del micelio de *P. ostreatus* se desarrolló por fermentación en estado líquido técnica optimizada por Téllez y col en 2008. Para la extracción y cuantificación (gravimetría) de la melanina se utilizó la metodología propuesta por Lopusiewicz en 2018.

Resultados. Es posible observar que la melanina producida presenta un comportamiento cíclico tanto para la fermentación realizada en presencia de luz azul como luz blanca, sin embargo, conforme la fermentación se extiende a lo largo de la cinética, la producción de melanina disminuye, siendo para la fermentación con luz azul el punto de mayor producción de melanina a las 72 h de iniciada la fermentación, mientras que para la luz blanca a las 264 h se presenta la mayor producción de melanina. En el caso de la fermentación realizada en ausencia de luz (control negativo) la producción de melanina no aparenta ser cíclica, sino un comportamiento típico

de creceimeinto, acelerado al inicio y un momento estacionario. Una característica que presentan los tres ensayos, es que a mayor tiempo de fermentación menor es la producción de melanina. Esto podría deberse a que el hongo a través de tiempo se adapta a la luz, de tal manera que ya no requiere de sobreproducir melanina para sobrevivir. También es posible observar gráficamente que la incidencia de luz azul durante la fermentación tiene un mayor efecto en la producción de melanina, ya que la mayor concentración del metbolito de interés se presenta en este caso.

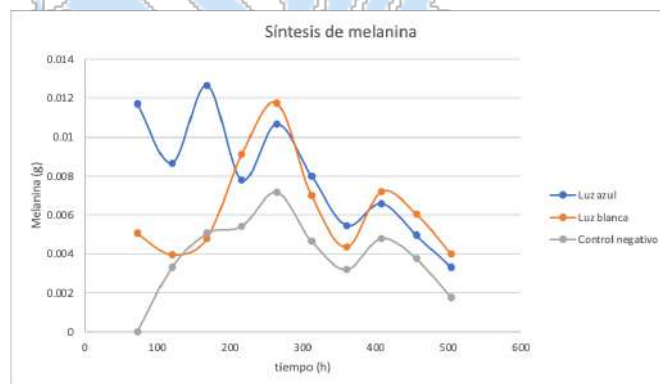


Fig. 1. Síntesis de melanina de *Pleurotus ostreatus* inducida con luz LED blanca y azul, así como el control negativo (ausencia de luz).

Conclusiones. La luz LED azul inducida sobre la fermentación líquida de *P. ostreatus* en etapa de micelio, tiene un efecto sobre la síntesis de melanina, de tal manera que se incrementa la producción de éste metabolito.

Bibliografía.

1. Belozerskaya, T.A., Gessler, N.N., Aver'yanov, A.A. (2017). Melanin Pigments of Fungi. In: Mérillon, JM., Ramawat, K. (eds) Fungal Metabolites. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham.
2. Téllez, M., Fernández, F., Montiel, A., Sánchez, C., Díaz, G. (2008). *Appl Microbiol Biotechnol.* Vol (81): 675- 679.
3. Lopusiewicz, L. (2018). *Herba Pol.* Vol 64(2): 25-36
4. Pacelli, C., Bryan, R.A., Onofri, S., Selbmann, L., Shuryak, I., & Dadachova, E. (2017). *Environmental Microbiology.* Vol19(4): 1612-1624.

AISLAMIENTO DE HONGOS ENDÓFITOS DE TAXUS SP.

Gerardo Díaz-Domínguez^{a*}, Hypatia Arano-Varela^b, Francisco José Fernández-Perrino^a

^aDepartamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Ciudad de México, C.P. 09310, ger99diaz@gmail.com

^bUniversidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma, Lerma, Estado de México C.P. 52005

Palabras clave: Endófitos, Hongos, Taxus.

Introducción. Los hongos endófitos son microorganismos que viven dentro de los tejidos de las plantas vivas, sin llegar a causar efectos negativos a la planta hospedera [1]. Estos hongos confieren beneficios a la planta hospedera, actuando como agentes promotores de crecimiento y elicitores potenciales, como mecanismo de defensa [2]. El aislamiento de estos hongos permite la búsqueda de compuestos de interés, como los metabolitos secundarios, y poder evaluar su actividad biológica. El objetivo de este trabajo fue aislar hongos endófitos de hojas y corteza de la planta *Taxus sp.*, para contribuir en el conocimiento sobre la diversidad de hongos endófitos de esta planta, los cuáles podrían tener potencial actividad biológica.

Metodología. Se hicieron cortes con bisturí a hojas y corteza de *Taxus sp.* previamente lavadas con agua, jabón y etanol. Las muestras de tejido se colocaron en cajas de Petri (12 en PDA y 12 en agar nutritivo, todas las cajas suplementadas con ampicilina y gentamicina). La mitad de las cajas fueron incubadas a 24°C y la otra mitad a 28°C [3]. Después de una semana de crecimiento, se realizó un aislamiento por estrias de cada cepa diferenciada morfológicamente a través de estereoscopio y a simple vista (color y/o forma de la colonia), con el fin de obtener cultivos axénicos y en un futuro llevar a cabo la identificación de los hongos mediante microscopía y análisis molecular.

Resultados. Se observó crecimiento de hongos endófitos a partir del cuarto día de incubación, la temperatura de 24°C favoreció el crecimiento. Se obtuvieron 20 cepas con diferencias morfológicas, 12 provenientes de la corteza (ocho a 24°C y cuatro de 28°C), y de las hojas se obtuvieron 8 cepas (seis a 24°C y dos a 28°C). Los aislados más representativos que se obtuvieron fueron hongos con crecimiento de hifas formando circunferencias, con colores café oscuros (Figura 1a), el color fue más intenso en micelio cercano al material vegetal. También se aislaron hongos con crecimiento de forma irregular, con colores blancos, casi traslúcidos en algunas regiones de las colonias y opaco en las circunferencias (Figura 1b), los dos tipos de hongos anteriormente descritos se

aislaron tanto de hojas como de corteza. Se obtuvieron aislados totalmente opacos, con crecimiento irregular provenientes de solo corteza incubados a 24°C, con diferentes colores dentro de las mismas colonias (Figura 1c).



Fig. 1. Colonias de hongos endófitos de *Taxus sp.* obtenidas a partir de corteza con coloración café (a), de hoja con coloración blanquesina (b), y de corteza con colores opacos (c).

Conclusiones. Se lograron aislar 20 cepas de hongos endófitos con base en diferencias morfológicas; la temperatura de 24°C favoreció el crecimiento de estos microorganismos, y algunos endófitos solo crecieron a ésta temperatura. Aunque se pudieron diferenciar las colonias por morfología microscópica, deben realizarse estudios moleculares para su identificación, y también estudiar la producción de compuestos bioactivos de estos hongos.

Agradecimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada a G. Díaz-Domínguez, para realizar estudios de maestría (CVU 1243409).

Bibliografía.

1. Aragón S. and Beltrá-Acosta C. (2018). *Repositorio Institucional Agrosavia. Corporación colombiana de investigación agropecuaria.* <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34157>.
2. Aragón R.S.M. (2016). How entomopathogenic endophytic fungi modulate plant-insect interactions (Doctoral dissertation, Georg-August-Universität Göttingen).
3. Galindo-Solís J. (2023). Hongos endófitos de plantas medicinales: búsqueda de taxol fúngico y compuestos bioactivos. (Tesis de Doctorado, UAMI, Ciudad de México).

COPRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS Y EXOPOLISACÁRIDOS POR *Enterobacter soli* EN CULTIVO SUMERGIDO

Ana Patricia Gayosso Sánchez¹, José Andrés Herrera Corredor¹, Neith Aracely Pacheco López², Ricardo Hernández Martínez^{1*}

¹Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Laboratorio de Biotecnología Microbiana Aplicada, Amatlán de los Reyes, Ver. CP 94946, ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco subsele sureste, Tecnología Alimentaria, Mérida, Yuc. CP 97302 *odracerhema@gmail.com

Palabras clave: Biopolímero, Bioplástico, Fermentación

Introducción. Los polihidroxicanoatos (PHA) son biopolímeros intracelulares sintetizados por una gran variedad de microorganismos (1), se destacan por ser biodegradables y biocompatibles. Sin embargo, su industrialización es limitada debido a los altos costos de producción, razón por la cual, la coproducción con otros metabolitos, como los exopolisacáridos (EPS), ha surgido como una alternativa que permite dar valor agregado a biomoléculas y reducir costos de producción (2). En el caso particular del género *Enterobacter* se ha observado la capacidad de producir PHA y EPS solamente de forma individual.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar la coproducción de PHA y EPS por *E. soli* utilizando fructosa, glucosa y sacarosa como fuentes de carbono.

Metodología. La coproducción de PHA y EPS se realizó en cultivo sumergido (3). Para la extracción de los PHA se utilizó la técnica de digestión con NaClO al 5% (4), mientras que la recuperación de EPS se realizó por precipitación con etanol absoluto (5). Los resultados se analizaron mediante un ANOVA unidireccional y la separación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Resultados. Los resultados de la Fig. 1 indican que en presencia de sacarosa fue obtenida la mayor producción de biomasa y PHA (168 y 36 mg·L⁻¹, respectivamente), estadísticamente diferentes a lo obtenido con glucosa y fructosa.

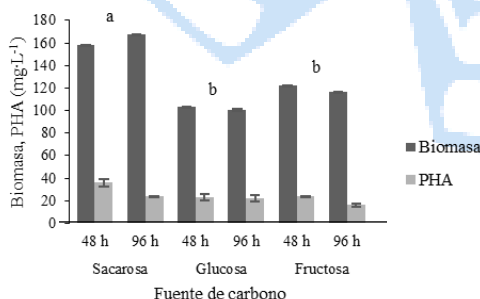


Fig. 1. Producción de Biomasa y PHA por *E. soli* utilizando diferentes fuentes de carbono. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Por otro lado, en la producción de EPS los rendimientos más altos se obtuvieron a las 48 h de incubación, los cuales oscilaron entre 1.24 a 1.45 g·L⁻¹ (Fig. 2), sin embargo, el análisis estadístico indicó que no existe diferencia significativa en el rendimiento de EPS a las 48 h con respecto a las diferentes fuentes de carbono utilizadas.

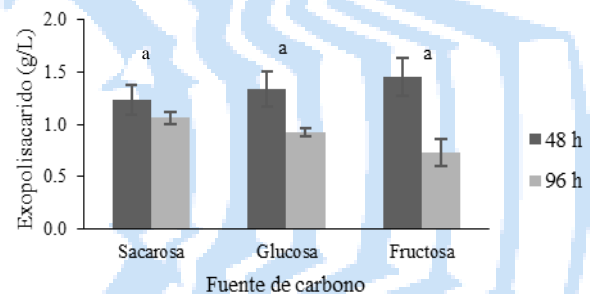


Fig. 2. Producción de EPS por *E. soli* utilizando diferentes fuentes de carbono indicada en g·L⁻¹. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Conclusiones. Se demostró que *Enterobacter soli* es capaz de coproducir EPS en el mismo medio que se recuperan los PHA, siendo la sacarosa la mejor fuente de carbono para la obtención de dichos biopolímeros.

Agradecimiento. Al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) México por el financiamiento de la maestría.

Bibliografía. 1. Luo CB, Li HC, Li DQ, Nawaz H, You TT, Xu F. (2022). *Bioresour. Technol.* Vol (351): 126919.
2. Kopperi H, Amulya AK, Mohan V, (2021). *Bioresour. Technol.* Vol (341): 125735.
3. Vega-Vidaurre J, Hernández-Rosas F, Ríos-Corripio M, Loeza-Corte J, Rojas M, Hernández Martínez R. (2021). *Chem. Pap.* Vol (76): 2419-2429.
4. Meneses L, Esmail A, Matos M, Sevrin C, Grandfils, Barreiros S, Reis M, Freitas F, Paiva A (2022). *Bioeng.* Vol (9): 302.
5. Anguluri K, La China S, Brugnoli M, De vero L, Pulvirenti A, Cassanelli S, Gullo M. (2022). *Polymers.* Vol (14): 2000.

EXPRESIÓN Y PURIFICACIÓN DEL REGULADOR TRANSCRIPCIONAL SCO3986 DE *Streptomyces coelicolor*

Jesús Emiliano Campoy Román, Beatriz Ruiz Villafán, Sergio Sánchez Esquivel.

Instituto de Investigaciones Biomédicas, Depto. de Biología Molecular y Biotecnología, UNAM. CP 04510
campoy@ciencias.unam.mx

Palabras claves: *Streptomyces coelicolor*, regulador transcripcional, Sco3986

Introducción. El género *Streptomyces* posee un amplio interés en la biotecnología, debido a su extensa producción de metabolitos con actividad biológica. Dicha producción se ve afectada negativamente por fuentes de carbono como la glucosa. En general, en este género de bacterias, se ha visto que la enzima *glkA* participa en la regulación por carbono de la producción de metabolitos secundarios (1). En un análisis transcriptómico del modelo *Streptomyces coelicolor*, se descubrieron nueve reguladores transcripcionales dependientes de *glkA* (2). De éstos, dos pertenecen a la familia de reguladores GntR (los genes *sco3264* y *sco3986*) que por lo general participan en regulación por carbono y/o nitrógeno (2).

Para determinar el papel del regulador *sco3986* en la regulación por carbono en *Streptomyces*, se planteó como objetivo de este trabajo, clonar, expresar y purificar el posible regulador *sco3986* en *Escherichia coli*.

Metodología. El DNA genómico de *S. coelicolor* se aisló de acuerdo con el método reportado en (2). Para la amplificación del gen *sco3986* se diseñaron los siguientes cebadores FW: TGATGGATCCCATGACGTCTCGCCGCTT y REV: CTGCAGTCATCTGTGCACCTGCCTTTC para clonar utilizando el método de ensamble de Gibson (3). El plásmido resultante se transformó por electroporación en células competentes de *E. coli* NEB5α. La construcción se comprobó por secuenciación de Sanger.

Resultados. *Clonación del gen sco3986.* Para clonar el gen por ensamble de Gibson, primero se hizo el diseño *in-silico* de la construcción pQE31-3986 (Fig 1A). Se eligió el plásmido de expresión pQE31 que contiene el gen *bla* para β-lactamasa, una secuencia codificante para un tallo 6xHis que está bajo el promotor T5, que a su vez está regulado por el operador *lac*. Se realizó el ensamble de Gibson usando

el kit NEBuilder, siguiendo las instrucciones del proveedor. El ensamble se transformó en células competentes de *E. coli* NEB5α. Posteriormente, se seleccionaron clones, se aislaron sus plásmidos y se digirieron con *EcoRI* para corroborar dos sitios de corte (3738 y 423 bp) (Fig 1B).

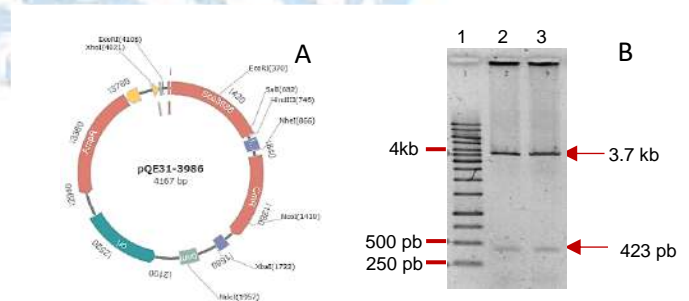


Figura 1. A) Mapa de la construcción pQE31-*sco3986*. **B)** Construcción pQE31-*sco3986* digerida con *EcoRI*. Marcador 1 kbp (carril 1) y plásmido digerido (Carriles 2 y 3).

Secuenciación de pQE31-sco3986. De las colonias obtenidas, solamente una tuvo la construcción esperada. Sin embargo, la secuencia de la clona muestra una mutación en el codón de inicio (delección de timina), lo cual corre el marco de lectura de *sco3986*.

Conclusiones. El gen *sco3986* fue clonado en el plásmido de expresión pQE31, no obstante, posee una mutación que corre el marco de lectura. La mutación se corregirá por mutagénesis dirigida.

Agradecimientos. Los autores agradecen el apoyo del proyecto de CONACYT AI-S9143, Agradecemos la asesoría de Berenice Hernández Cordero.

Bibliografía.

1. Ruiz-Villafán, B., Cruz-Bautista, R., Manzo-Ruiz, M., Passari A.J., Villarreal-Gómez, K., Rodríguez-Sanoja, R. & Sánchez, S. (2021). *Microbial biotechnology*, 15(4), 1058-1072.
2. Romero-Rodríguez, A., Rocha, D., Ruiz-Villafán, B., Tierrafría, V., Rodríguez-Sanoja, R., Segura-González, D., & Sánchez, S. (2016). *BMC microbiology*, 16(1), 1-16.
3. Gibson, D. G., Young, L., Chuang, R. Y., Venter, J. C., Hutchinson III, C. A., & Smith, H. O. (2009). *Nature methods*, 6(5), 343-345.

ANÁLISIS DE LA EXPRESIÓN DE BACTERIOCINAS EN *Enterococcus faecium* QD-2

Sac Nicté Fuentes, Cindy A. Estrada y Maricarmen Quirasco, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Depto. de Alimentos y Biotecnología, Ciudad de México, 04510, quirabma@unam.mx.

Palabras clave: Enterocinas, E. faecium, expresión génica

Introducción. Las bacterias ácido lácticas son responsables de procesos de fermentación en alimentos como productos lácteos. El género *Enterococcus* forma parte de éstas y es subdominante en varios tipos de quesos artesanales, contribuyendo en el desarrollo de sabores y aroma durante la maduración (1). Especies de *Enterococcus* son productoras de bacteriocinas clase II (enterocinas), cepas de *E. faecalis* y *E. faecium* pueden producirlas (2). Se ha reportado que las enterocinas exhiben una fuerte actividad antimicrobiana contra patógenos, incluidos *S. aureus*, *L. monocytogenes* y *S. enterica*, así como contra microorganismos de deterioro en alimentos (3). Un factor de estrés común en quesos es el osmótico, asociado a la presencia de NaCl (4). El objetivo del presente trabajo es analizar la expresión de bacteriocinas de *E. faecium* QD-2 y estudiar el efecto del NaCl en la transcripción.

Metodología. Se analizó bioinformáticamente el contexto genómico de ORFs codificantes para bacteriocinas putativas en el genoma de *E. faecium* QD-2 a través de BLAST sobre GeneBank, UniProt y Pfam. La búsqueda de posibles promotores se realizó con IPro70-FMWin y BProm. Se empleó TRIzol™ para extraer RNA y el kit SCRIPT RT-qPCR SybrMaster (Jena Bioscience) para la reacción RT-qPCR. Para el análisis de expresión se utilizó a *rpoA* como gen endógeno y al *entA* (ORF 621) como referencia. Se realizó el análisis de expresión en medio MRS con 0%, 3% y 5% de NaCl. Cada condición se analizó por sextuplicado.

Resultados. El genoma de *E. faecium* QD-2 contiene ocho genes con anotación para bacteriocinas putativas, Tabla 1, de los cuales los genes 615, 616, 621, 901 y 902 son los que tuvieron un promotor fuerte, por lo que se prosiguió a analizar sus transcritos. La RT-qPCR tuvo alta reproducibilidad y especificidad. Los cinco genes estudiados se expresaron en las tres concentraciones de NaCl, Tabla 1. El método $\Delta\Delta Ct$ indica que los genes 901 y 902 se cotranscriben y tienen menor expresión que *entA*, mientras que los genes 615 y 616 (operón bicistrónico) se expresaron más que *entA*, independientemente de las diferentes concentraciones de NaCl, Figura 1.

Tabla 1. Enterocinas codificadas en el genoma *E. faecium* QD-2

Gen	Bacteriocina	Promotor fuerte	RT-qPCR
615	Bacteriocina IIc	✓	✓
616	Acidocina_LF221B	✓	✓
621	Enterocina A *	✓	✓
718	Bacteriocina Uvi B	✗	---
901	Enterocina X, cadena α *	✓	✓
902	Enterocina X, cadena β *	✓	✓
2142	Enterolisina A	✗	---
2596	Enterocina B *	✗	---

* Bacteriocinas ya caracterizadas.

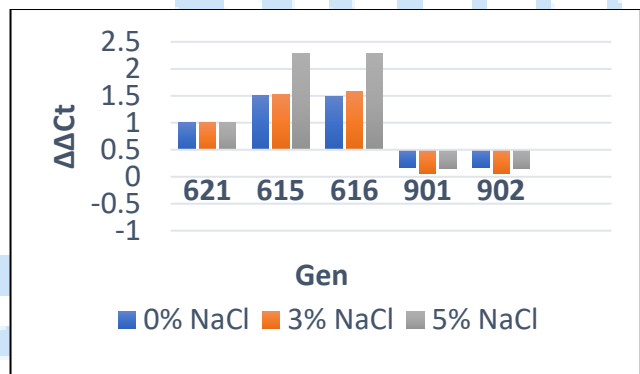


Fig. 1. Expresión de ORFs codificantes para bacteriocinas en *E. faecium* QD-2, en diferentes concentraciones de NaCl.

Conclusiones. Los ORFs 615 y 616 se encuentran en operón bicistrónico, al igual que los 901 y 902. Existe una expresión diferencial de los operones en concentraciones crecientes de NaCl, sobresale la expresión de los ORFs 615 y 616, cuyas bacteriocinas no se han reportado previamente.

Agradecimiento. PAPIIT IN220921, PAIP 5000-9102.

Bibliografía.

1. Coelho M, Malcata F & Silva C (2022). *Foods*. 11(15): 2276.
2. Cleveland J et al (2001) *Int J Food Microbiol*. 71: 1-20.
3. Franz C, Schillinger U & Holzapfel W (1996) *Int J Food Microbiol*. 29: 255-270
4. Zarzecka U, Zadernowska A & Chajęcka W (2022). *Food Microbiol*. 102: 1-9.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE *Kocuria rhizophila* AISLADA DE UN ALIMENTO FERMENTADO

Marco Navarrete y Maricarmen Quirasco, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Depto. de Alimentos y Biotecnología, Ciudad de México, 04510, quirabma@unam.mx.

Palabras clave: Kocuria, proteasa, resistencia a antibióticos

Introducción. *Kocuria* es un género bacteriano de cocos, Gram positivos, con la capacidad de producir compuestos de interés biotecnológico, como pigmentos y enzimas hidrolíticas. En alimentos se ha encontrado en cárnicos y lácteos madurados, aunque hay reportes de infecciones oportunistas y resistencia a antibióticos en contexto nosocomial (1). Como parte del estudio del queso Cotija artesanal y de la leche bronca con que se elabora, previamente se aisló una cepa de *Kocuria rhizophila*, identificada por secuenciación del gen ADNr 16S, que desarrolla una clara actividad proteolítica por hidrólisis en placa de agar con leche descremada.

En este trabajo se estudió la aplicación biotecnológica potencial de esta cepa de *Kocuria* en términos de su actividad proteolítica y su sensibilidad a distintos antibióticos.

Metodología. La actividad proteolítica se indujo mediante el cultivo en leche descremada al 1.5 % (p/v). Se realizó una inspección visual de los cambios en el medio y en paralelo se determinó la absorbancia del sobrenadante a 700 nm, como reflejo de la integridad de las micelas de caseína. El crecimiento celular se evaluó por cuantificación de proteína total por Bradford (2). La actividad específica se cuantificó mediante el ensayo de Sigma® (3). La susceptibilidad a antibióticos se determinó por el método de Kirby-Bauer de difusión de disco (4).

Resultados. Se observó el efecto de la proteólisis sobre la leche descremada durante el cultivo en matraz, que se refleja por un cambio drástico en la turbidez del medio (Fig. 1). Los resultados sugieren que la actividad proteolítica está asociada al crecimiento, ya que durante las 2 y 3.5 h de fermentación, el cultivo se encuentra en fase exponencial de crecimiento. Se observó la producción de un pigmento amarillo paja, después de las 12 h de cultivo (fase estacionaria).

Respecto a la sensibilidad a antibióticos, se analizó la resistencia a macrólidos, aminoglucósidos, penicilina y glucopéptidos, se encontró susceptibilidad a la mayoría. En el caso de la kanamicina, la resistencia es dosis-dependiente (Tabla 1).

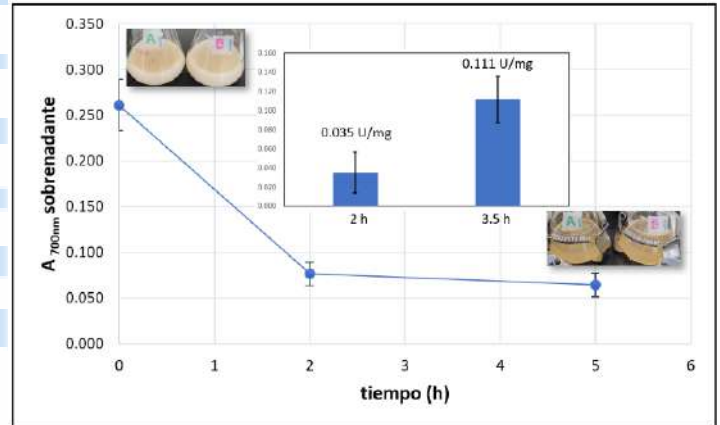


Fig. 1. Cambios durante el cultivo: en aspecto y en A_{700nm} del sobrenadante. Se muestra también la actividad proteolítica específica determinada a las 2 y 3.5 h.

Tabla 1. Sensibilidad de *K. rhizophila* a distintos antibióticos.

Antibiótico y contenido en disco	Resultado
Estreptomocina, 22.5 µg	S
Vancomicina, 0.72 µg	S
Penicilina G, 0.36 µg	S
Eritromicina, 0.18 µg	S
Kanamicina, 0.18 µg	R
Kanamicina, 22.5 µg	S

S: susceptible; R: Resistente.

Conclusiones. *K. rhizophila* tiene actividad proteolítica sobre la caseína de la leche y cuyo efecto puede observarse en la fase exponencial de crecimiento. Esta cepa no presentaría resistencia intrínseca a los antibióticos evaluados, a excepción de la kanamicina, en cuyo caso se observa resistencia a una concentración de 8 µg/mL.

Agradecimiento. PAPIIT IN214423, PAIP 5000-9102.

Bibliografía.

- Ramos, G. L. D. P. A., Vigoder, H. C., dos Santos Nascimento, J. (2021). *Appl Food Biotechnol.* 8(2): 79-88.
- Bradford MM. (1976) *Anal Biochem.* 7(72):248-54.
- Cupp-Enyard C. (2008). *J Visualized Exp.* 19(e899).
- Hudzicki, J. (2009). *ASM* 15: 55-63.

COPRODUCCIÓN DE EXOPOLISACARIDOS Y POLIHIDROXIALCANOATOS CON *BACILLUS THURINGIENSIS* POR FERMENTACIÓN SUMERGIDA

Jesús David Castilla Marroquín¹, Neith Aracely Pacheco López², José Andrés Herrera Corredor¹, Francisco Hernández Rosas¹, Ricardo Hernández Martínez³.

¹Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Unidad Sureste, ³CONACyT-Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. odracirhema@gmail.com

Palabras clave: biopolímeros, bioplásticos, bacterias ácido-lácticas.

Introducción. Los polihidroxicanoatos (PHAs) son poliésteres microbianos intracelulares fácilmente degradables con propiedades similares a los plásticos convencionales (1). Sin embargo, los costos de producción son altos por lo que han surgido nuevas estrategias como es la coproducción con otros metabolitos, tales como los exopolisacáridos (EPS), ambos ampliamente demandados por la industria farmacéutica y alimentaria (2). El objetivo del presente trabajo fue coproducir EPS y PHAs por fermentación sumergida con *Bacillus thuringiensis* en el mismo sistema.

Metodología. La cinética de fermentación se realizó en frascos de geometría uniforme con capacidad de 100 mL usando sacarosa comercial (100 g/L) como fuente de carbono y extracto de levadura (5 g/L) como fuente de nitrógeno, las muestras se incubaron por 84 h a 150 rpm y 37 °C en pH 7 (3). Concluida la fermentación la biomasa fue separada por centrifugación a 15,000 rpm por 15 minutos y se liofilizó. La extracción de los PHAs se realizó con hipoclorito de sodio al 8.7% y pH 12.3. Por otro lado, los EPS fueron precipitados a partir del sobrenadante con etanol a -4°C. Los PHAs y el EPS fueron liofilizados y pesados para determinar los rendimientos en cada etapa del proceso (4).

Resultados. Como se puede observar en la Fig. 1, *Bacillus thuringiensis* es capaz de producir tanto EPS como PHA en el mismo sistema de fermentación. En estas condiciones de cultivo, se obtuvo la máxima producción de EPS a las 48 h (7.35 mg/mL), mientras que el máximo rendimiento de PHA se alcanzó a las 60 h (1.35 mg/mL). Según la literatura, los rendimientos máximos de EPS reportados para *Bacillus mojavensis* y *Bacillus thuringiensis* son en 48 h (20 mg/mL) y 72 h (1.6 mg/mL), respectivamente (3,4). Por otro lado, los máximos rendimientos de PHA reportados son de 0.093 mg/mL en 48 horas para *Bacillus megaterium* y de 0.48 mg/mL en 144 horas para *Halomonas smyrnensis* (5,2). Los rendimientos y el tiempo de fermentación obtenidos en este trabajo son comparables con los reportados en investigaciones

anteriores lo que propicia una alternativa económicamente sostenible para la producción simultánea de ambos biopolímeros.

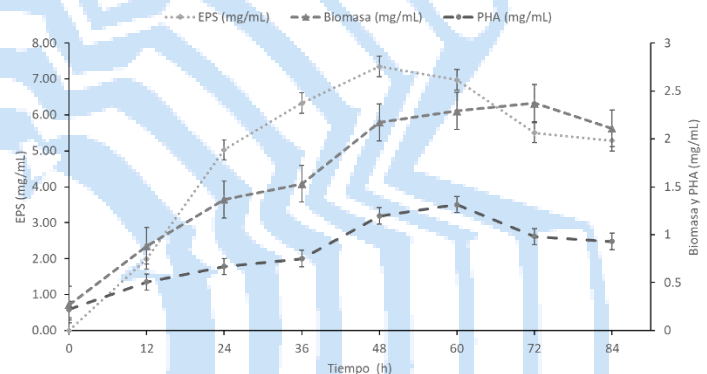


Fig. 1. Cinética de coproducción de EPS y PHA en fermentación sumergida por *Bacillus thuringiensis*.

Conclusiones. Se logró coproducir PHAs y EPS en el mismo sistema utilizando sacarosa y extracto de levadura como fuente de carbono y nitrógeno respectivamente. La perspectiva del presente trabajo es optimizar el sistema para aumentar rendimientos y reducir los tiempos de producción de ambos metabolitos

Agradecimiento. Se agradece al CONACyT por la beca 858814

Bibliografía.

- McAdam, B., Brennan Fournet, M., McDonald, P., y Mojicevic, M. (2020) *Polymers*, 12(12), 2908.
- de Siqueira, E. C., y Öner, E. T. (2023). *Int. J. Biol. Macromol.*, 123800.
- Haddar, A., Hamed, M., Bouallegue, A., Bastos, R., Coelho, E., y Coimbra, M. A. (2020). *Food Chem.*, 343, 128456.
- Vega-Vidaurre, J. A., Hernández-Rosas, F., Ríos-Corripio, M. A., Loeza-Corte, J. M., Rojas-López, M., y Hernández-Martínez, R. (2022). *Chem. Pap.*, 76(4), 2419-2429.
- Vu, D. H., Wainaina, S., Taherzadeh, M. J., Åkesson, D., & Ferreira, J. A. (2021). *Bioengineered*, 12(1), 2480-2498.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LEVANO A PARTIR DE SUHOMYCES KILBOURNENSIS AISLADA DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

Mariana González Torres¹, Neith Aracely Pacheco López², Francisco Hernández Rosas¹, Jericó Jabín Bello Bello³, Ricardo Hernández Martínez³.

¹Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Unidad Sureste, ³CONACyT-Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. odracirhema@gmail.com

Palabras clave: exopolisacárido, fermentación sumergida, levadura.

Introducción. La producción de levano está determinada por las condiciones de fermentación como la temperatura y el tiempo, ambas variables son fundamentales para el metabolismo de los microorganismos y pueden ayudar a mejorar los rendimientos y la calidad, así como también al diseño eficiente y rentable de procesos (1). El levano es un exopolisacárido formado por unidades repetidas de fructosa unidas por enlaces β -(2,6) en la cadena principal y ramificaciones a través de enlaces β -(2,1) (2). El levano puede ser aplicado industrialmente como humectante, emulsionante, edulcorante, prebiótico, entre otros (3).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura sobre la producción de levano de la levadura autóctona *Suhomyces kilbournensis* mediante fermentación sumergida (FSm).

Metodología. La producción de levano se realizó en frascos de geometría uniforme con capacidad de 170 mL usando sacarosa comercial (40 g/L) como fuente de carbono y peptona (7.5 g/L) como fuente de nitrógeno, las muestras se incubaron por 12 h a 150 rpm y 25, 30 y 35 °C en pH 6.5, tomando muestras cada 3 h. El caldo de fermentación fue centrifugado a 15,000 rpm por 15 minutos y el levano fue precipitado del sobrenadante llevando a ebullición y posteriormente utilizando KOH, CaCl₂ y etanol frío. La biomasa y el levano fueron liofilizados y pesados para determinar los rendimientos (3).

Resultados. Como se puede observar en la Fig. 1, *Suhomyces kilbournensis* fue capaz de producir levano a diferentes temperaturas. La máxima producción de levano fue observada a las 6 h para las tres temperaturas evaluadas. Sin embargo, el máximo rendimiento fue a 30 °C (993 mg/mL). De acuerdo a la literatura, los rendimientos máximos de levano reportados utilizando la levadura recombinada *Pichia pastoris* con *Bacillus subtilis* y la levadura recombinante *S. cerevisiae* con *Rahnella aquatilis* son 8.62 g/L en 288 h a 28 °C y 76 g/L en 24 h a 30 °C respectivamente (2,4). Por otra parte, se reportan

temperaturas óptimas para la polimerización de levano entre 30 y 37 °C con *B. subtilis* (5). Los rendimientos obtenidos en el presente trabajo demuestran la importancia de establecer las condiciones de fermentación para la producción de levano.

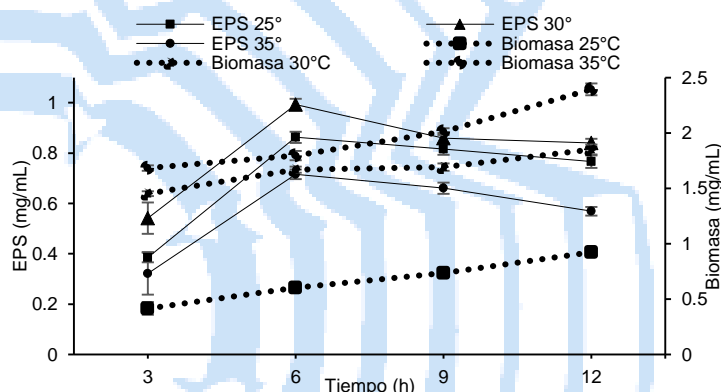


Fig. 1. Cinética de producción de levano en FSm por *Suhomyces kilbournensis*.

Conclusiones. La temperatura tiene un impacto significativo en el tiempo de producción de levano por *S. kilbournensis* en un sistema de fermentación sumergida alcanzando su máximo rendimiento en un periodo corto de tiempo. A partir de esto, se pueden optimizar las condiciones de fermentación con las fuentes de sacarosa y nitrógeno para la producción eficiente de levano.

Agradecimiento. Se agradece al CONACyT por la beca 932678

Bibliografía.

- Hassan NA, Supramani S, Azzimi Soheidin MN, Ahmad Usuldin SR, Klaus A, Ilham Z, Chen WH, Wan-Mohtar WAAQI. (2019) Biocatal Agric Biotechnol, 21:101305
- Ávila-Fernández Á, Montiel S, Rodríguez-Alegría ME, Caspeta L, López Munguía A. (2023) Microbial Cell Factories, 22(1), 1–12.
- Srikanth R, Siddhartha G, Sundhar Reddy CHSS, Harish BS, Janaki Ramaiah M, Uppuluri KB. (2015) Carbohydr Polym 123:8–16.
- Ko H, Bae JH, Sung BH, Kim MJ, Kim CH, Oh BR, Sohn JH. (2019) J Ind Microbiol Biotechnol 46(11):1611–1620.
- Zhang X, Liang Y, Yang H, Yang H, Chen S, Huang F, Hou Y, Huang R. (2021) Lwt 150:111951.

DESARROLLO DE ANTÍGENOS RICKETTSIALES Y SU EXPRESIÓN EN SISTEMAS HETERÓLOGOS

Mónica López*, Bianca Alarcón, Blanca Estrada, Gerardo Espino.

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas y * Facultad de Ciencias Químicas. Chihuahua, Chih. 31125. A328243@uach.mx
Rickettsia, Antígeno, ADR2.

Introducción. Las rickettsiosis, es una enfermedad zoonótica causadas por bacterias obligadas del género *Rickettsia* y transmitidas por ectoparásitos hematófagos, han sido responsables a nivel nacional de un promedio de 500 casos confirmados por año, y más de 2000 casos sospechosos (2015) (1). Aunque la incidencia es relativamente baja, la naturaleza inespecífica de los síntomas (fiebre, dolor de cabeza, mialgia y malestar) (2) también presentes en otras patologías como el Zika, Chikunguya, influenza, fiebre tifoidea, así como dengue (3), algunas limitaciones en la confirmación del diagnóstico diferencial, contribuyen a la rápida evolución del cuadro clínico y desenlace fatal de la enfermedad. Por lo que un diagnóstico oportuno, en conjunto con un tratamiento adecuado puede mejorar el pronóstico de la enfermedad. Las proteínas en la membrana externa tienen un importante papel en la interacción huésped-patógeno debido a que estas se encuentran en contacto directo con el ambiente externo, participan en la adhesión celular, en la interacción con los componentes citoplasmáticos, polimerización de actina y/o estimulación/ evasión de la respuesta inmune (4). Por su parte la proteína ADR2 juega un papel dentro de la infección del huésped se centra en la adhesión e invasión celular y dado que cuenta con un dominio de unión a la vitronectina reguladora del complemento, le confiere resistencia a la destrucción mediada por el mismo (5).

Diseñar y expresar en sistemas heterólogos antígenos de proteínas rickettsiales (sAdr2) y probar su potencial antigénico.

Metodología. El gen que codifica para los cinco loops externos de la proteína rickettsial ADR2 se clonó en el vector de expresión pET28. Después con el constructo se transformaron cepas competentes de *E. Coli* DH5 α y BL21 DEC para la proliferación del vector y la inducción de expresión de la proteína respectivamente. Tras romper la membrana celular por presión osmótica de la cepa BL21 DEC se purificó el producto de expresión por cromatografía de afinidad con una columna de Ni-NTA y se evaluaron las fracciones de elución con un gel SDS-PAGE al 10%. Finalmente se comprobó el potencial antigénico de la proteína con un Western-Blot, transfiriendo la proteína del gel SDS-

Page a una membrana de PVDF, exponiéndola a una seroteca de niños con diagnóstico positivo a *Rickettsia* por PCR en tiempo real, el anticuerpo secundario utilizado fue IgG e IgM.

Resultados. La expresión en BL21 se indujo con IPTG a una concentración de 1mM a 18°C durante 14hr, en el gel SDS-PAGE se observan bandas correspondientes al peso molecular teórico de sAdr2, mientras que en el inmunoblot se puede observar cómo fue reconocida por anticuerpos presentes en sangre.

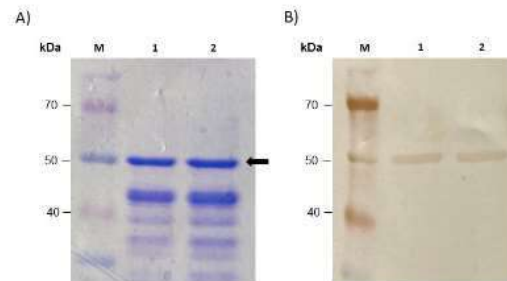


Fig. 1.A) SDS-PAGE 10%. Fracciones de elución 1 y 2 donde se observa la proteína recombinante sAdr2 B) Membrana de PVDF resultado de un Western-Blot donde sAdr2 reaccionó con plasma de un niño infectado con *Rickettsia rickettsii*.

Conclusiones. Es necesario continuar con estudios ya que la proteína recombinante sAdr2 tiene potencial antigénico dado que es reconocida por anticuerpos circulantes en sangre periférica positiva a rickettsiosis, esto podría ser clave en aplicaciones diagnósticas y terapéuticas

Agradecimiento. Los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto fueron financiados por CONACYT con los proyectos A1-S-53789 y CF: 1564468, así como proyectos obtenidos a través de Laboratorios Nacionales.

Bibliografía.

1. Dirección General de Epidemiología de Salud Pública. (2016).
2. Walker, D. H. (2009). *Molecular and Cellular Biochemistry*, 23(1), 1-7.
3. Anaya, E., Morón, C., Arias, P., Chauca, J., & Román, R. (2008). *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 25(3), 336-339.
4. Salje, J. (2021). *Nature Reviews Microbiology*, 19(6), 375-390.
5. Garza, D. A., Riley, S. P., & Martinez, J. J. (2017). *PLoS ONE*, 12(6), 1-15.

USO DEL ULTRASONIDO PARA INTENSIFICAR LA PRODUCCIÓN DE QUITIN DESACETILASAS EN CULTIVOS SÓLIDOS Y SUMERGIDOS DE *ASPERGILLUS NIGER*

Marlène Vázquez Aldana¹, Natalia Guadalupe Castro Gómez¹, María Aurora Martínez Trujillo^{1*},
Martin Rogelio Cruz Díaz²

¹Tecnológico Nacional de México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac. Ecatepec, Estado de México, CP 55210.

*amartinez@tese.edu.mx

² Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán-Campo Uno, Av. 1° de mayo s/n Colonia Santa Ma. Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México C.P. 54740, *cdmrmartin@hotmail.com

Palabras clave: Quitin desacetilasas, Cáscara de camarón, Aspergillus niger

Introducción. Las Quitin Desacetilasas (QDA) catalizan la eliminación de grupos acetilo de sustratos quitinosos, generando quitosano. Modifican el grado de acetilación de los quitosanos, así como en su patrón de acetilación, lo que determina sus propiedades fisicoquímicas y actividades biológicas [1]. Varios hongos destacan como productores de QDA [2]. Se ha reportado la producción de QDA fúngicas a partir de cultivos sumergidos (FSm), aunque las ventajas de los cultivos sólidos (FS) para la producción de enzimas fúngicas extracelulares son bien conocidas [3]. Las QDA producidas por *A. niger* desacetilan la quitina obtenida mediante un proceso biológico [4]. Por otro lado, la aplicación del ultrasonido (US) influye en las actividades de procesos enzimáticos [4], por lo que se usa para intensificarlos. El objetivo de este proyecto fue identificar el efecto del choque ultrasónico sobre la producción de QDA por el hongo *Aspergillus niger* en FSm y FS.

Metodología. *A. niger* se mantuvo en agar PDA mediante resiembras periódicas. Los FSm contenían medio mínimo MM (en g/L: extracto de levadura, 10; NH₄H₂PO₄, 2; y MnSO₄, 0.1), 100 g/L cáscara de camarón (CC) y 50 g/L glucosa (G). Los FS contenían MM, 4 g de CC y G (0.5 g/gcc). Los experimentos se inocularon con 1x10⁶ esporas/mL (FSm) o 1x10⁸ esp/gcc (FS). La mitad de las unidades experimentales de FSm o FS se sometió a choque US (40 kHz, 180 W) durante 15 min previo a su inoculación. Los cultivos se incubaron a 200 rpm y 37° C durante 96 h, retirando dos matraces de cada condición cada 24 h, para su análisis. El sobrenadante de la FSm se recuperó por centrifugación; las QDA producidas por FS se recuperaron agregando al soporte 80 mL de regulador de fosfatos pH 5 y manteniendo en agitación a 4°C por 30 min. En los sobrenadantes se cuantificó la actividad de QDA y la de proteasas [5].

Resultados. La actividad de QDA fue tres veces mayor en FS que en FSm, mientras que la actividad

proteolítica fue mayor en FSm que en FS. Experimentos previos mostraron que aplicar el US a las 24 h de cultivo tuvo un efecto negativo en la producción de las QDA, al disminuirla un 30% pero hacerlo previo a la inoculación tuvo un efecto favorecedor. Los experimentos sometidos a US produjeron el valor máximo de QDA 24 h antes que los experimentos control, aunque ese máximo fue igual para los experimentos con y sin tratamiento US (Fig. 1).

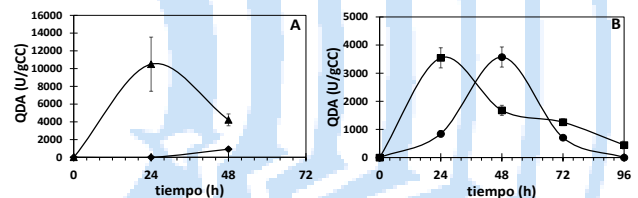


Fig. 1. Actividad de QDA en FS (A) sometido a US (▲) y sin US (◆); y en FSm (B) sometido a US (■) y sin US (●).

El US provocó que la mayor actividad de proteasas se obtuviera también 24 h antes que las obtenidas en el experimento control. Pero en la FS la aplicación del US incrementó al doble la producción de proteasas.

Conclusiones.

La actividad de QDA es mayor en FS, pero el US provoca que la producción de QDA suceda 24 h antes de lo que sucede normalmente, tanto en FSm y FS.

Agradecimiento. Se agradece al COMECYT, proyectos FICDTEM-2021-064 y EESP2022-0054; y a la UNAM, proyecto PAPIIME-PE104122.

Bibliografía.

- Bonin, M., Hamelers, L., Hembach, L., Roret, T., Cord-Landwehr, S., Michel, G., & Moerschbacher, B. M. (2021) *J. of Biol Chem.* 297(4)
- Yonis, R. W., Luti, K. J. K., & Aziz, G. M. (2019). *Iraqi J. of Sci.* 60(6): 1206-1220.
- Karthik, N., Binod, P., & Pandey, A. (2018). *Biocat and Biotransf.* 36(4): 296-306.
- Sixto-Berrocal, A. M., Vázquez-Aldana, M., Miranda-Castro, S. P., Martínez-Trujillo, M. A., & Cruz-Díaz, M. R. (2023). *International J. of Biol. Macromolecules*, 230, 123204.
- Kwiatkowska, B., Bennett, J., Akunna, J., Walker, G. M., & Bremner, D. H. (2011). *Biotechnol Adv*, 29(6): 768-780.

LAVADO Y ULTRASONIDO COMO TRATAMIENTO DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA SACARIFICACIÓN DE LA CÁSCARA DE PIÑA Y LA PRODUCCIÓN DE ACIDO LÁCTICO.

Christian Michelle Rosales González, María Aurora Martínez Trujillo, Mayola García Rivero, Isabel de la Luz Membrillo Venegas

¹Tecnológico Nacional de México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac. Ecatepec, Estado de México, CP 55210.

*amartinezt@tese.edu.mx

Palabras clave: sacarificación, ultrasonido, ácido láctico.

Introducción.

Los residuos de la piña pueden ser aprovechados para generar productos de valor agregado, mediante procesos biotecnológicos [1]. Estos procesos se basan en la fermentación de sustratos orgánicos ricos en carbohidratos. Debido a las características de las materias primas (MP), el proceso de fermentación requerirá de una etapa de pretratamiento que las convierta a sustratos fermentables. Una opción adecuada para este pretratamiento es la degradación enzimática [2]. Sin embargo, muchas veces es necesario acondicionar estas MP con un lavado previo para eliminar los azúcares reductores (AR) solubles, que pueden interferir en la acción sacarificante de las enzimas; en tanto que la aplicación del ultrasonido (US) podría mejorar potencialmente la extracción de compuestos funcionales y favorecer la sacarificación [3]. El objetivo de este trabajo es probar el lavado y la aplicación de ultrasonido como técnicas de acondicionamiento de la cáscara de piña para su sacarificación y la posterior obtención de ácido láctico por fermentación con *Lactobacillus delbrueckii*.

Metodología. La cáscara de piña (CP) se lavó, se secó al sol y molió, recuperando las partículas de 5 mm. Se consideraron cuatro acondicionamientos para CP: el control (CP), lavado (CPL), CPL con choque US (CPLU) y CP con choque US (CPU). Para el lavado, 11.5 g de CP se remojaron en 100 ml de agua destilada durante 2 h, repitiendo el tratamiento 3 veces. Las CP o CPL se mezclaron con 100 ml de agua, que se drenó luego de la esterilización. El tratamiento de US se aplicó por 15 min a la CP y CPL luego de la esterilización. Una vez acondicionadas, CP, CPL, CPU y CPLU, se sometieron a sacarificación enzimática usando el extracto enzimático producido por *A. niger* en fermentación sólida [4], y regulador de acetatos pH5 a 50°C y 180 rpm por 24 h. El agua drenada en cada paso de los acondicionamientos, así como la obtenida luego de la sacarificación, se recolectó de manera independiente, y se le cuantificó el contenido de AR [5]. Los AR obtenidos luego del lavado de CP y los generados en la sacarificación se

fermentaron. Para ello, se les agregó medio mínimo, y el inóculo de *L. delbrueckii* en un 10% del volumen final. Estos cultivos se incubaron a 37 °C y 150 rpm durante 50 h, tomando muestras periódicamente. Se cuantificó el AL producido y la disminución de AR-[5].

Resultados. Con el lavado de CP se recuperó la mayor cantidad de AR (21.58 g/L). El lavado no favoreció la sacarificación, ya que se obtuvieron 3 veces más AR al sacarificar CP que con CPL. Por su parte, el rendimiento de sacarificación en CPU y CPLU fue aún menor (Fig 1A). Por otro lado, las fermentaciones de los AR producidos al sacarificar CP, CPL, CPU y CPLU dieron bajos rendimientos. En contraste, los AR obtenidos del lavado de CP fueron casi totalmente convertidos a AL durante la fermentación (Fig. 1B).

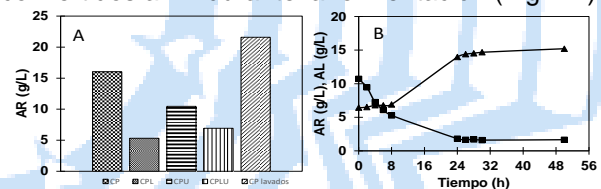


Fig. 1. Comparación de los AR obtenidos luego de la sacarificación de las CP acondicionadas y el lavado de CP (A) y Producción de AL (▲) vs consumo AR (■) del agua drenada luego del lavado de CP (B).

Conclusiones. La sacarificación de CP, CPL, CPU y CPLU no generó una cantidad adecuada de AR fermentables para producir AL, pero los removidos del lavado de la CP sí. Se sugiere lavar la CP y recuperar el agua de lavado para producir AL, y usar la CPL como sustrato para desarrollar cultivos sólidos.

Agradecimiento. Se agradece al COMECYT proyecto FIC de TEM-2021-064.

Bibliografía.

- Romero-Sáez, M. (2022) *TecnoLógicas*. 25(54)
- Hofvendahl, K., Hahn-Hägerda, B. (2000) *Enzyme and Microbial Technology*. 25(2-4),87-107.
- Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L., Bates, D. (2008). *Innovative Food and Eng Technol*. 9, 161-169.
- Martínez, M. A., Bautista, K., García, M., Martínez, A., & M. R. (2020). *Bioproc and Biosys Eng*, 43, 413-427.
- Sixto, A., Vázquez, M., Miranda, S., Martínez, M., & Cruz, M. (2023). *International Journal of Biological Macromolecules*, 123204.

ESTUDIO ELECTROQUÍMICO DE LA DINÁMICA DE INTERACCIÓN ELECTRÓNICA ENTRE *Pseudomonas aeruginosa* NEJ07R Y UN ELECTRODO DE TELA DE CARBONO UTILIZANDO PIOCIANINA COMO MEDIADOR REDOX

Jesús Alberto Pérez-García¹, Francisco Javier Bacame-Valenzuela^{1,2}, Yolanda Reyes-Vidal¹

¹Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76703. ²Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76703.

mreyes@cideteq.mx

Palabras clave: Bioelectroquímica, piocianina, *Pseudomonas aeruginosa*

Introducción. Las tecnologías electroquímicas microbianas (TEM) se basan en la transferencia extracelular de electrones (TEE) de microorganismos hacia electrodos. Unos de los factores que más influye en la TEE es la comunicación microorganismo-electrodo, la cual está asociada a reacciones bioquímicas acopladas a la función electroquímica de mediadores redox (MR) presentes en la interfaz (1). Las reacciones electroquímicas de los MR dan lugar a la TEE, por lo cual es de suma importancia su entendimiento (2). Este conocimiento permitirá mejorar la aplicación de las TEM como procesos biotecnológicos para la producción de energía (PE) y tratamiento de aguas residuales (TAR) (3). El objetivo de este trabajo fue estudiar la dinámica de interacción de *P. aeruginosa* NEJ07R en un electrodo de tela de carbono, empleando piocianina (PYO), un metabolito como MR.

Metodología. Se utilizó una celda electroquímica (CE) de tres electrodos, empleando como electrodo de trabajo (E_w) un electrodo colonizado con *P. aeruginosa* NEJ07R (GenBank: MZ835664.1). Se utilizó un medio de cultivo M9 suplementado con glucosa. Los experimentos se llevaron a cabo a temperatura controlada (30 °C). El estudio electroquímico se analizó mediante voltamperometría cíclica (CV) y espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS). Para estimular la colonización del electrodo se aplicó un voltaje fijo empleando cronoamperometría (CA) a 0 V vs. ECS, usando un potenciostato BioLogic® modelo VSP.

Resultados. Los estudios EIS mostraron la formación de una capa celular sobre la superficie del electrodo, la cual fue estableciendo una conexión semi-uniforme sobre la superficie, probablemente por la adsorción de MR derivados de fenazinas como, PYO o fenazina-1-ácido carboxílico. Esto se puede saber debido a que la resistencia a la transferencia de carga (R_{ct}) de la biopelícula, pasa de un valor de 75.13 mΩ a 0.31 mΩ al final de la colonización, produciendo cambios en el perfil del diagrama de Nyquist, donde el medio círculo disminuye a medida que R_{ct} disminuye (2). Los estudios

por CV demostraron la electrocatálisis mediante la adición de PYO (100 μM) a la celda electroquímica. La corriente catalítica de PYO aumentó de 4.53 μA en ausencia de la biopelícula a 216.57 μA en presencia de la biopelícula. Estos estudios servirán como base para el entendimiento de las interacciones microbianas con electrodos y el desarrollo de catalizadores microbianos aplicados al TAR o PE en TEM.

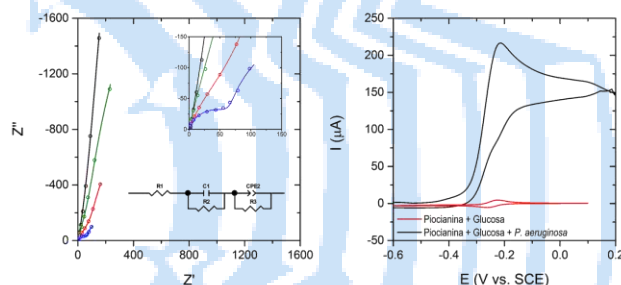


Fig. 1. a) Diagrama de Nyquist de la evolución de la biopelícula de *P. aeruginosa* NEJ07R. b) Curva CV de la catálisis de *P. aeruginosa* NEJ07 en presencia de piocianina como MR.

Conclusiones. Los resultados de la EIS permiten proponer un modelo de interacción entre *P. aeruginosa* NEJ07R y el electrodo. Los datos CV confirmaron el proceso electrocatalítico empleando PYO como MR. La electrocatálisis de *P. aeruginosa* NEJ07R podría ser aplicada al TAR o PE en TEM.

Agradecimiento. Al proyecto No. 258159, "Análisis estructurado de las variables de operación de una celda electroquímica microbiana en las respuestas metabólicas del sistema microbiano asociado", del fondo de Ciencia Básica 2015 - CONACYT.

Bibliografía.

1. Pérez-García, J.A., Bacame-Valenzuela & F.J. Reyes-Vidal, Y., (2021) Microbial electrochemical technologies for wastewater treatment, En *The future of effluent treatment plants: biological treatment systems*. Shah M. Elsevier, pp. 287-306.
2. Wang, H., Sun, Y., Wang, D., Wang, Z., Meng, H., Jiang, C., Dong, W., & Lu, N. (2022) *Front Microbiol.* 13(1): p. 2767.
3. Martínez, C.M., & Álvarez, L.H., (2018) *Biotechnol. Adv.* 36(5): pp. 1412-1423.

Caracterización genómica *in silico* de metabolitos secundarios con actividad biosurfactante y bioemulsificante de bacterias halotolerantes aisladas de cenotes de la Península de Yucatán.

Andrés Medel Sánchez Lara, Griselda Karina Guillén Navarro, Susana del Carmen de la Rosa García, Guadalupe Eugenia Zarza Franco, Verónica García-Fajardo. El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad-Biotecnología Ambiental, Tapachula, Chiapas, C.P. 30700, Laboratorio de Microbiología Aplicada, DACBioI, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 86150. andres333medel@gmail.com.

Palabras clave: Bioemulsificante, biosurfactante, *in silico*.

Introducción. Los cenotes de la península de Yucatán presentan una composición físico-química particular, cuya diversidad microbiana ha sido poco explorada y enfocada a la búsqueda de moléculas con potencial interés biotecnológico. Los biosurfactantes (BS) y bioemulsificantes (BE) son metabolitos secundarios de naturaleza anfipática con capacidad tensioactiva¹. Los BS y BE son biosintetizados por complejos enzimáticos de tipo sintetetasas de péptidos no ribosomales (NRPSs) y policétidos sintetasas (PKSs). Los NRPS y PKS se encuentran codificados en grupos de genes biosintéticos (BGCs) dentro del genoma. Se ha demostrado que los géneros *Bacillus* y *Lysinibacillus* producen BS y BE de naturaleza lipopeptídica. Una forma de predecir la biosíntesis de estos BS y BE es *in silico*, identificando la composición y organización de los NRPSs y PKSs codificados en los BGCs dentro del genoma.

Es por ello que buscamos identificar *in silico* la organización de los NRPS y PKS en el genoma de cuatro cepas bacterianas halotolerantes con potencial BS y BE, aisladas de cenotes de la península de Yucatán.

Metodología. Se seleccionaron cuatro cepas halotolerantes aisladas de sedimento y agua de dos cenotes con bajo impacto antropogénico de la Península de Yucatán con probada actividad BS e índice de emulsificación superior al 50%²: TZA38, TZS01, XHA14 y XHA16. Se extrajo el ADN genómico de cada cepa y se secuenció con la tecnología de PacBio Sequel II. Los genomas ensamblados fueron anotados con Rast, Prokka y eggNOG³. La identidad taxonómica se determinó con Blast+ a partir del 16S ADN y genoma completo, MUMmer, y los dDDHs con el TYGS⁴. La predicción de los BGCs biosurfactantes y bioemulsificantes se realizó con antiSMASH⁵.

Resultados. Se obtuvieron secuencias de buena calidad, ensamblados de un solo contig, gran completitud y poca o nula contaminación. La cepa

TZA38 tiene un tamaño de genoma de 4.6 Mb y de 4477 a 4601 CDSs; TZS01 un tamaño de 4.25 Mb y de 4171 a 4406 CDS; XHA14 un tamaño de 4.03 Mb y de 3811 a 4016 CDS; y XHA16 4.01 Mb y de 3805 a 3993 CDS. La cepa TZA38 se definió como *Lysinibacillus fusiformis*, y las cepas TZS01, XHA14 y XHA16 como *Bacillus velezensis*. La cepa *L. fusiformis* TZA38 contiene un BGC de tipo NRPS que codifica para los BS/BE fengicina, mycosubtilina y plipastatina. Las cepas *B. velezensis* TZS01, XHA14 y XHA16 presentan BGCs de tipo NRPS y NRPS-PKS que codifican para los BS/BE surfactina, fengicina, plipastatina, bacillomycina D e iturina. Estos son los primeros genomas completos de bacterias halotolerantes con potencial BS/BE que se reportan de cenotes prístinos de la Península de Yucatán. Al menos para las cepas de *B. velezensis* el 20% de todo su genoma se compone de BGCs dedicados a metabolitos secundarios, y gran parte de ellas se ubica dentro de regiones conservadas de GC.

Conclusiones. Las cepas *L. fusiformis* TZA38 y *B. velezensis* TZS01, XHA14, y XHA16 presentan BGCs, NRPSs y PKSs de BS y BE de naturaleza lipopéptidica, con potencial uso biotecnológico en biorremediación, agricultura e industria.

Agradecimiento. Proyecto Ciencia Básica Conacyt - Sep 283643.

Bibliografía.

1. Shekhar S., Sundaramanickam A., Balasubramanian T. (2015) *Crit Rev Environ Sci Technol.* 45(14):1522–1554.
2. Maldonado D. F., De la Cruz C. N., Gómez. C. S., Álvarez V. C., Herrera C. J. L., De la Rosa G. S. 2022. *Microorganisms.* 10(1264):1–18
3. Huerta C. J., Szklarczyk D., Heller D., Hernández P. A., Forslund S. K., Cook H., Mende D. R., Letunic I., Rattei T., Jensen L. J. (2019) *Nucleic Acids Res.* 47(D1): D309–D314.
4. Meier-Kolthoff JP, Göker M. (2019) *Nat Commun.* 10(1):2182.
5. Blin K., Shaw S, Kloosterman AM, Charlop-Powers Z, Van Wezel GP, Medema MH, Weber T. (2021) *Nucleic Acids Res.* 49(W1): W29–W35.

ECOTIPO de *Rahnella contaminans*: SIMBIONTE DEL BACTERIOMA NÚCLEO DEL INTESTINO DE *Dendroctonus* spp., CON CAPACIDAD PARA DEGRADAR XILANO

Flor N. Rivera-Orduña¹, Rosa María Pineda-Mendoza², Claudia Cano-Ramírez², Ma. Fernanda López² y Gerardo Zúñiga². ¹Depto de Microbiología y ²Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, C.P 11340. flor_1413@hotmail.com

Palabras clave: Análisis polifásico, expresión heteróloga, xilanasa

Introducción. El género *Rahnella* (*Yersiniaceae*) comprende 14 especies nominales, las cuales han sido aisladas de diversos hábitats y ambientes. *Rahnella* sp. ha sido aislado de diferentes regiones anatómicas y galerías de insectos descortezadores del género *Dendroctonus* (*Curculionidae*), cuya alimentación es floéfaga. En el intestino de estos escarabajos es dominante y persistente en los diferentes estadios de su ciclo de vida. Se ha documentado que *Rahnella* sp. juega un papel fundamental en procesos de nutrición⁽¹⁾ y desintoxicación en beneficio de estos coleópteros.

A partir de 10 aislados representativos del intestino de especies del género *Dendroctonus*, los objetivos del trabajo fueron: 1) determinar la especie(s) de estos aislados por medio de un enfoque polifásico; 2) a partir del análisis de los genomas de dos aislados de *Rahnella* sp., conocer las glicosil hidrolasas (GHs) implicadas en la degradación del xilano; 3) caracterizar bioquímicamente la funcionalidad de una endo-1,4-β-D-xilanasa (R13Fae) bifuncional.

Metodología. Los aislados se caracterizaron fenotípica, genética y quimiotáxicamente de acuerdo a lo recomendado por el ICNP. A partir de los genomas de las cepas ChDrAdgB13 y JaDmexAd06, se identificaron genes de las GHs asociados con la hidrólisis del xilano en la base de datos KEGG y CAZyme. De éstas se seleccionó la principal de la hidrólisis del xilano, la cual se caracterizó fisicoquímicamente *in silico*. Se realizó un análisis de modelaje molecular de esta enzima para inferir su funcionalidad y se probó su actividad funcional en un sistema de expresión heteróloga. Se realizó la caracterización bioquímica de la enzima recombinante para evaluar el efecto del pH, temperatura, iones, EDTA y β-mercaptoetanol sobre su actividad, estabilidad, especificidad al sustrato y parámetros cinéticos.

Resultados. Las filogenias del 16S rRNA, de los genes constitutivos de los 10 aislados, y genomas de ChDrAdgB13 y JaDmexAd06 con las cepas tipo de las 14 *Rahnella* spp., indicaron la formación de un grupo integrado por los aislados de este estudio y *R. contaminans*, independiente de otras *Rahnella* spp. Los valores de ANI y dDDH *versus Rahnella* spp.

confirmaron su asignación a *R. contaminans*. La caracterización fenotípica y los ácidos grasos fueron similares a las *Rahnella* spp. Los flagelos de ChdrAdgB13 y JaDmexAd06 fueron peritricos y presentaron fimbrias, contrario a *R. contaminans* cuyos flagelos se reportaron como polares⁽²⁾. El análisis genómico mostró la presencia de 25 GHs, cuatro de ellas [endo-1,4-β-xilanasa (R13Fae), α-xilosidasas, α-L-arabinofuranosidasa y β-xilosidasa] implicadas en la hidrólisis del xilano. R13Fae mostró una identidad con esterases putativas y GHs de *Rahnella* spp. El gen *r13fae* codificó para 393 aa (43.5 kDa), con péptido señal, dominio catalítico de esterasa y CBM48. R13Fae mostró mayor afinidad de unión en el modelaje con el ácido ferúlico, seguido del α-naftil acetato, arabinoxilano y almidón. La actividad de la recombinante R13Fae confirmó la predicción teórica. R13Fae mostró características mesófilas, con una actividad óptima a pH 6.0 y 25°C, estable a pHs de 4.5-9.0 donde conservó cerca del 70% de su actividad, así como en presencia de iones metálicos, excepto Hg²⁺. Su vida media fue de 23 días a 25°C con exo-actividad⁽³⁾.

Conclusiones. *R. contaminans* fue descrita como un contaminante creciendo junto a otras cepas aisladas de una bebida de arroz, la cual no se volvió aislar. Las cepas de este estudio son un ecotipo de *R. contaminans*, cuyo hábitat es conocido y su aislamiento del intestino de las *Dendroctonus* spp recurrente. Este ecotipo hidroliza xilano por medio de la enzima bifuncional xilanasa-ácido ferúlico esterasa. Los productos resultantes de la hidrólisis del xilano, pueden ser parte del aporte nutricional de esta bacteria para estos insectos y microbios intestinales que no poseen esta capacidad.

Agradecimiento. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT-Ciencia de la Frontera proyecto 1311330).

Bibliografía. 1) Briones-Roblero et al., (2017). *Folia Microbiol.* 62, 1–9. 2) Rivera-Orduña et al., 2023. *Front. Microbiol.* 14:1171164. 3) Pineda-Mendoza et al., 2022. *Front. Microbiol.* 13:911269

DISEÑO DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA ESPORULACIÓN DE *Fusarium oxysporum*

Lucía Rico-García¹, Karime Vadillo-Noguerón¹, Estefanía Juárez-Hernández¹, Karla Macías-Sánchez¹,

¹ Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional, Silao de la Victoria, CP 36275, kmacias@ipn.mx

Palabras clave: esporulación, medios de cultivo, Fusarium oxysporum

Introducción. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* es el hongo responsable de la enfermedad conocida como marchitez vascular en la planta de tomate (1). Este hongo ocasiona grandes pérdidas económicas a nivel mundial al infectar los cultivos de tomate (2). En laboratorio, frecuentemente se emplea caldo papa-dextrosa (PDB) para la obtención de esporas; sin embargo, el medio comercial PDB genera una baja concentración de esporas a comparación del medio PDB preparado en laboratorio. Por lo cual en este trabajo se diseñaron 3 medios de cultivo y se cuantificó la esporulación en *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Metodología. Se generaron 3 medios de cultivo nombrados ME, GS y M1. Como medios control, se emplearon los medios PDB comercial (PDBC) y PDB generado en laboratorio (PDBL). Se inocularon esporas frescas de *F. oxysporum* en cada uno de los medios y se incubaron durante 5 días a 28°C y 180 rpm. Posteriormente las esporas fueron obtenidas y cuantificadas mediante conteo en cámara de Neubauer.

Resultados. Los resultados obtenidos muestran que el medio PDBL presentó la mayor concentración de esporas ($5.41 \pm 1.66 \times 10^9$ esporas/mL), seguido del medio ME. Los medios PDBC, GS y M1, mostraron los menores valores de esporulación ($1.425 \pm 0.246 \times 10^8$ esporas/mL, $1.5 \pm 0.241 \times 10^8$ esporas/mL y $1.5 \pm 0.241 \times 10^8$; respectivamente (Fig. 1). En cuanto a la producción de biomasa, con el medio PDBL se obtuvo la mayor cantidad de biomasa, seguido del medio PDBC (9.433 ± 0.421 g/L y 6.206 ± 0.973 g/L; respectivamente).

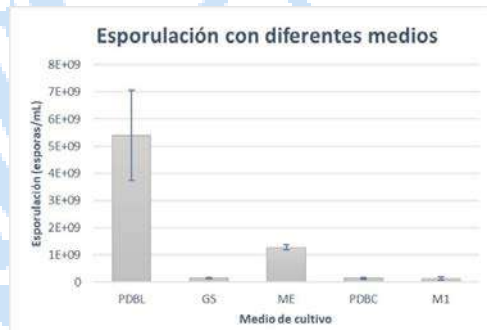


Fig. 1. Esporulación de *F. oxysporum* empleando diferentes medios de cultivo.

Tabla 1. Biomasa obtenida después del crecimiento con los distintos medios de cultivo empleados.

Medio de cultivo	Biomasa promedio (g/L)	Desviación estándar promedio
PDBL	9.433333	0.4212284
GS	2.543333	0.1101514
ME	2.096667	0.1006645
PDBC	6.206667	0.9731563
M1	2.943333	0.873231546

Conclusiones. De los tres medios diseñados, el medio ME presentó mayor esporulación a comparación del medio PDBC; sin embargo, su valor fue mucho menor que el medio PDBL.

Agradecimiento. Agradecemos el apoyo de IPN para la realización de este proyecto.

Bibliografía.

- Fravel, D., Olivain, C., & Alabouvette, C. (2003). *New Phytol.* 157(3):493–502.
- Huarhua, M., Aragón, L., Flores, J., Tsuzuki, R., & Arie, T. (2020). *Scientia Fungorum.* 50:e1257.

EXPRESIÓN DEL GEN *phaB* de *Bacillus megaterium* BAJO DISTINTAS CONDICIONES DE CRECIMIENTO

Fátima García-Cervantes¹, Estefanía Juárez-Hernández¹, y
Karla Macías-Sánchez¹,

¹ Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional, Silao de la Victoria, CP 36275, kmaciass@ipn.mx

Palabras clave: polihidroxi butirato, phaB, Bacillus megaterium

Introducción. Los polihidroxi alcanoatos (PHA), son un grupo de polímeros biodegradables de origen biológico los cuales presentan propiedades semejantes al polipropileno (1, 2). El poli(3-hidroxi butirato) (PHB) es uno de los PHAs más comunes y estudiados (3). La biosíntesis de PHBs en *Bacillus megaterium* involucra al operón tricistrónico *RBC*, que codifica a las proteínas acetil-CoA acetiltransferasa (gen *phaR*), acetoacetil-CoA reductasa dependiente de NADPH (gen *phaB*) y PHB sintasa (gen *phaC*) (2, 4).

En este trabajo se analizó la expresión del gen *phaB* bajo diversas condiciones de crecimiento en la cepa de *B. megaterium* MNSH1-9K-1 (cepa altamente productora de PHB) y en la cepa QM B1551 (cepa control).

Metodología. Las cepas de *B. megaterium* MNSH1-9K-1 y QM B1515 fueron crecidas en medio LB y medio control. Posteriormente se realizó la extracción de RNA total y síntesis de cDNA. Finalmente se realizó una PCR de punto final y el análisis densitométrico con el programa ImageJ.

Resultados. Bajo crecimiento en medio LB, se observó expresión del gen *phaB* en ambas cepas de *B. megaterium*. Sin embargo, bajo crecimiento con medio control, no se observó expresión en la cepa QM B1551.

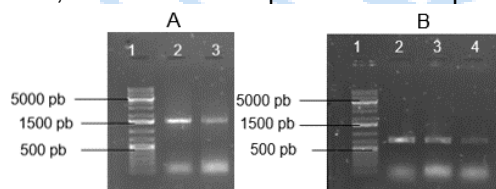


Fig. 1. Expresión del gen *phaB* en la cepa MNSH1-9K-1 en medio LB a 30 y 20°C. A) 1. Marcador de peso molecular, 2, 3. Amplificación del gen RNA ribosomal 16S cepa a 30°C y 20°C; respectivamente. B) 1. Marcador de peso molecular, 2. Amplificación del gen *phaB* con DNA genómico, 3, 4. Amplificación con cDNA a 30°C y 20°C.

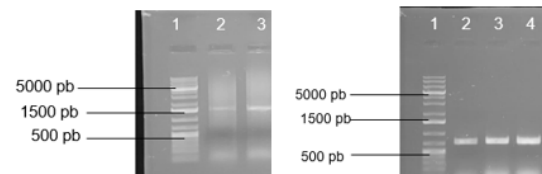


Fig. 2. Expresión del gen *phaB* en la cepa QM B1551. A) 1. Marcador de peso molecular, 2, 3. Amplificación del gen RNA ribosomal 16S cepa a 30°C y 20°C; respectivamente. B) 1. Marcador de peso molecular, 2. Amplificación del gen *phaB* con DNA genómico, 3, 4. Amplificación con cDNA a 30°C y 20°C.

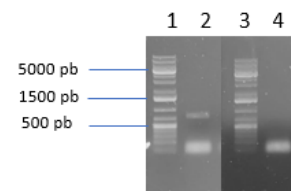


Fig. 3. Expresión del gen *phaB* en medio control a 30°C. 1, 3). Marcador de peso molecular, 2, 4) Amplificación del gen *phaB* en la cepa MNSH1-9K-1 y QM; respectivamente.

Conclusiones. Existe expresión del gen *phaB* en la cepa MNSH1-9K-1 en medio LB y en el medio control; sin embargo, en la cepa QM, sólo existe expresión en el medio LB, lo cual indica una regulación diferencial por las condiciones de crecimiento.

Agradecimiento. Este proyecto se llevó a cabo gracias al financiamiento de la Secretaria de Investigación y Posgrado del IPN a través de los proyectos 20210754 y 20220681.

Bibliografía.

1. Khanna, S., Srivastava, A. K. (2005). Process Biochem. 40(6):2173–2182.
2. Y.-Y. Lin & P.T. Chen (2017). J Taiwan Inst Chem Eng. 79:110-115.
3. Sathiyarayanan, G., Kiran, G. S., Selvin, J. & Saibaba, G. (2013). Int J Biol Macromol. 60: 253-261.
4. Singh, M., Patel, S. K. S. & Kalia, V. C. (2009). Microb Cell Factories. 8(38):1-11.

PRODUCCIÓN DE PULCHERRIMINA POR UNA CEPA AUTÓCTONA DE *KLUYVEROMYCES MARXIANUS*

Jesús Fernando Ordaz¹, Sylvie le Borgne¹

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, Ciudad de México, C.P. 05348.

ifernando.ordaz@gmail.com

Palabras clave: levadura, sideróforo, pulcherrimina

Introducción. El ácido pulcherrimínico es un compuesto formado por dos leucinas cicladas, capaz de captar el hierro del medio de cultivo para formar un pigmento de coloración rojiza llamado pulcherrimina. Es producido por pocos microorganismos, entre los que destacan levaduras del subfilo *Saccharomycotina* como *Metschnikowia fructicola* y *Kluyveromyces lactis* (1). Las cepas productoras de este sideróforo son utilizadas como agentes de control biológico de enfermedades en fruta de postcosecha, debido a su mecanismo de acción que priva del hierro (Fe^{3+}) a hongos fitopatógenos impidiendo así su crecimiento. Dentro de la especie *Kluyveromyces marxianus*, no se ha reportado la producción de pulcherrimina para estos fines. Hemos identificado a la cepa Kmx16 de *K. marxianus* como una posible productora de este compuesto. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue caracterizar la producción de pulcherrimina en esta cepa autóctona de *K. marxianus* aislada del proceso de elaboración del mezcal de henequén en Yucatán para su eventual aplicación como agente de control biológico.

Metodología. Se identificaron cepas productoras de pulcherrimina en una colección de cepas de *K. marxianus* autóctonas al cultivarlas en agar YPD suplementado con $FeCl_3$. Una vez identificada la cepa productora se determinó el efecto de algunas condiciones de cultivo sobre la producción de la pulcherrimina en medio sólido. Se extrajo el pigmento siguiendo protocolos ya descritos en la literatura (2). La identidad del pigmento se comprobó utilizando espectrofotometría UV-Vis y el resultado fue comparado con los espectros reportados en la literatura (2,3).

Resultados.

La cepa de *K. marxianus* Kmx16 fue la única de las 8 cepas que presentó una coloración rojiza (Figura 1A). La concentración de $FeCl_3$ con la que se observó una pigmentación más pronunciada fue de 0.01 mg/mL. Se presentaron colonias más pigmentadas con los azúcares: glucosa, fructosa, sacarosa y lactosa. Por otra parte, el aumento de la temperatura ocasionó una

disminución tanto en el desarrollo de la colonia, como en la pigmentación de ésta.

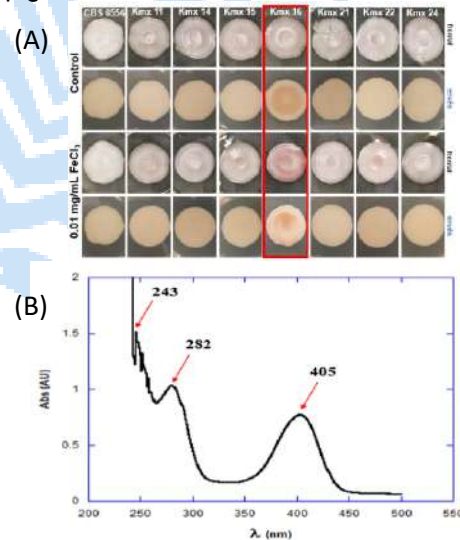


Fig. 1 Fotografías frontales y por el envés de colonias de *K. marxianus* cultivadas con y sin $FeCl_3$ (A). Barrido espectral del pigmento producido por *K. marxianus* Kmx16 (B)

El barrido espectral guardó similitud con barridos espectrales previamente reportados para al pigmento pulcherrimina y presentó tres picos característicos a 243, 282 y 405 nm (Figura 1B).

Conclusiones. De todas las cepas de *K. marxianus* ensayadas, solo la denominada Kmx16 fue productora de pulcherrimina, esta característica es poco usual en la especie *K. marxianus*.

Agradecimiento. Se agradece al Conacyt por la beca de maestría recibida (CVU 1144793).

Bibliografía.

1. Krause, D., Kominek, J., Oplente, D., Shen, X., Zhou, X., Langdon, Q., DeVirgilio, J., Hulfachor, A., Kurtzman, C., Rokas, A., Hittinger, C. (2018) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(43), 11030-11035.
2. Li, X., Wang, D., Cai, D., Zhan, Y., Wang, Q., & Chen, S. (2017). *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 183(4), 1323–1335
3. Pawlikowska, E., Kolesińska, B., Nowacka, M., & Kregiel, D. (2020). *Fermentation*, 6(4), 114.

ESTUDIO DEL PEQUEÑO RNA REGULADOR (sRNA) *ErsA* involucrado en la síntesis de alginatos en *Azotobacter vinelandii*

Miguel Castañeda-Vaquera², Juan Carlos de Lima-Mar², Itzel Rodríguez-Guerra¹, Miguel Castañeda-Lucio¹, Instituto de Ciencias, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas BUAP¹, Facultad de Ciencias Biológicas, Licenciatura en Biotecnología BUAP, Puebla Puebla CP 72570, miguel.castaneda@correo.buap.mx.

Palabras clave: alginatos regulación sRNA

Introducción. *ErsA* es un pequeño RNA regulador (sRNA) reportado en *Pseudomonas aeruginosa* homólogo al sRNA Spot 42 de *E. coli* (1), al que se le ha relacionado con el control de la represión catabólica. Originalmente a *ErsA*, el cual fue encontrado bioinformáticamente, se le conoció como Pseudomon-1. Posteriormente, Pseudomon-1 fue renombrado como *ErsA* y se reportó que regulaba, a nivel post-transcripcional, y de forma negativa la expresión del gen *algC*. En *P. aeruginosa* *algC* es un gen esencial para la síntesis de alginatos y es controlado transcripcionalmente por el factor sigma 22 (AlgU) (2). En *Azotobacter vinelandii*, una bacteria GRAS relacionada filogenéticamente con *P. aeruginosa*, se encontró un homólogo del gen *ersA* (Castañeda et al., 2016). De forma interesante la región reguladora del gen *ersA* de *A. vinelandii* contiene una región promotora putativa dependiente del factor sigma 22. En *A. vinelandii* la transcripción de *algC* es controlada por el factor sigma 22, y también es esencial para la síntesis de alginatos (3) estableciendo un circuito regulador de la síntesis de alginatos entre *algC* y AlgU. Por lo anterior, postulamos la hipótesis de que en *A. vinelandii* el homólogo de *ersA* controla negativamente, a nivel post-transcripcional, la expresión del gen *algC* y por ende la síntesis de alginatos, estableciendo una vía alterna de control que usa el factor sigma 22 para regular la síntesis de alginatos.

Metodología. Para generar la mutación del gen *ersA* se utilizaron técnicas moleculares básicas. La generación de la mutante *EersA* se realizó por intercambio alélico. La medición de producción de alginatos se realizó por el método del carbazol.

Resultados. Biotecnológicamente es interesante generar una mutante *ersA* que podría presentar capacidades mejoradas en la producción del polímero. Para generar la mutación del gen *ersA* se amplificó por PCR un fragmento de 1.5 kb, que contiene a *ersA*, usando como molde DNA total de la cepa E de *A. vinelandii*. El locus *ersA* se clonó en el vector pJET1.2 generando el plásmido pJET*ErsA*1.5. Usando como molde el pJET*ErsA*1.5 se realizó una

PCR inversa con la finalidad de remover los 120 nucleótidos correspondientes al gen *ersA*, el producto de la PCR se recircularizó generando un sitio único corte *KpnI*. En el sitio *KpnI* se ligó un casete que confiere resistencia a gentamicina. El plásmido generado (pJETΔ*ersA*Gm) se transformó en la cepa silvestre E de *A. vinelandii*, seleccionándose presuntas mutantes resistentes a gentamicina. El intercambio alélico en las presuntas mutantes se verificó por análisis de PCR. Una vez verificada la recombinación en las mutantes se determinó el efecto de la mutación sobre la producción de alginatos. La mutante *EersA* presenta un fenotipo hipermucoide como reflejo de la producción aumentada de los alginatos. Lo anterior se verificó cuantificando la producción de alginatos y la expresión del gen *algC* como posible blanco de regulación.

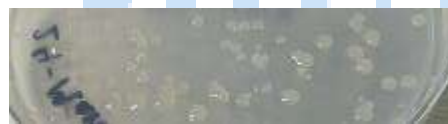


Fig. 1. Fenotipo de la mutante *EersA*

Conclusiones. El sRNA *ErsA* regula la síntesis de alginatos en *A. vinelandii*.

Agradecimiento. El trabajo fue financiado por el programa VIEP-BUAP 2022-2023.

Bibliografía.

1. Beisel, C.L., & Storz, G. (2011). The base-pairing RNA spot 42 participates in a multioutput feedforward loop to help enact catabolite repression in *Escherichia coli*. *Molecular cell*, 41(3), 286–297.
2. Ferrara, S., Carloni, S., Fulco, R., Falcone, M., Macchi, R., & Bertoni, G. (2015). Post-transcriptional regulation of the virulence-associated enzyme AlgC by the $\sigma(22)$ -dependent small RNA *ErsA* of *Pseudomonas aeruginosa*. *Environmental microbiology*, 17(1), 199–214.
3. Castañeda M., López-Pliego L., & G., Espín (2016) *Azotobacter vinelandii* small RNAs: their roles in the formation of cysts and other processes. In Non-coding RNAs and inter-kingdom communication. Leitão A. L., Enguita F. J. (Eds.) Springer International Publishing.
4. Gaona, G., Núñez, C., Goldberg, J. B., Linford, A. S., Nájera, R., Castañeda, M., Guzmán, J., Espín, G., & Soberón-Chávez, G. (2004). Characterization of the *Azotobacter vinelandii* *algC* gene involved in alginate and lipopolysaccharide production. *FEMS microbiology letters*, 238(1), 199–206.

IDENTIFICACIÓN SEROLÓGICA Y MOLECULAR DE ESPECIES DE *Mycoplasma* RECUPERADAS DE BECERRAS CON ENFERMEDAD RESPIRATORIA

Laura Jaramillo Meza¹, Fernando Díaz Otero¹, Manzo Sandoval Anabelle¹

¹Laboratorio de Bacteriología Experimental del CENID-SAI del INIFAP

Carretera México Toluca Km 15.5, Ciudad de México 05110. jaramillo_meza@yahoo.com.mx.

Palabras clave: Mycoplasma, caracterización, enfermedad respiratoria

Introducción. En los sistemas de producción bovina las enfermedades respiratorias son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, lo que se traduce en cuantiosas pérdidas económicas para los productores. Dentro de los agentes infecciosos mayormente recuperados de estos padecimientos se encuentran los micoplasmas. Sin embargo, y pese a su relevante participación, éstos han sido desestimados, debido a que el diagnóstico de su presencia no se realiza en muchos de los casos, por la infraestructura requerida para su aislamiento e identificación, pues son microorganismos fastidiosos de cultivar, aunado a los costos de los medios de cultivo y las técnicas utilizadas para su identificación. Por otro lado, si bien *Mycoplasma bovis* es una de las especies predominantes, existen particularidades de frecuencia de las especies de este género en los hatos.

Por lo que el objetivo de éste estudio fue aislar e identificar por PCR las especies de *Mycoplasma* causantes de enfermedad respiratoria en becerros en dos hatos de estudio, uno perteneciente al Estado de México y otro a Tizayuca, Hidalgo.

Metodología. De los hatos de estudio se tomaron hisopados de descargas nasales de un total de 80 becerros de la raza Holstein-Friesian menores de dos meses de edad con sintomatología respiratoria, para para intentar el aislamiento y cultivo de micoplasmas en medio líquido de Friis, y para la extracción del ADN. La identificación molecular del género *Mycoplasma* se efectuó mediante una PCR anidada, la cual amplifica un producto de 350 a 500 pb correspondiente a la región espaciadora intergénica 16S-23S del RNA ribosomal. Mayormente se emplearon PCR punto final para la identificación de las especies *M. bovis*, *M. dispar* y *M. bovirhinis*. También se realizó la caracterización bioquímica de los aislados de micoplasma, y su identificación serológica empleando antisueros específicos a especies de *Mycoplasma* de origen bovino.

Resultados. Del total de muestras procesadas para intentar el aislamiento de micoplasmas, 41.2% (33/80) resultaron positivas al cultivo, en tanto que el 58.8% (47/80) lo fue a la PCR anidada empleada para la

detección del género *Mycoplasma*. Por hato analizado el 64.4% (29/45) de las muestras del EdoMex resultaron positivas a la PCR de género *Mycoplasma*; mientras que, del hato de Tizayuca, Hidalgo el 51.42 (18/35) lo fue a esta PCR. La principal especie aislada y detectada en el hato del EdoMex fue *M. bovis*, cuya frecuencia fue más alta que en el de Tizayuca Hgo., confirmado por identificación serológica y PCR. En tanto que, *M. dispar* fue la especie mayor en las muestras analizadas de este último hato.

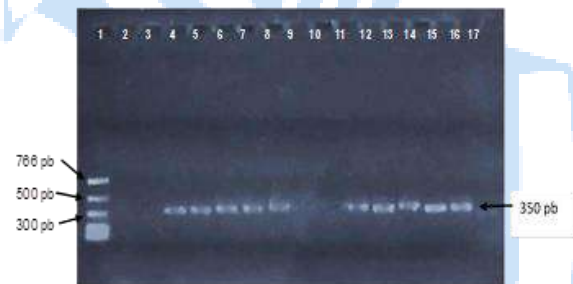


Figura 1. PCR para la identificación del género *Mycoplasma* en exudados nasales de bovinos. Carril 1: Marcadores de Peso Molecular; Carriles 2-15: exudados nasales. Carril 16: control positivo (*M. bovis* ATCC 25523). Carril 17: control negativo (*S. aureus*).

Conclusiones. Se identificaron como principales especies involucradas en las enfermedades respiratorias de los becerros de estudio a *M. bovis* y *M. dispar*. Las diferentes técnicas moleculares empleadas identificaron un mayor número de casos positivos a micoplasmas que el aislamiento.

Agradecimiento. Los resultados obtenidos son parte de un proyecto fiscal del INIFAP, con No. SIGI 1245635141

Bibliografía.

- Nicholas RA. Bovine mycoplasmosis: silent and deadly. Vet Rec. 2011;168(17):459-62.
- Rojas Trejo, Verónica. (2013). "Tipificación de micoplasmas aislados de bovinos con problemas respiratorios en México". Tesis de Maestría. FMVZ-UNAM
- Subramaniam S, Bergonier D, Poumarat F, Capaul S, Schlatter Y, Nicolet J, Frey J. Species identification of *Mycoplasma bovis* and *Mycoplasma agalactiae* based on the uvrC genes by PCR. Mol Cell Probes. 1998; 12:161-9.

VALIDACIÓN DE UN SISTEMA Dot-ELISA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA TUBERCULOSIS BOVINA

Laura Jaramillo Meza¹, Fernando Díaz Otero¹, Fernando Diosdado Vargas¹

¹Laboratorio de Inmunología del CENID-SAI del INIFAP

Carretera México Toluca Km 15.5, Ciudad de México 05110. jaramillo_meza@yahoo.com.mx.

Palabras clave: Tuberculosis, inmunodiagnóstico, bovinos, Dot-ELISA

Introducción. En nuestro país, la prueba intradérmica de la tuberculina (IDTB) continua siendo la prueba de rutina que se emplea para el diagnóstico de la tuberculosis bovina (TBb); no obstante, existe el inconveniente de que animales con tuberculosis diseminada no reaccionan con frecuencia a la prueba intradérmica, puesto que en estos casos la respuesta inmune se polariza, asociada a un decremento de la inmunidad celular y al desarrollo de una inmunidad humoral específica, por lo que en esta etapa la evaluación de anticuerpos se pondera para fines diagnósticos. Por otro lado, estudios recientes muestran la importancia de los linfocitos B y de los anticuerpos en el desarrollo de una respuesta protectora frente a la tuberculosis. De hecho, los anticuerpos podrían ser un buen indicador de fenómenos de latencia y desempeñar un papel importante evitando la reactivación de la enfermedad. Por lo que el objetivo del estudio fue desarrollar y evaluar un sistema Dot-ELISA para el diagnóstico de la tuberculosis bovina empleando un coctel proteico del extracto proteico del filtrado de cultivo (EPFC) de *Mycobacterium bovis*.

Metodología. El Dot-ELISA se aplicó en combinación con la prueba de tuberculina comparativa (PTC), ensayos de IFN- γ y ELISA en una población de 115 vacas Holstein-Friesian rectoras a la PTC y 55 no rectoras, pertenecientes a un hato de alta prevalencia de tuberculosis. Las diferentes pruebas se aplicaron para determinar el status inmune de los animales hacia la enfermedad y determinar el posible desbalance inmunológico hacia una respuesta preferentemente humoral. Para la evaluación de la significancia entre el Dot-ELISA y el ELISA convencional se utilizó una prueba de Chi cuadrada, y determinó la concordancia con una $P < 0.05$. El ensayo se estableció usando un extracto proteico del filtrado de cultivo (EPFC) de *M. bovis*.

Resultados. En el ensayo de Dot-blot el 98% de las vacas rectoras a la PTC fueron positivas también a las pruebas de IFN- γ empleando como antígeno el PPD bovino, de éstos 85% fueron positivos al ELISA y 80% al Dot-ELISA. En el grupo de vacas no

reactoras, el 95% fueron negativas al IFN- γ , el 97 % al ELISA y el 98% al Dot-ELISA. Existió una alta correlación entre las pruebas empleadas para evaluar la inmunidad celular, al igual que entre las que se usaron para medir anticuerpos, donde se obtuvo un 92.7% de concordancia con un índice de Kappa de 0.850 a un IC95% y $p < 0.001$ para estas últimas.

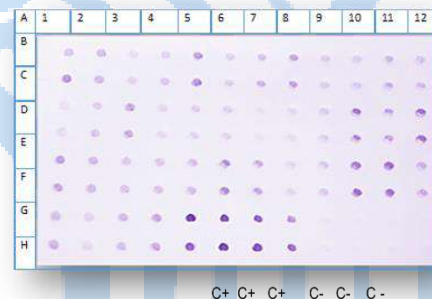


Fig. 1. Resultados obtenidos en el Dot-ELISA empleando un coctel proteico específico del EPFC de *M. bovis* para algunos de los sueros obtenidos de las vacas analizadas.

Conclusiones. Se presume que el empleo del Dot-ELISA conjuntamente con la aplicación de la prueba de tuberculina puede coadyuvar a la identificación de los bovinos tuberculosos en los hatos. Este tipo de ensayos multiantigénicos poseen un alto potencial como herramienta diagnóstica, teniendo en cuenta la evolución de la infección, la variación individual de la respuesta inmune y la historia de tuberculosis en los hatos infectados.

Agradecimiento. Proyecto de Fiscales del INIFAP No. SIGI 13453132021.

Bibliografía.

1. Cho YS, Lee SE, Ko YJ, Cho D, Lee, HS, Hwang I, Nam H, Heo E, Kim JM, Jung S. 2009. Definition of purified enzyme-linked immunosorbent assay antigens from the culture filtrate protein of *Mycobacterium bovis* by proteomic analysis. J Immunoass Immunoch. 30(3)291-304
2. Kumar, G., Dagur, P. K., Singh, P. K., Shankar, H., Yadav, V. S., Katoch, V. M., ... Joshi, B. (2010). Serodiagnostic Efficacy of *Mycobacterium tuberculosis* 30/32-kDa Mycolyl Transferase Complex, ESAT-6, and CFP-10 in Patients with Active Tuberculosis. Arch Immunol Therap Experimental 58(1), 57-65.

Producción de micelio del hongo comestible *Lentinula edodes* y cuantificación del polisacárido lentinan a través de fermentación líquida.

Cindy Tamara Navarro Ramírez^a, María Remedios Mendoza López^{a,b}, Oscar García Barradas^{a,b}, Maribel Jiménez Fernández^a, César Espinoza Ramírez^c.

^aUniversidad Veracruzana, Centro de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Maestría en Ciencias Alimentarias, C.P. 91190, Xalapa, Veracruz. ^bUniversidad Veracruzana, Instituto de Química Aplicada, C.P. 91190, Xalapa, Veracruz. ^cUniversidad Veracruzana, Centro de Investigación en Micología Aplicada, C.P. 91010, Xalapa, Veracruz. Correo electrónico: c.tamara97@gmail.com.

Palabras clave: Cultivo líquido, micelio, polisacárido-lentinan.

Introducción. *Lentinula edodes* (shiitake) es el segundo hongo comestible más consumido a nivel mundial debido a sus propiedades organolépticas y nutricionales (1), además se ha reportado que este produce metabolitos secundarios bioactivos, entre los cuales se encuentran los polisacáridos, que son responsables de diversas actividades biológicas, como inmunomoduladoras, antioxidante, antiinflamatorias, entre otras (2).

En este trabajo se propone desarrollar el cultivo de shiitake en medio líquido para evaluar el efecto de distintos medios de cultivo sobre la producción de biomasa y contenido de lentinan.

Metodología. Se formularon 4 medios de cultivo líquidos, con los siguientes componentes principales: [g/L] harina de maíz (HM) [5 Sacarosa + 15 de harina de maíz], salvado de trigo (ST) [5 sacarosa, 5 peptona, 2 extracto de levadura y 15 salvado de trigo], sales (S) [5 Sacarosa y sales] y harina de maíz:salvado de trigo (HM:ST) [5 sacarosa, 7.5 harina de maíz, 2.5 peptona, 2.5 extracto de levadura y 7.5 salvado de trigo], los cuales se inocularon con 5 mL de una suspensión de micelio de 20 días de crecimiento y se incubaron durante 30 días a 25 ± 2 °C a 120 rpm en condiciones de oscuridad. Finalizado el periodo de incubación se cuantificó la producción de biomasa por gravimetría y la cuantificación del polisacárido lentinan en los caldos de cultivo de cada tratamiento, a través de HPLC-DAD, utilizando un flujo de 0.5 mL/min de 20% de acetonitrilo y 80% de agua, en una columna C18 y comparando contra estándar de referencia (ChemCruz, sc-499200A) a 202 nm, TR= 3.7 min.

Resultados. De acuerdo a la cinética de crecimiento de cada tratamiento se observó que la mayor producción de biomasa (g/L) a 30 días de incubación fue para el medio S (7.3), seguida del HM (6.0), HM:ST (4.0) y ST (4.0). Así mismo, se compararon los datos experimentales de producción de biomasa con el modelo de crecimiento *logístico*, obteniendo dos tratamientos que presentan R²=0.93 y otros dos con R²=0.87, ver Figura 1. En la tabla 1, se observa la producción de biomasa, concentración de lentinan y la

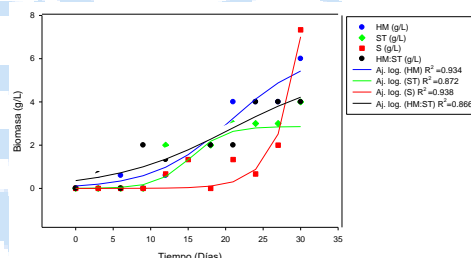


Fig. 1. Cinética de crecimiento de *L. edodes* en los distintos medios evaluados con distinta relación C/N y su ajuste logístico.

relación C/N de los tratamientos utilizados. De esta manera, se observó una relación inversamente proporcional con respecto a la producción de biomasa y concentración de lentinan, para los medios de cultivo S y HM:ST. En este sentido, la producción de lentinan coincide con lo reportado para *Tricholoma matsutake*, donde a menor relación C/N se genera una mayor concentración de exopolisacáridos, sin embargo, esto depende del hongo, fuente de carbono y metabolismo (3).

Tabla. 1. Producción de biomasa, lentinan y relación C/N de los distintos medios evaluados.

Muestra	Biomasa (g/L)	Lentinan (g/L)	Relación C/N
S	7.3	1.9	5.0
HM	6.0	0.5	5.2
ST	4.0	3.0	0.7
HM:ST	4.0	3.3	1.0

Conclusiones. De acuerdo a los resultados obtenidos, las fuentes de carbono como la harina de maíz y el salvado de trigo inducen la mayor concentración de lentinan, mientras que la sacarosa y una solución de minerales produjeron más cantidad de micelio de shiitake.

Agradecimiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento del becario con número de CVU 1149473.

Bibliografía. 1. Niego, A., Rapior, S., Thongklang, N., Raspé, O., Jaidee, W., Lumyong, S. y Hyde, K. (2021). *J. Fungi*, 7(5), 397. 2. Sheng, K., Wang, C., Chen, B., Kang, M., Wang, M., Liu, K., Wang, M. (2021). *Food Chemistry*, 358. 3. Chegwin, C., Nieto, I. (2013) *Rev. Mex. Mic.* 37:1-9.

EVALUACIÓN ANTIGÉNICA DE FAGO-PÉPTIDOS HACIA IgG BOVINAS RELACIONADAS CON LA RESPUESTA CONTRA *ANAPLASMA MARGINALE*

Mariana Canuto-Marcial², Itzel Amaro-Estrada*¹, Elizabeth Salinas-Estrella¹, Mayra Cobaxin-Cárdenas¹, Rosa Estela Quiroz-Castañeda¹, Sergio Rodríguez-Camarillo¹.

¹Laboratorio de Anaplasmosis, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, Jiutepec, Morelos, 62574, ²Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Jiutepec Morelos, 62550.

*amaro.estrada@gmail.com, marianacanutomarcial@gmail.com

Palabras clave: Anaplasmosis bovina, Despliegue en fagos, ELISA.

Introducción. En México la ganadería bovina representa una importante fuente de ingresos económicos y de alimentos para consumo humano. Sin embargo, varios patógenos afectan al ganado, lo que conlleva a la proliferación de enfermedades como lo es la anaplasmosis bovina, una enfermedad infecciosa no contagiosa causada por la bacteria intraeritrocítica *Anaplasma marginale* (1). Una de las vías de transmisión de son las garrapatas, que actúan como un vector biológico para infectar al hospedero, desencadenando anemia, disminución del peso, aborto e incluso la muerte del animal (2). Estudios sobre la respuesta inmune del bovino durante la infección han demostrado que la generación de IgG2 en más alta proporción que IgG1 se traduce en mayor protección y mejor probabilidad de sobrevivencia. Sin embargo, a pesar de los trabajos enfocados a esta enfermedad y su agente causal, sigue vigente la necesidad de estrategias profilácticas y mejores métodos de detección. La técnica de despliegue en fagos ha demostrado ser una herramienta poderosa para la selección de moléculas a través de la interacción con su ligando. Utilizando IgG2 purificadas de bovinos inmunoprottegidos contra *A. marginale*, dos clonas fueron seleccionadas a partir de una librería de péptidos desplegados en fagos filamentosos (3).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el reconocimiento de inmunoglobulinas presentes en sueros de bovinos clasificados como positivos en anticuerpos contra *A. marginale* hacia los fagos-péptidos 18col y PD previamente seleccionados.

Metodología. La amplificación y purificación de los fagos-péptidos se realizó según lo indicado en el manual "Ph.D.TM-12 Phage Display Peptide Library New England Biolabs". Un conjunto de sueros positivos en anticuerpos contra *A. marginale* obtenidos de bovinos infectados experimentalmente, así como de sueros clasificados como positivos y negativos provenientes de bovinos de campo, fue utilizada para la evaluación antigénica de los fago-péptidos. Para determinar los niveles de IgG2 presentes en los sueros, placas de poliestireno de 96 pozos fueron recubiertas

con los sueros a analizar a una dilución 1:10 y 1:100 en solución amortiguadora de carbonatos pH 9.6 y se bloquearon con una solución de leche descremada en solución amortiguadora de fosfatos y 0.05% Tween, se utilizó un anticuerpo anti IgG2 bovino acoplado a fosfatasa alcalina (Bethyl Laboratories), después del tiempo de incubación se agregó el sustrato "SIGMAFASTTM p-Nitrophenyl phosphate Tablets". Se registró la absorbancia a una longitud de onda de 405 nm. Con excepción del proceso de revelado, después de cada paso se realizaron tres lavados con solución amortiguadora de fosfatos y 0.05% Tween. Para la evaluación de antigenicidad de los fago-péptidos, se recubrieron las placas con los fago-péptidos, posteriormente incubando con los sueros y utilizando un anticuerpo secundario, anti-IgG bovino acoplado a fosfatasa alcalina. Todas las muestras fueron evaluadas por triplicado.

Resultados. Se evaluaron cinco sueros obtenidos de bovinos experimentales, así como 9 y 15 sueros de bovinos de campo catalogados como negativos y positivos para anticuerpos contra *A. marginale* respectivamente. El reconocimiento de los sueros para los dos fago-péptidos fueron diferentes, en general se registraron absorbancias más altas con los sueros en los que se detectaron IgG2, en correspondencia a la estrategia de selección.

Conclusiones. Los fago-péptidos seleccionados muestran capacidad antigénica en la presencia de moléculas IgG2.

Agradecimiento. Trabajo derivado de proyectos: INIFAP SIGI 1515235065 y CONACYT CB-252577.

Bibliografía.

1. Kocan, K. M., De La Fuente, J., Blouin, E. F., Garcia-Garcia, J. C. (2004). *Parasitology*, 129(S1), S285-S300.
2. Corona B., Rodríguez M., Martínez S. (2005). Anaplasmosis bovina. *REDVET*. Vol (4):1-27.
3. Vergara RE. (2019). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

CEPAS DEGRADADORAS DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS AISLADAS DEL GOLFO DE MÉXICO

María P. Muñoz-Rivera, Daniel Morales-Guzmán, Fernando Martínez-Morales, María R. Trejo-Hernández, Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad No. 1001, 62209, Morelos, México. maria.munozri@uaem.edu.mx

Palabras clave: Biodegradación, Hidrocarburos aromáticos policíclicos, sedimentos

Introducción. Entre los compuestos derivados del petróleo más recalcitrantes y tóxicos se encuentran los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) estos compuestos presentan baja solubilidad, alta hidrofobicidad y baja biodegradabilidad (1). Debido a que la degradación microbiana constituye el principal proceso de descontaminación natural (2). En el presente proyecto se aislaron bacterias provenientes de sedimentos marinos del Golfo de México localizadas en zonas de alta actividad petrolera, con capacidad para degradar la fracción aromática del petróleo como fuente de carbono y energía.

Metodología.

Se trabajó con la muestra SED-C14 la cual fue recolectada del Golfo de México en la campaña oceanográfica MMF-2016. Para poder aislar las cepas capaces de sobrevivir bajo condiciones tóxicas y recalcitrantes, se realizaron aislamientos consecutivos en cajas Petri con agar y fracción aromática, hasta obtener colonias puras, las cuales se observaron al microscopio y tinción Gram. Obtenidos los aislados se dejaron crecer en matraces de 125ml con 50ml de MMS y 50ppm de la fracción aromática durante un periodo de 15 días, al término del ensayo de biodegradación se sacrificaron matraces para la cuantificación de HAP's se realizó una extracción de hidrocarburos remanes, los cuales se midieron por gravimetría y se caracterizaron por cromatografía de gases.

Resultados.

En el presente trabajo se aislaron 14 cepas bacterianas capaces de tolerar concentraciones de fracción aromática hasta de 100ppm, de las cuales solo tres presentaron un porcentaje de degradación de la fracción aromática por arriba del 30%, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Cepas degradadoras de la fracción aromática del petróleo, aisladas de sedimentos marinos del Golfo de México.

Cepas aisladas	Forma	Tinción GRAM	Inicial UFC/mL	Final UFC/mL	% de Remoción
A-1		NEG	1X10 ³	1X10 ⁶	31 ± 1.5
A-10		NEG	1X10 ³	1X10 ⁷	32 ± 1.0
A-5		POS	1X10 ³	1X10 ⁷	34 ± 1.0

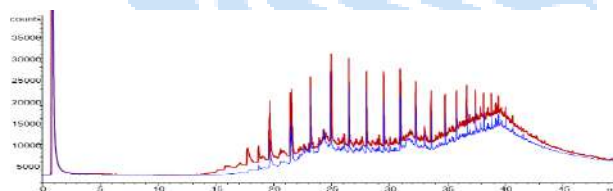


Fig. 1. Perfil cromatográfico de la fracción aromática. (Rojo) Control abiótico y (Azul) Remoción de la fracción aromática por la cepa A-5.

Es conveniente destacar que la cepa A-5 presentó mayor porcentaje de degradación con un 34 ± 1.0. % como se muestran en los perfiles cromatográficos, una vez transcurridos los 15 días de degradación de la fracción aromática por la cepa A-5.

Conclusiones. Se aislaron 14 cepas bacterianas de la muestra SED-C14 capaces de crecer en condiciones tóxicas y recalcitrantes, de las cuales tres presentaron una degradación de la fracción aromática por arriba del 30%.

Agradecimiento. Se agradece al Centro de Investigación en Biotecnología por permitir llevar a cabo este trabajo en sus instalaciones y al CONACYT por la beca otorgada (CVU 443644)

Bibliografía.

1. Marshall, A. G. y Rodgers, R. P. (2004) *Petroleomics: The next grand challenge for chemical analysis.* *Accounts Chem. Res.* 37, 53–59.
2. Tanga J., Lub X., Suna Q., Zhua W. (2012) *Aging effect of petroleum hydrocarbons in soil under different attenuation Conditions.* *Agriculture. Ecosystems and Environment* 149:109-117

PRODUCTIVIDAD DE *ARTHROSPIRA PLATENSIS* EN MEDIO DE CULTIVO MODIFICADO Y CONDICIONES DE ILUMINACIÓN A ESCALA LABORATORIO

Daniela Michel Baltazar-Navarrete¹, Ana Lidia Quintero-Ramírez¹, María Isabel Fuentes-Parra², Laura Valdés-Santiago³, Juan Carlos Rodríguez-Sierra¹, ¹Instituto Politécnico Nacional (Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato), Silao, Guanajuato, México CP. 36275, ²Universidad Tecnológica de Salamanca (Departamento de Química y Energías renovables), Salamanca, Guanajuato, México CP. 36820, ³Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Carretera Irapuato-Silao km 12.5; Irapuato, Guanajuato, México CP. 36821. jurodriguez@ipn.mx

Palabras clave: A. platensis, Cianobacteria, Medio de cultivo

Introducción. Se define a la cianobacteria *Arthrospira platensis* como un organismo filamentososo que forma tricomas cilíndricos multicelulares con formas de espiral o recta [1]. Se han realizado muchos estudios que se centran en el potencial que posee esta cianobacteria en diferentes campos, por lo que los investigadores se encuentran en la necesidad de realizar sus propios cultivos en menor escala y en condiciones de laboratorio. Son microorganismos autótrofos, utilizan la energía de la luz solar, carbono inorgánico y condiciones alcalófilas para sintetizar compuestos orgánicos. El objetivo de este trabajo es evaluar la condición iluminación y medio de cultivo en la productividad de la cianobacteria *A. platensis* establecida en condiciones de laboratorio.

Metodología. Un inóculo inicial de 30% (v/v) fue adicionado a cuatro medios de cultivo, dos de referencia (Utex y Zarrouk) y dos modificados (Urea y M.E.M), respectivamente. Los cultivos fueron sometidos a tres condiciones de iluminación: 24, 16 y 8 $\mu\text{mol/s}\cdot\text{m}^2$. Cada experimento se realizó por duplicado. La fuente de iluminación son lámparas LED de 18W de luz cálida con un flujo luminoso de 1500 lúmenes (Modelo JLT8-183). Para cada corrida experimental se obtuvieron cinéticas de crecimiento a través de turbidez con disco de Secchi, además se realizó conteo a través de cámara de Neubauer.

Resultados. La figura 1 muestra el conteo de organismos tomados en la fase exponencial.

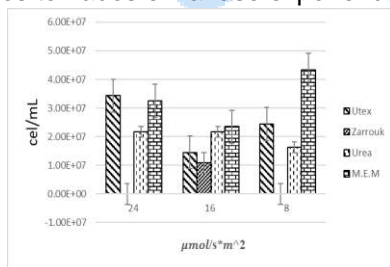


Fig. 1. Promedio de crecimiento de tricomas de *A. platensis* en fase exponencial.

Se observa que la mayor cantidad de células generadas fue en la condición de medio de cultivo M.E.M y la condición baja de iluminación. La tabla 1 muestra los parámetros cinéticos, donde las mayores productividades fueron obtenidas para los medios M.E.M.

Tabla 1. Parámetros cinéticos obtenidos de tratamiento experimental de medios de cultivo y condiciones de iluminación.

Iluminación ($\mu\text{mol/s}\cdot\text{m}^2$)	Utex			Zarrouk		
	Velocidad específica de crecimiento (μ)	Tiempo de duplicación (d)	Productividad ($\text{g/L}\cdot\text{d}$)	Velocidad específica de crecimiento (μ)	Tiempo de duplicación (d)	Productividad ($\text{g/L}\cdot\text{d}$)
24.06	0.3606	1.9222	0.1543	0.2629	2.6365	0.0720
16.04	0.2132	3.2512	0.0185	0.1307	5.3033	0.0509
8.02	0.1786	3.8810	0.0354	0.0697	9.9447	0.0231
Iluminación ($\mu\text{mol/s}\cdot\text{m}^2$)	Urea			M.E.M		
	Velocidad específica de crecimiento (μ)	Tiempo de duplicación (d)	Productividad ($\text{g/L}\cdot\text{d}$)	Velocidad específica de crecimiento (μ)	Tiempo de duplicación (d)	Productividad ($\text{g/L}\cdot\text{d}$)
24.06	0.3689	1.8790	0.2315	0.4578	1.5141	0.4461
16.04	0.2214	3.1307	0.2104	0.4578	1.5141	0.4461
8.02	0.2393	2.8966	0.1898	0.2942	2.3560	0.3620

Conclusiones. Es posible cultivar *A. platensis* a bajos niveles de iluminación proveniente de LED's observando diferencias poco significativas en las intensidades lumínicas empleadas durante la experimentación, visualizando satisfactoriamente que el medio de cultivo M.E.M tuvo la mejor adaptación de *A. platensis*, mientras por su contraparte el medio Zarrouk fue el que presentó una menor concentración celular en todos los niveles de iluminación.

Agradecimiento. Esta investigación fue financiada por la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional SIP:20231857.

Bibliografía.

- Sili, C., Torzillo, G., & Vonshak, A. (2012). *Arthrospira* (Spirulina). In: *Ecology of cyanobacteria II: their diversity in space and time*, Whiton B. Springer Dordrecht, UK. 677-705.
- Arora, R., Sudhakar, K., & Rana, R. (2019). *Energy Reports*, Vol (5), 327-336.
- Ravelonandro, P. H., Ratianarivo, D. H., Joannis-Cassan, C., Isambert, A., & Raheirmandimby, M. (2008). *Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental & Clean Technology*, 83(6), 842-848.

PRODUCCIÓN DE ANTICUERPOS POLICLONALES UTILIZANDO UNA PROTEÍNA RECOMBINANTE DERIVADA DEL GENOMA DE *ANAPLASMA MARGINALE*

Paola Cervantes-Barrera², Itzel Amaro Estrada^{*1}, Elizabeth Salinas-Estrella¹, Mayra Cobaxin-Cárdenas¹, David Bustamante-García², Sergio Rodríguez-Camarillo¹.

¹Laboratorio de Anaplasmosis, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, Jiutepec, Morelos, 62574, ²Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Jiutepec Morelos, 62550.

*amaro.estrada@gmail.com, paolacervantes0905@gmail.com

Palabras clave: Proteínas recombinantes, Anaplasmosis, Inmunógenos.

Introducción. La anaplasmosis bovina es una enfermedad es causante de millonarias pérdidas anuales en el sector pecuario, y en México se asocia a la bacteria gram negativa *Anaplasma marginale*. La enfermedad se caracteriza por pérdida de peso y disminución de producción de leche, fiebre, anemia e ictericia. *A. marginale* puede ser transmitida por garrapatas, de madre a cría, por algunos insectos hematófagos y por utensilios contaminados (1). La anaplasmosis bovina se presenta sobretodo en regiones tropicales y subtropicales; en México y otros países, no existen alternativas comerciales para el control de la enfermedad. La proteína hipotética AM592 identificada en el genoma de la cepa St. Maries (2) ha sido propuesta como molécula vacunal, dado que es una proteína que no muestra cambios en las diferentes cepas analizadas, y las predicciones bioinformáticas indican que contiene epítomos lineales tipo B, siendo posible que tenga propiedades inmunogénicas (3). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue la expresión recombinante de un fragmento derivado de esta proteína, así como su uso para la generación de anticuerpos policlonaes lo que abre la posibilidad de detectar la proteína nativa AM592.

Metodología. Las cepas BL21(DE3) y pLysS de *E. coli* se transformaron con la construcción pET-22b(+)-HP592Mex¹⁶⁻²⁴⁴ y una vez confirmada la secuencia se llevó a cabo la expresión en matraces con medio LB líquido y ampicilina (100 µg/mL). Los matraces fueron inoculados con el preinóculo en una relación 1:100 e incubados a 37 °C con agitación de 200 rpm hasta alcanzar una DO₆₀₀ de 0.5, entonces se agregó 1 mM de IPTG para inducir la producción de la proteína. Los cultivos se incubaron a 30 °C en agitación a 200 rpm por al menos seis horas. Se obtuvieron los pellets celulares por centrifugación y se realizó choque osmótico para recuperar el contenido de la región periplásmica de las bacterias, ya que la construcción incluye un péptido pelB. Los paquetes celulares restantes se resuspendieron en solución de lisis (50 mM NaH₂PO₄ pH8, 300 mM de NaCl, 10 mM de Imidazol, 10 % de Glicerol), y se realizaron cinco ciclos

de sonicación a una frecuencia de 30 kHz. La purificación de la proteína se realizó por cromatografía de afinidad (Ni-NTA Agarose, QIAGEN) bajo condiciones nativas y desnaturalizantes siguiendo las indicaciones del fabricante. Todas las fracciones recuperadas fueron analizadas por electroforesis TRICINE-SDS-PAGE utilizando tinción con azul de Coomassie e inmunodetección dirigida a la etiqueta de histidinas. Se llevó a cabo la inoculación de tres conejos con una mezcla homogénea de la proteína recombinante HP592Mex¹⁶⁻²⁴⁴ y adyuvante oleoso. Se recolectaron muestras previas y posteriores a la inoculación para monitorear la producción de anticuerpos. Una vez completado el esquema, se analizaron los sueros por ELISA.

Resultados. En los análisis de SDS-PAGE observó un producto de aproximadamente 26 kDa, que podría corresponder al fragmento HP592Mex¹⁶⁻²⁴⁴, lo que se confirmó al utilizar un anticuerpo específico para la etiqueta de histidinas. Posterior a la inoculación de los conejos se evaluaron los sueros policlonaes; los tres conejos generaron anticuerpos que reconocen a la proteína recombinante con diferentes niveles de respuesta.

Conclusiones. Se obtuvo la proteína recombinante en un sistema bacteriano y es reconocida por anticuerpos policlonaes generados en conejo.

Agradecimiento. Este trabajo es derivado del proyecto SIGI 1515235065 financiado con Fondos Fiscales INIFAP.

Bibliografía.

1. Amaro I, García MA, Preciado JF, Rojas EE, Alpírez F, Hernández R, Vega CA, Rodríguez S. (2014) *INIFAP Folleto Técnico* Núm. 8.
2. Brayton, KA, Kappmeyer LS, Herndon DR, Dark MJ, Tibbals DL, Palmer GH, McGuire TC, Knowles. (2005) *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 102, 844–9.
3. Cano TB. (2014) Tesis, Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL BIFIDOGÉNICO DE FRUCTANOS DE AGAVE Y NARINGINA/ β -CICLODEXTRINA SOBRE *BIFIDOBACTERIUM LONGUM* BB536

Nathalie Schlienger^a, Hugo Espinosa^a, Marisela González^b, José Daniel Padilla^a, ^aCIATEJ, A.C. CP 45019 Zapopan, Jal., México. ^bCIATEJ, A.C. CP 44270 Guadalajara, Jal., México.

Contacto: brdealba_al@ciatej.mx

Palabras clave: simbiótico, bifidobacteria, prebiótico

Introducción. Los fructooligosacáridos y compuestos fenólicos tales como los fructanos de agave y la naringina son considerados prebióticos, además de que promueven la salud e integridad del epitelio gastrointestinal (1). Aquellos prebióticos que son específicamente metabolizados por bifidobacterias se denominan “bifidogénicos”. Este potencial sinérgico puede variar entre las especies autóctonas y alóctonas de *Bifidobacterium*, por lo tanto, es conveniente evaluar su afinidad a la hora de diseñar formulaciones de pre y probióticos (2,3).

El objetivo del presente trabajo es identificar *in vitro* el potencial bifidogénico de los fructanos de agave, naringina/ β -ciclodextrina y su combinación sobre la cepa probiótica *Bifidobacterium longum* BB536

Metodología. La cinética de crecimiento se realizó de acuerdo con el reporte de González-Ávila y col. (4) con modificaciones. Se llevó a cabo en condiciones anaerobias durante 48 h en caldo MRS suplementado con 0.5% de L-cisteína modificado, reemplazando la glucosa como fuente de carbono con los diferentes sustratos (20 g/L). El medio MRS sin glucosa fue usado como control negativo y el medio con glucosa fue usado como control positivo. Para determinar la viabilidad de *B. longum* BB536 con cada sustrato, se cultivó en agar BSM para posterior conteo. Se realizó un análisis de varianza con el software Statgraphics Centurion XVII Versión 17.0.16 (Statpoint Technologies, Inc., Warrenton, VA, USA).

Resultados. El inóculo inicial de *B. longum* BB536 utilizado en cada uno de los tratamientos contenía 6.6×10^4 UFC/mL. En este trabajo se utilizaron distintas combinaciones de sustratos para determinar la viabilidad de *B. longum* BB536 en presencia de fructanos de agave (FRU), naringina/ β -ciclodextrina (NB), sacarosa (SAC), naringina (NAR), β -ciclodextrina (BCD), naringina/ β -ciclodextrina y fructanos de agave (NBF), y sin fuente de hidrato de carbono (SINHC). El *B. longum* BB536 en presencia de FRU logró el mayor número de células viables ($p < 0.05$). Por lo contrario, en el medio MRS modificado sin fuente de hidrato de carbono el número de células tuvo la menor viabilidad siendo esta de

1.6×10^7 UFC/mL⁻¹. La viabilidad de las células con la combinación de NBF fue similar a la del control positivo SAC.

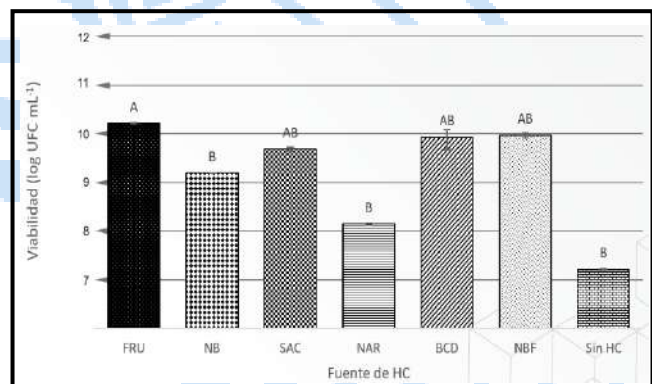


Fig. 1. Viabilidad de *B. longum* BB536 en presencia de diferentes sustratos como fuente de hidratos de carbono.

Conclusiones. La cepa probiótica *B. longum* BB536 es viable en medio MRS modificado con FRU y la combinación de NBF como sustratos. La combinación NBF ofrece una viabilidad similar al control positivo SAC, por lo que podrían considerarse sustratos bifidogénicos para el desarrollo de productos probióticos.

Agradecimiento. A CONACYT (SEP-CONACYT 2018, A1-S-34273) por el financiamiento del trabajo.

Bibliografía.

- Gibson, R., Hutkins, R., Sanders, E., Prescott, L., Reimer, A., Salminen, J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, S., Cani, D., Verbeke, K., Reid, G. (2017). *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 14 (8): 491–502.
- Gänzle, M., Andrew Mills, D., Riedel, U., Kelly, M., Sinderen, van D., Munoz-Munoz, J., van Sinderen, D. (2021). *Front. Microbiol.* 12: 609418.
- Swanson, S., Gibson, R., Hutkins, W., Reimer, A., Reid, G., Verbeke, K., Scott, P., Holscher, D., Azad, B., Delzenne, M., Sanders, E. (2020). *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 17(11): 687–701.
- González-Ávila, M., Prado-Ramírez, R., Flores-Montaño, L., Pérez-Martínez, J., Ramírez, G., Alonso-Segura, D. (2014). *Int. J. Probiotics. Prebiotics.* 9:93.

IDENTIFICACIÓN DE LA SUBUNIDAD A DE LA FIMBRIA TIPO 1 DE KLEBSIELLA PNEUMONIAE EMPLEANDO INMUNOPROTEÓMICA

MCB. Ulises Vega Castillo, Dr. Héctor Samuel López Moreno, Dr. Salvador Velarde Félix.
Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Laboratorio de Biomedicina Molecular, Culiacán Sinaloa, 80013. Ulisesvega.fcqb@uas.edu.mx

Palabras clave: inmunoproteómica, Klebsiella pneumoniae, fim1A

Introducción. *Klebsiella pneumoniae* es un patógeno bacilar Gram negativo, extremadamente resistente a diversos fármacos utilizados en la práctica clínica, considerado oportunista, ya que es capaz de colonizar diversos sitios anatómicos de pacientes inmunocomprometidos y/o hospitalizados. El incremento de la aparición de cepas multidrogoresistentes (MDR) en nosocomios deriva la importancia del estudio y con ello obtener información de las características adquiridas mediante mutaciones en su cromosoma, transferencia horizontal de genes del gran repertorio de proteínas codificadas en el genoma de *K. pneumoniae* y los mecanismos por los cuales es capaz de adquirir MDR y así evadir el sistema inmune del hospedero. La inmunoproteómica representa una herramienta de gran utilidad para caracterizar proteínas y moléculas efectoras reactivas expresadas diferencialmente que permitirá el potencial desarrollo de métodos de diagnóstico o vacunas y finalmente un mayor entendimiento en la fisiopatología asociada a *K. pneumoniae*.

Metodología. Se emplearon 3 aislados clínicos de *K. pneumoniae* pareados con los sueros de los pacientes infectados, e incluimos a *K. pneumoniae* (ATCC 13883) en la comparativa proteómica empleando IPGs con rango de pH de 3-10. Se evidenció un perfil proteómico de 158 proteínas, contabilizadas con el software ImageLab, de las cuales 66 (41.8%) fueron inmunoreactivas a los sueros de los pacientes. Se logró identificar un nuevo antígeno correspondiente al spot de 19KDa y pI de 5.0 denominado p19, mediante espectrometría de masas en tándem (MS/MS). El espectro MS/MS proporcionó información parcial de la secuencia de los péptidos, los cuales fueron comparados con secuencias de proteínas en bases de datos usando el algoritmo SEQuest. Finalmente el modelado de la estructura de la proteína perteneciente a un aislado clínico se llevó a cabo en la plataforma virtual Protein Fold Recognition Server Phyre 2.

Resultados.

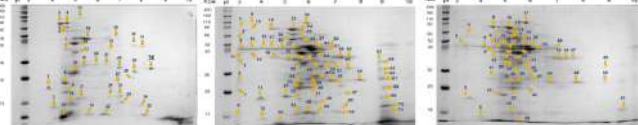


Figura 1. Se observan 36 spots pertenecientes al proteoma de la cepa de *K. pneumoniae* ATCC 13883.

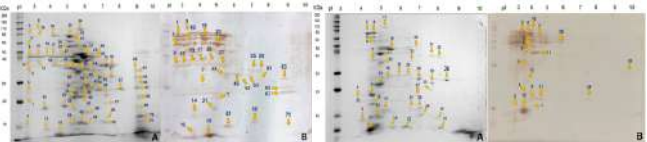


Figura 2. Inmunoproteoma de los aislados clínicos *Kp*. En el panel A, se observan los spots representativos de la expresión del perfil proteómico del aislado clínico *Kp54*, por SDS-PAGE. En el panel B se muestra que, de los 51 spots obtenidos, 16 de ellos son reactivos con sueros de pacientes que presentaron la infección por *K. pneumoniae*.

Figura 3. Predicción de la estructura de proteína fimbrial tipo 1 presente en *K. pneumoniae*. el resultado fue visualizado en el programa "UCSF Chimera" obteniendo la estructura tridimensional de la proteína, en donde se destaca la sección marcada con color azul perteneciente al péptido DSAHPK obtenido por el espectrómetro de masas. Esta región que podría estar implicada en el reconocimiento inmunológico por parte del hospedero.



Conclusiones. Estos resultados sugieren que los antígenos identificados son potencialmente inmunodominantes y que la presencia de anticuerpos en suero de pacientes que cursaron la infección. Esto indica que la expresión de las proteínas evidenciadas respectivamente *in vivo* evoca una respuesta humoral, los anticuerpos de individuos infectados por *Klebsiella* son capaces de montar una respuesta en contra la bacteria por estas proteínas identificadas, características necesarias para el diseño de una vacuna exitosa.

Agradecimiento. Al fondo CB-2014-240185, por el financiamiento de este proyecto.

Bibliografía.

1. Arena F, Henrici De Angelis L, D'Andrea MM, Cannatelli A, Fossati L, Di Pilato, Rossolini GM. 2017. A case report and literature review. *Virulence*, 8: 1900-1908.
2. Arias R, Rosado U, Vargas A, Grajales C. 2016. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* 54: 20-24.
3. Blair J, Webber M, Baylay A, Ogbolu D, Piddock L. 2015. Molecular mechanisms of antibiotic resistance. *Nature reviews microbiology*, 13: 42.

PHB production increases by *algD*, *pycA* and *rsmA* inactivation in *Azotobacter vinelandii* under different carbon sources

Aidé Rodríguez Cortes, Brenda Zarate Morales, Miguel Castañeda Lucio, **Liliana López Pliego**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Instituto de Microbiología CICM. Boulevard Valsequillo y Av. San Claudio Edificio I12, Ciudad Universitaria. Col Jardines de San Manuel. C.P. 72570. Correo: liliana.lopez@correo,buap.mx

Key words: Poli-β -hydroxybutyrate, pycA, rsmA, fructose and sucrose

Introduction. *Azotobacter vinelandii* produces *Poli-β -hydroxybutyrate* (PHB); it is used as a biodegradable thermoplastic (Anderson and Dawes 1990). Their production depends in the availability of Acetil-CoA as biosynthetic precursor on PHB synthesis. It was reported that inactivation of the gene *pycA* increases PHB accumulation in solid medium (Segura ans Espín. 2004). The biosynthetic operon *phbBAC*, responsible for synthesizing PHB, is under complex regulation by PhbR and RsmA proteins. PhbR is a transcriptional activator of the *phbBAC* operon. RsmA protein is a negative post-transcriptional regulator controlling the expression of *phbR* and *phbB* (Hernández Eligio 2011). In this work, we made a strain with *pycA* and *rsmA* inactivation to improve the PHB production and, we assay different growth conditions to determine the most favorable production conditions in this strain. In particular, the effect of different carbon sources on the accumulation of PHB in a mutant *algD pycA rsmA* was tested.

Methodology.

A. vinelandii strain E modifications as follow: *algD* mutation to prevent the alginate production was performed by insertion of a streptomycin cassette. *pycA* mutant was constructed by a kanamycin cassette insertion. Finally, the last mutation in the *rsmA* gene was constructed by deleting the gene with a gentamicin cassette.

The constructed *EalgDpycArsmA* strain was characterized by its accumulation of PHB when growing in a minimal and a rich medium added with carbon sucrose and fructose as carbon sources.

Results.

The triple mutant *EalgDpycArsmA* was growing in two different carbon sources to study the differences in PHB accumulation. Figure 1 shows the PHB production in a rich solid medium (PY) added with sucrose, and Table 1 shows the data obtained when the mutant was grown in liquid-rich (PY) and minimal medium (Burk) added with sucrose or fructose as carbon source.

Figure 1. PHB accumulation in PY-sucrose solid medium. The PHB accumulation is expressed inµg PHB/ mg protein.

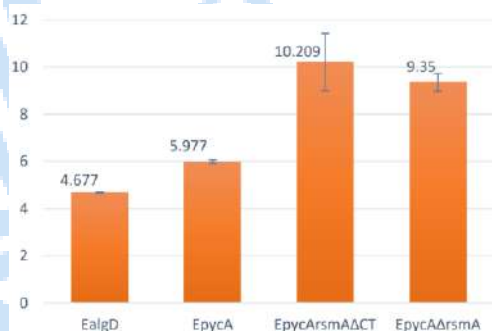


Table 1. PHB accumulation in liquid rich media PY added with different carbon sources.

Strain	Medium	µg PHB / mg protein
<i>EalgD</i>	PY-sucrose	0.006
<i>EpycA</i>	PY-sucrose	.024
<i>ErsmA</i>	PY-sucrose	.0052
<i>EpycArsmA</i>	PY-sucrose	.0022
<i>EalgD</i>	PY-Fructose	7.4
<i>EpycA</i>	PY-Fructose	9.11
<i>ErsmA</i>	PY-Fructose	3.18
<i>EpycArsmA</i>	PY-Fructose	25.99

Conclusions.

The most favorable condition to produce PHB in the constructed triple mutant is established when it is grown in PY liquid medium added with fructose.

Acknowledgments. VIEP-BUAP 2022

References.

- 1.- Anderson AJ, Dawes EA (1990) Occurrence, metabolism, metabolic role, and industrial uses of bacterial polyhydroxyalkanoates. *Microbiol Rev* 54:450–472.
- 2.- Segura, D., Espín, G. Inactivation of *pycA*, encoding pyruvate carboxylase activity, increases poly-β-hydroxybutyrate accumulation in *Azotobacter vinelandii* on solid medium. *Appl Microbiol Biotechnol* 65, 414–418 (2004).
- 3.- Hernández-Eligio, A., Moreno, S., Castellanos, M., Castañeda, M., Núñez, C., Muriel-Millan, L. F. y Espín, G. (2011). RsmA post-transcriptionally controls PhbR expression and polyhydroxybutyrate biosynthesis in *Azotobacter vinelandii*. *Microbiology*. 1953-1963.

Comprendiendo la función de las vesículas extracelulares de *Neurospora crassa*

Daniel Alfonso Salgado-Bautista¹, Rubén Darío Cadena-Nava² y Meritxell Riquelme¹.

¹Departamento de Microbiología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México. C.P.: 22860. ²Departamento de Bionanotecnología, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ensenada, Baja California, México. C.P.: 22860. e-mail: em.daniel.alf@gmail.com

Palabras clave: Neurospora crassa, vesículas extracelulares, proteómica

Introducción. Las vesículas extracelulares (VEs) son estructuras de bicapa lipídica utilizadas por diferentes tipos de células para la liberación de metabolitos, ARN, ADN y proteínas a la región extracelular (1). El estudio de las VEs fúngicas ha tomado importancia desde el 2007, cuando se identificaron en *Cryptococcus neoformans* con un papel importante en la patogénesis (2). Recientemente, se publicó el proteoma de las VEs provenientes de *N. crassa* (3), un hongo ampliamente estudiado.

Para comprender la función de las VEs durante el crecimiento fúngico, y además obtener información acerca de su biogénesis, se analizaron las proteínas cargo en VEs de *N. crassa* proveniente de dos condiciones en una etapa de crecimiento temprana, así como, su diámetro hidrodinámico.

Metodología. Se inocularon 2×10^8 conidios de *N. crassa* #988 en 400 mL de medio mínimo de Vogel suplementado con sacarosa (MMS) o glucosa (MMG) (1.5%) en un Matraz Erlenmeyer de 1L. Se incubó por 16h a 30°C y con una agitación de 150 rpm. El cultivo se filtró para separar la biomasa, y el filtrado fue procesado por centrifugación diferencial: 300g por 5 min, 4000g por 30 min y 150000g por 3h. El pellet recuperado se lavó con 20mM Tris-HCL pH 7.2 (20BT) y nuevamente se ultracentrifugó a 350000g por 4h. El pellet se resuspendió con 20BT, y centrifugó a 10000g para eliminar sólidos. El diámetro hidrodinámico de las VEs se estimó por DLS, la proteína se cuantificó por BCA y se analizó por LC-MS/MS. Se usaron MASCOT y ProteoIQ para el análisis de las proteínas identificadas.

Resultados. Se encontraron diferencias en el diámetro hidrodinámico de las VEs (Fig. 1) siendo ligeramente mayor con MMG (dh=78.82 nm) que con MMS (dh=58.77 nm). No se observaron diferencias significativas en el número de proteínas identificadas; sin embargo, se identificaron 8 proteínas sobre-reguladas con MMS y 100 proteínas con MMG. Además, se observó un alto número de proteínas consideradas intracelulares (Fig. 2). Una Glicosidasa

(Q7S222) y la non-anchored cell wall protein (Q1K5A2) fueron las más abundantes.

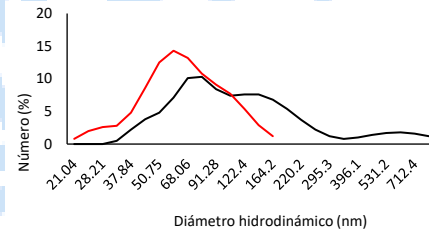


Fig. 1. Diámetro hidrodinámico de las VEs de *N. crassa* #988 provenientes de medio con MMG (línea negra) o MMS (línea roja) al 1.5%. Se utilizaron tres réplicas biológicas.

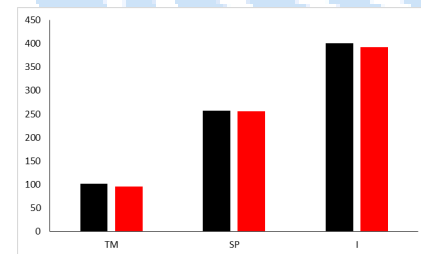


Fig. 2. Número de proteínas cargo de las VEs de *N. crassa* #988. Barras negras corresponden a MMG, barras rojas corresponden a MMS. TM=proteínas transmembranales; SP= proteínas con péptido señal; I= proteínas intracelulares.

Conclusiones. Existen diferencias en el diámetro dinámico de las VEs de *N. crassa*, siendo mayor con MMG que con MMS. No hay diferencias significativas en las proteínas cargo de las EVs obtenidas con ambos sustratos. Sin embargo, si hubo diferencias en cuanto a la abundancia, siendo la glucosa un factor que favorece la síntesis de cien proteínas. Además, el alto número de proteínas intracelulares y asociadas a pared celular sugieren que las VEs son relevantes para la secreción no convencional y la biosíntesis de pared celular.

Agradecimiento. DABS agradece al CONACyT por la beca posdoctoral de continuidad 2022.

Bibliografía.

- Liebana-Jordan, M. et al. (2021). Int J Mol Sci. 22(13), 7221.
- Rodríguez, M. L. et al. (2007). Eukaryot Cell. 6, 48.
- Medina-Castellanos E. et al., (2023). Fungal Genet. Biol. 165, 103778

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área X. Bioingeniería y fermentaciones

XC05	EFECTO DE LA FUENTE DE NITRÓGENO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS POR BURKHOLDERIA THAILANDENSIS. Autores: Saúl G. Ayala Nieto, María Alejandra Pichardo-Sánchez, Luis V. Rodríguez-Durán.	675
XC06	FORMULACIÓN Y CONDICIONES DE FERMENTACIÓN ÓPTIMAS A TRAVÉS DE UN DISEÑO PLACKETT BURMAN PARA LA PRODUCCIÓN DE L-ASPARAGINASA POR BACILLUS VELEZENSIS. Autores: Ruberth Rivera Pérez, Lorena Pedraza Segura, Karina Maldonado Ruiz Esparza.	676
XC07	PRODUCCIÓN DE DEXTRANO EN CULTIVO POR LOTE EN BIORREACTOR DE 1L EMPLEANDO LEUCONOSTOC MESENTEROIDES SUB. SF3. Autores: Cintia Martínez-Herrera, Guadalupe Serrano-Cruz, Aurora Herendira Castillejo-Cortes, Jorge Yáñez-Fernández, Diana Catalina Castro-Rodríguez	677
XC08	ACOPLAMIENTO DEL MODELO DE GOMPERTZ CON LOS MODELOS DE PIRT Y DE LUEDEKING – PIRET PARA LA SIMULACIÓN DE BIOPROCESOS. Autores: Celli Martin, Saucedo-Castañeda Gerardo.	678
XC09.	MODELAMIENTO DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO DE BACTERIAS LÁCTICAS USANDO EL MODELO DE GOMPERTZ Y LUEDEKING-PIRET. Autores: Domínguez-Gutiérrez G. A., Celli Martin, Rodríguez-Serrano G., Saucedo-Castañeda G.	679
XC11	PRODUCCIÓN DE CELULOSA MICROCRISTALINA PROVENIENTE DE LA MICROALGA CHLORELLA SOROKINIANA CULTIVADA EN REACTORES DE BAJO COSTO. Autores: Mael Sebastián Cantú Martínez, Julio Cesar Beltrán Rocha, Julio Silva Mendoza, Alonso Alberto Orozco Flores, Gustavo Raúl Reyna Martínez.	680
XC12	ESTUDIO DE ULTRAFILTRACIÓN TANGENCIAL DE LISADOS MECÁNICOS DE E. COLI PARA LA RECUPERACIÓN DE PLÁSMIDO. Autores: Jennifer Selena Ramírez-Puerta, Patricia Guerrero-Germán, Armando Lucero-Acuña, Jaime Ortega-López, Armando Tejeda-Mansir.	681

XC14	PRODUCCIÓN DE ÁCIDO KÓJICO POR FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO A PARTIR DE SORGO POR ASPERGILLUS ORYZAE. Autores: Santos Soto Hernández, Edith Oliva Cuevas Rodríguez, Erika Yudit Rios Iribe, Oscar Martín Hernández Calderón.	682
XC15	FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA DE GUAYABA (PSIDIUM GUAJAVA) CON UNA LEVADURA KLUYVEROMYCES MARXIANUS. Autores: Humberto Alonso Vilchis Esquivel, Cynthia Isabel Santiago Barajas, Carlos Rubén Sosa Aguirre, David García Hernandez, Alfredo Saavedra Molina, Jesús Campos García, Jorge Arturo Mejía Barajas.	683
XC16	EFFECTO DE LA FERMENTACIÓN ÁCIDO-LÁCTICA SOBRE LA LIBERACIÓN DE AMINOÁCIDOS A PARTIR DE PUPAS DE MOSCA (HERMETIA ILLUCENS). Autores: Héctor A. Martín-López, Iván E. Herrera-Pool, Teresa Ayora-Talavera, Juan C. Cuevas-Bernardino, Ana L. Ramos-Díaz, Sara E. Herrera-Rodríguez, Neith A. Pacheco-López.	684
XC17	EL PH INICIAL DETERMINA LA PRODUCCIÓN DE PECTINASAS POR ASPERGILLUS FLAVIPES EN CULTIVOS SUMERGIDOS DESARROLLADOS EN BIORREACTOR AIRLIFT. Autores: Jonathan Divani Carmen Hernández, Isabel de la Luz Membrillo Venegas, Mayola García Rivero, María Aurora Martínez Trujillo, Martin Rogelio Cruz Díaz.	685
XC18	ANÁLISIS DE LA IDENTIDAD DEL REGULADOR ABRB EN BACTERIAS DE INTERÉS INDUSTRIAL Y SU IMPORTANCIA EN FUNCIONES DE SUPERVIVENCIA. Autores: Shirley Martínez Tolibía, Miguel Ángel Villalobos López, Jorge Sánchez Andrade, Víctor Eric López López.	686
XC19	LA TEMPERATURA PRE Y POST-INDUCCIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS RECOMBINANTES EN E. COLI TERMOINDUCIBLE. Autores: Mauricio A. Trujillo-Roldán, Sara Restrepo-Pineda, Néstor O. Pérez, Norma A. Valdez-Cruz.	687
XC20	AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIANA DE LA TUBA DE COCOS NUCIFERA L. Autores: Cuauhtémoc Pineda, Itzel Rodríguez, Daysi Navez, Aydee Román, Brian Cárdenas, Fernando Astudillo, Gerardo Huerta.	688
XC21	DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA EN CULTIVO LOTE ALIMENTADO PARA LA SOBREPDUCCIÓN DEL BIOPLASTICO P(3HB) DE ALTO PESO MOLECULAR POR LA CEPA PHBP3+ DE A. VINELANDII. Autores: Alessandra Barrios, Jessica Ruíz, Daniel Segura, Tania Castillo, Enrique Galindo, Carlos Peña.	689
XC24	APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA VINÍCOLA EN MÉXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL DE SEGUNDA GENERACIÓN. Autores: Ana Gabriela Rojas Labrada; Daniel Anzaldo Anzaldo; Luz Mariana Pérez Montoya.	690
XC26	PROCESO DE PRODUCCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CROMOPROTEÍNA TSPURPLE PRODUCIDA EN LOTE ALIMENTADO DE ESCHERICHIA COLI BL21 EN BIORREACTOR. Autores: Tania Fernanda Miranda Trejo; Silvana María Gressi Dávila;	691

Jorge Alberto Márquez Garduño; Ana Sofía Centeno Noriega; Rigel Valentín Gómez Acata; Alberto Ordaz Cortés.

XC27	PRODUCCIÓN DE LA CROMOPROTEÍNA TSPURPLE DE ESCHERICHIA COLI BL21 EN LOTE ALIMENTADO. Autores: Gabriela Giles Buzo; Natalia Resendiz Rios; Melissa Salgado Baños; Alejandro Verduzco Ferrara, Alberto Ordaz Cortés, Rigel Valentín Gómez Acata.	692
XC28	FILTRACIÓN DE LA PROTEÍNA TSPURPLE DE ESCHERICHIA COLI BL21. Autores: Alejandro Verduzco Ferrara, Karen Itzel Marín Jerónimo, Nicolás Hernández Montero, Tania García Santillán; Rigel Valentín Gómez Acata; Alberto Ordaz Cortés.	693
XC29	RECTIFICACIÓN EN CONTINUO PARA LA ELABORACIÓN DE TEQUILA: COMPARACIÓN CON LA RECTIFICACIÓN EN LOTE. Autores: Isaac G. Tejeda-Arandas; Héctor Flores-Martínez; José Daniel Padilla-de la Rosa; Mirna Estarrón-Espinosa; Irma Flores; Juan Florencio Gómez-Leyva	694
XC30	ESTUDIO DEL ESCALAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE UN FRAGMENTO DE ANTICUERPO CON APLICACIÓN EN LA DEGENERACIÓN MACULAR. Autores: Ibet Fernanda Díaz Novales, Carlos Alfredo Gómez Valencia, Beatriz Valencia Hernández, María Inés Infanzón Rodríguez, Yolanda Francisca Díaz Viveros.	695
XC32	PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RAMNOLÍPIDOS POR BURKHOLDERIA THAILANDESIS. Autores: María Alejandra Pichardo-Sánchez, Ángeles Domínguez-Rivera, José de Jesús Cázares-Marinero, Sergio Alatorre-Santamaría, Luis Víctor Rodríguez-Durán, Gerardo Saucedo Castañeda	696
XC33	PRODUCCIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN UN BIORREACTOR AIRLIFT MEDIANTE EL ENCAPSULAMIENTO DE GIBBERELLA FUJIKUROI. Autores: David Antonio Flores Méndez, Jerry B. Suárez Trejo, Giovanni Alexander Escamilla García, Eleazar Escamilla Silva.	697
XC35	EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE SOFOROLÍPIDOS EN FERMENTACIÓN EN MEDIO SÓLIDO. Autores: Ángeles Domínguez-Rivera, María Alejandra Pichardo-Sánchez, José de Jesús Cazares-Marinero y Gerardo Saucedo-Castañeda.	698
XC36	PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS EXOPOLISACÁRIDOS GENERADOS POR LEUCONOSTOC MESENTEROIDES P45 MEDIANTE UN SISTEMA DE ELECTROFERMENTACIÓN. Autores: Mónica Itzel Rojas Rojas, José Adelfo Escalante Lozada, Carlos Regalado González, Monserrat Escamilla García, Rocío Campos Vega, Aldo Amaro Reyes.	699
XC39	ECONOMÍA CIRCULAR EN UN INGENIO AZUCARERO PARA PRODUCCIÓN DE PHB. Autores: Kevin Palacios-Samano, Teresa López-Arenas.	700
XC41	EVALUACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE PIGMENTOS ROJOS A PARTIR DE MONASCUS SP. Autores: Alan Sebastian Pedraza Posadas, Andrea Alejandra Sulbarán Pérez, Laura Andrea Fournier Tello, María José Guzmán	701

	Córdova, Ana Gabriel Mora Jiménez, Dimas Coello Álvarez, Rita Karen Pacheco Cabañas.	
XC42	EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS DEL NOGAL. Autores: Tania Jael Trucios-Ramírez, Marisela Yadira Soto-Padilla, Coyolxauhqui Figueroa-Batalla, Claudia Carolina Hernández-Peña.	702
XC44	SELECCIÓN DE CEPAS PRODUCTORAS DE POLIHIDROXIBUTIRATO (PHB) DE BACILLUS THURINGIENSIS. Autores: Marco Romero Sanchez, Pavel Sierra Martinez, Valentín López Gayou, Jorge Noel Gracida Rodríguez, Víctor Éric López y Lopez.	703
XC46	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA BIORREFINERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO Y ENZIMAS A PARTIR DE EFLUENTES DE DESECHO DE LA INDUSTRIA CERVECERA Y LÁCTEA. Autores: Juan Carlos Gaxiola-Flores, Uriel Enrique Reyes-Solís, Arturo Velgis-García, Óscar Ariel Rojas-Rejón, Felipe Sánchez-Carrillo, Pablos Hernández-Sánchez, Víctor Sevilla-Güitrón.	704
XC47	EXTRACCIÓN BIOLÓGICA-QUÍMICA DE QUITOSANO DE RESIDUOS DE CAMARÓN USANDO MIEL DE DESECHO COMO FUENTE DE CARBONO. Autores: Alejandra Aurora Ordoñez Moreno, Soledad Cecilia Pech Cohuo, Neith Pacheco, Mario Adrián de Atocha Dzul Cervantes, Juan Carlos Cuevas Bernardino, Teresa de Rosario Ayora Talavera.	705
XC48	LA AUSENCIA DE LA PHASINA P3, PROTEÍNA ASOCIADA AL GRANULO DEL BIOPLÁSTICO POLI-3 HIDROXIBUTIRATO (P3HB), PROVOCA UNA DISMINUCIÓN EN LA SÍNTESIS Y PESO MOLECULAR DEL POLÍMERO. Autores: Claudia Aguirre, Jessica Ruiz, Enrique Galindo, Daniel Segura, Carlos Peña.	706
XC50	DESIGN OF A RACEWAY POND PHOTOBIOREACTOR BY COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) FOR A SUSTAINABLE APPROACH: SCALE UP, TO GROW MICROALGAE FROM CUATRO CIÉNEGAS REGION UNDER A BIOREFINERY CONCEPT. Autores: Samanta Machado Cepeda, Regina Barboza-Rodríguez, Miriam L. Rosales Aguado, Gilver Rosero-Chasoy, Rosa M. Rodríguez-Jasso, Héctor A. Ruiz.	707
XC51	DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE PURIFICACIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS PRODUCIDOS POR AUREOBASIDIUM PULLULANS. Autores: Nathalie García Estévez, Lorena Pedraza Segura, Karina Maldonado Ruiz Esparza, Alejandro I. Gutiérrez Hernández.	708
XC52	MODELO DE MEDIO EFECTIVO DE MECÁNICA DE FLUIDOS EN HIFAS FÚNGICAS. Autores: Jessica Sánchez-Vargas, Francisco J. Valdés-Parada, Mauricio A. Trujillo-Roldán.	709
XC53	DINÁMICA DE POBLACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN UN VINO DE PALMA A BASE DE LA SAVIA DE COCOS NUCIFERA L. Autores: David Ramírez Salmerón, Jeiry Toribio Jiménez, Cuauhtémoc Pineda Muñoz, Daysi Navez González y Gerardo Huerta Beristain.	710

XC53	IMPACTO DE FACTORES AMBIENTALES Y NUTRICIONALES EN LA FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE BACTERIAS ÁCIDO-LÁCTICAS EPÍFITAS DE AGAVE. Autores: Nayeli Martha Lucero, Gustavo Viniegra González, Luis González Olivares, Alma Cruz Guerrero.	711
XC54	EVALUACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE LEVADURAS EN MEDIOS SINTÉTICOS CON Y SIN INHIBIDORES Y JUGO NATURAL DE AGAVE. Autores: Santiago Rodríguez de la Peña, Alejandro Arana Sánchez, Manuel R. Kirchmayr, Melchor Arellano Plaza.	712
XC55	EFFECT OF DISSOLVED OXYGEN ON PHOTOAUTOTROPHIC POLYHYDROXYBUTYRATE PRODUCTION BY <i>SYNECHOCYSTIS</i> SP. Autores: Enrique Romero Frasca, Germán Buitrón.	713

EFFECTO DE LA FUENTE DE NITRÓGENO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS POR *Burkholderia thailandensis*

Saúl G. Ayala Nieto¹, María Alejandra Pichardo-Sánchez², Luis V. Rodríguez-Durán¹

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Cd. Mante, Tamaulipas, C.P. 89840. ²Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Biotecnología, Cd. de México, C.P. 09340. luis.duran@docentes.uat.edu.mx

Palabras clave: Bioplásticos, PHA, Fuente de nitrógeno

Introducción. Los polihidroxicanoatos (PHA) son una familia de polihidroxiésteres sintetizados por varios microorganismos como compuestos de almacenamiento de carbono y energía en condiciones limitadas de nutrientes (1). Los PHA poseen propiedades similares a varios termoplásticos sintéticos como el polipropileno. Esto los hace útiles para múltiples aplicaciones (2). Sin embargo, una limitante para la producción y comercialización extensiva de PHA es su alto costo de producción en comparación con los plásticos convencionales. Por lo tanto, existe una búsqueda continua de nuevos microorganismos productores de PHA y sistemas de producción más eficientes.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes fuentes de nitrógeno sobre el crecimiento y producción de PHA por *Burkholderia thailandensis* E264.

Metodología. Se evaluó el efecto de la fuente de nitrógeno sobre el crecimiento y producción de PHA por *B. thailandensis* E264 en cultivo líquido. La bacteria se conservó en glicerol y se activó en caldo nutritivo. Se preparó un medio de producción compuesto por glicerol (20 g/L), KH_2PO_4 (1.5 g/L), Na_2HPO_4 (3.5 g/L), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0.2 g/L) y 0.1% (v/v) de una solución de oligoelementos (FeSO_4 , CaCl_2 , MnSO_4 y ZnCl_2 , 1 mM). Se probaron 4 fuentes de nitrógeno ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 , urea y peptona) a una concentración de 2.5 g/L. El cultivo se llevó a cabo en matraces Erlenmeyer con deflectores de 250 mL con 50 mL de medio de cultivo. El medio se inoculó con un 5% (v/v) de un cultivo de bacterias de 24 h y se incubaron con agitación constante (150 rpm) a 30 °C durante 7 días. Se tomaron muestras cada 24 h y se analizó la concentración de biomasa (por peso seco) y la concentración de PHA mediante un método espectrofotométrico (3).

Resultados. *B. thailandensis* E264 fue capaz de crecer y producir PHA utilizando las cuatro fuentes de nitrógeno evaluadas (figuras 1 y 2).

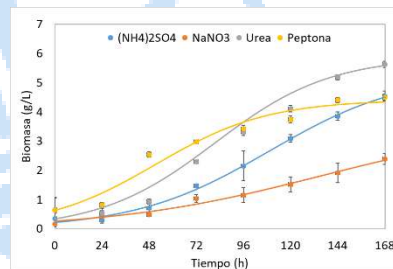


Fig. 1. Crecimiento de *B. thailandensis* utilizando diferentes fuentes de nitrógeno.

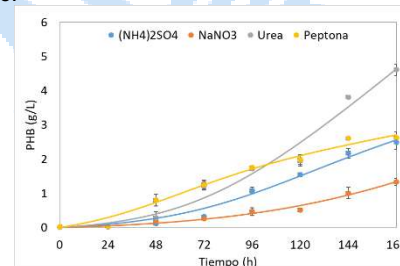


Fig. 2. Producción de PHA por *B. thailandensis* utilizando diferentes fuentes de nitrógeno.

El crecimiento se ajustó satisfactoriamente al modelo logístico, mientras que la formación del producto se ajustó al modelo de Luedeking-Piret. La mayor concentración de biomasa (5.63 ± 0.45 g/L) y la mayor concentración de PHA ($4.61 \pm 0.361.48$ g/L) se obtuvieron al final del cultivo (7 días) utilizando urea como fuente de nitrógeno. En las condiciones estudiadas, el PHA se acumula como un producto no asociado al crecimiento y alcanzó un $Y_{P/X}$ de 0.91 ± 0.16 g g⁻¹.

Conclusiones. *Burkholderia thailandensis* E264 es un microorganismo productor de PHA a partir de diferentes fuentes de nitrógeno.

Bibliografía.

- Philip, S., Keshavarz, T., Roy, I. (2007) *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 82(3), 233-247.
- Getachew, A., Woldesenbet, F. (2016) *BMC Research Notes.* 9(1): 1-9.
- Law, J. H., Slepecky, R. A. (1961). *J. Bacteriol.* 82(1): 33-36.

Formulación y condiciones de fermentación óptimas a través de un diseño Plackett-Burman para la producción de L-asparaginasa por *Bacillus velezensis*.

Ruberth Rivera Pérez¹, Lorena Pedraza Segura¹, Karina Maldonado Ruiz Esparza¹.¹Universidad Iberoamericana, Departamento de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos. Lomas de Santa Fe, Álvaro Obregón, Ciudad de México, C.P. 0.1219. Correo: rruberth@gmail.com.

Palabras clave: L-asparaginasa, optimización, Bacillus.

Introducción. La atención sobre la presencia de sustancias tóxicas en alimentos procesados, su acción sobre la salud humana y la búsqueda de alternativas para su erradicación ha aumentado desde finales del siglo pasado, como es el caso de la acrilamida (1). Esta sustancia se forma durante los tratamientos térmicos a los que son sometidos los alimentos como resultado de la reacción de Maillard que se da entre azúcares reductores y L-asparagina contenidos en ellos (2). Una alternativa empleada para reducir su formación es la adición de L-asparaginasa en etapas tempranas de la elaboración de alimentos. El objetivo de este trabajo es identificar las variables que afectan la producción de la enzima en *Bacillus velezensis*.

Metodología. Microorganismo utilizado: *B. velezensis* NRRL-B-41580. Medios de cultivo: LB como medio de inóculo y medio M9 enriquecido con hidrolizado de caseína y suplementado con asparagina como medio base de producción. Condiciones de inóculo: 37 °C, 250 rpm por 24 h. Condiciones de cultivo: varían de acuerdo con la corrida experimental. La actividad enzimática se determinó mediante el método de Nessler. Para el cribado se evaluarán siete factores independientes incluyendo tamaño de inóculo, pH, velocidad de agitación, concentración de peptona de caseína, concentración de glucosa, concentración de NaCl y concentración de L-asparagina. Los distintos factores se probaron en 2 niveles, alto y bajo, basándose en un diseño estadístico Plackett-Burman.

Resultados.

Tabla 1. Respuestas observadas y predichas para los experimentos realizados utilizando el diseño de Plackett-Burman.

Corrida	Predicho	Observado
1	11.91	11.78
2	5.87	6.00
3	21.91	22.05
4	18.25	18.39
5	17.84	17.71
6	16.66	16.80
7	14.88	14.75
8	18.06	17.93

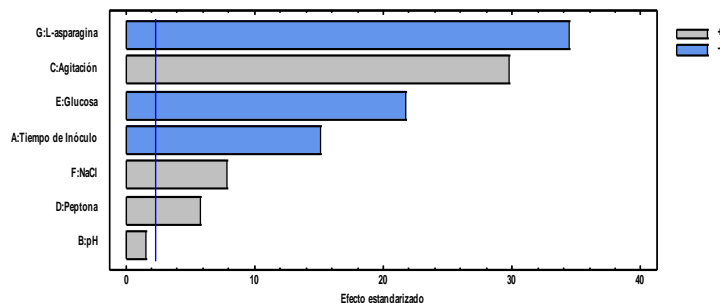


Fig 1. Diagrama de Pareto Estandarizado para la actividad enzimática.

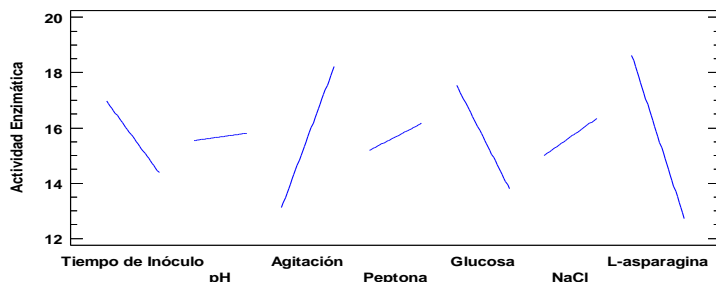


Fig 2. Gráfica de efectos principales para la actividad enzimática.

De acuerdo con el diagrama de Pareto, de los 7 factores evaluados 6 resultaron ser significativos sobre la actividad enzimática; la agitación, la concentración del hidrolizado de caseína y el cloruro de sodio afectan positivamente. Sin embargo, la gráfica de los efectos principales para la actividad indica que la glucosa, el tamaño de inóculo, la agitación y la L-asparagina son los factores más relevantes.

Conclusiones. De los resultados del diseño experimental y su análisis se encontraron como factores relevantes los ya señalados, por ello serán los que se incluyan en el diseño compuesto central para encontrar las mejores condiciones de cultivo para la obtención de L-asparaginasa.

Agradecimiento. InIAT. Proyecto 0050.

Bibliografía.

- Calderón Giraldo, J. (2015). Aspectos sobre acrilamida: formação, quantificação, mitigação e futuras considerações. Uma revisão. *Producción+ Limpia*, 10(1), 119-134.
- Erkekoglu, P., & Baydar, T. (2014). Acrylamide neurotoxicity. *Nutritional neuroscience*, 17(2), 49-57.

Producción de dextrano en cultivo por lote en biorreactor de 1L empleando *Leuconostoc mesenteroides sub. SF3*

Cintia Martínez-Herrera¹, Guadalupe Serrano-Cruz¹, Aurora Herendira Castillejo-Cortes¹, Jorge Yáñez-Fernández¹, Diana Catalina Castro-Rodríguez², ¹Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI), Laboratorio de posgrado de Biotecnología alimentaria, Ciudad de México; CDMx, CP. 07340, ²Departamento de Biotecnología Reproductiva, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, Ciudad de México; CDMx, CP. 14080, jfyanefz@gmail.com

Palabras clave: Dextrano, *Leuconostoc mesenteroides SF3*, fermentación.

Introducción. El dextrano es un exopolisacárido (EPS) de alto peso molecular que se produce por la fermentación anaerobia de *Leuconostoc mesenteroides sub. mesenteroides SF3*⁽¹⁾. El dextrano se le han encontrado aplicaciones industriales en diferentes áreas, debido a su importancia en la industria biotecnológica, alimenticia y cosmética⁽²⁾. Varios investigadores han optimizado las condiciones de fermentación para maximizar la producción de dextrano. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la producción de dextrano por *Leuconostoc mesenteroides sub. SF3* aislada de *Agave salmiana* en biorreactor de 1L.

Metodología. Se realizaron fermentaciones en biorreactor de 1L, variando la concentración de fuente de carbono. Dos fuentes de carbono fueron empleadas: Sacarosa-Glucosa (SG) al 12% y Sacarosa al 10%. Los biorreactores fueron inoculados con *Leuconostoc mesenteroides sub. SF3* al 10% dejándose fermentar durante 12h a 28°C. Se realizó la cinética de crecimiento a través de densidad óptica a 540 nm. El dextrano fue recuperado por medio de ultrafiltración, empleando una membrana de 1000 kDa y su posterior precipitación con etanol 96% en frío a 5°C durante 24 h. El dextrano se secó en estufa a 60°C 24h.

Resultados. Durante el proceso de ultrafiltración se determinó la fracción retenida por medio del factor de reducción de volumen (VRF) obteniendo un valor de 9. El proceso de UF permitió la separación de dextrano, obteniendo un extracto altamente espeso; debido al efecto de concentración, pero principalmente a su propiedad gelificante, reportada previamente por Castro-Rodríguez et al. (2019). La concentración del biopolímero bajo esta condición de concentración permite una recuperación más eficiente durante el proceso de precipitación. Se observó que la adición de glucosa no modificó significativamente el rendimiento de dextrano (Tabla1). Los valores reportados aquí, se encuentran dentro del rango dentro de lo reportado por otros autores (3 a 32 g L⁻¹) quienes también señalan

que los rendimientos pueden variar al modificar la temperatura y el pH de la fermentación^(1,4).

Tabla 1. Porcentaje del rendimiento en la producción de dextrano por cada 100ml de medio.

Rendimiento dextrano (g/L)	
Sacarosa-Glucosa 12%	Sacarosa 10%
6.33±0.01825	6.29 ±0.4343

Conclusiones. En este estudio no se presentaron diferencias significativas cuando *L. mesenteroides* creció en glucosa o sacarosa como fuente de carbono. Cabe destacar que las condiciones óptimas para la producción de dextrano fueron 16h a 28°C.

Agradecimiento. Los autores agradecen al CONACyT-Cátedras y al proyecto SIP-IPN No.20231779

Bibliografía.

1. Yáñez-Fernández J, Herrera Ovando MG, Patlán Ramírez L, Ramírez-Sotelo G, Guarín CA, Castro-Rodríguez DC. 2021 Factorial Design to Optimize Dextran Production by the Native Strain *Leuconostoc mesenteroides SF3*. ACS Omega. 23;6(46):31203–10.
2. Zhao Y, Jalili S. 2022. Dextran, as a biological macromolecule for the development of bioactive wound dressing materials: A review of recent progress and future perspectives. Vol. 207, International Journal of Biological Macromolecules. Elsevier B.V.; p. 666–82.
3. Castro-Rodríguez, D., Hernández-Sánchez, H., Yáñez-Fernández, J., 2019. Structural characterization and rheological properties of dextran produced by native strains isolated of *Agave salmiana*. Food Hydrocoll. 90.
4. Behravan J, Fazly Bazzaz BS, Salimi Z. 2003. Optimization of dextran production by *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-512 using cheap and local sources of carbohydrate and nitrogen. Biotechnol Appl Biochem.1;38(3):267

ACOPLAMIENTO DEL MODELO DE GOMPERTZ CON LOS MODELOS DE PIRT Y DE LUEDEKING – PIRET PARA LA SIMULACIÓN DE BIOPROCESOS

Celli Martin*^a y Saucedo-Castañeda Gerardo*^b

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, ^a Departamento de Matemáticas y ^b Departamento de Biotecnología, Av San Rafael Atlixco 186, Ciudad de México, CP 09310.

*Responsables del trabajo: cell@xanum.uam.mx; saucedo@xanum.uam.mx

Palabras clave: Modelos de Gompertz, Pirt, Luedeking-Piret

Introducción. Se han reportado modelos para describir el crecimiento microbiano, el consumo de sustrato y la formación de productos [1, 2, 3]. Se acopló e integró el modelo logístico con los modelos de Pirt (consumo de sustrato) y de Luedeking-Piret (formación de producto). El modelo logístico presenta simetría en el punto de inflexión, aplicable a bioprocesos simétricos en este sentido. Por otra parte el modelo de Gompertz, no es simétrico en el punto de inflexión, esto podría ayudar a simular bioprocesos cuya fase de aceleración de crecimiento es muy rápida mientras que la de desaceleración es lenta. En este trabajo se desarrolló y validó el acoplamiento del modelo de Gompertz, con los modelos de Pirt y de Luedeking y Piret.

Desarrollo del modelo matemático y metodología.

En este trabajo se usa el modelo de Gompertz para describir el crecimiento microbiano (1 y 2):

$$\frac{dX}{dt} = k X \ln \left[\frac{X_{max}}{X} \right] \text{ y } X = X_{max} \exp(-b \exp(-k t))$$

El modelo de Pirt describe el consumo de sustrato asociado al crecimiento y al mantenimiento:

$$-\frac{dS}{dt} = \left[\frac{1}{Y_{x/s}} \right] \frac{dX}{dt} + m X \text{ (3)}, \text{ mientras que el modelo de}$$

Luedeking y Piret describe la formación de producto asociado y no asociado al crecimiento

$$\frac{dP}{dt} = \alpha \frac{dX}{dt} + \beta X \text{ (4)}$$

La ecuación 3 se expresa: $-\frac{dS}{dt} - \left[\frac{1}{Y_{x/s}} \right] \frac{dX}{dt} = m X \text{ (5)}$

De la ecuación 1 se despeja X y se sustituye en 5

$$-\frac{dS}{dt} - \left[\frac{1}{Y_{x/s}} \right] \frac{dX}{dt} = m X = \left[\frac{m}{k} \right] \frac{\frac{dX}{dt}}{\ln \left[\frac{X_{max}}{X} \right]} \text{ (6)}$$

Se elimina dt, se integra entre límites y reorganizando resulta:

$$S = S_0 - \left[\frac{1}{Y_{x/s}} \right] (X - X_0) - \left[\frac{m X_{max}}{k} \right] \left[li \left(\frac{X_0}{X_{max}} \right) - li \left(\frac{X}{X_{max}} \right) \right] \text{ (7)}$$

Para la formación de producto y siguiendo una metodología similar se llega a:

$$P = P_0 + \alpha (X - X_0) + \left[\frac{\beta X_{max}}{k} \right] \left[li \left(\frac{X_0}{X_{max}} \right) - li \left(\frac{X}{X_{max}} \right) \right] \text{ (8)}$$

Los modelos se validaron con datos de una fermentación láctica.

Resultados. En las figuras 1 y 2 se aprecia que el modelo describe muy de cerca el comportamiento de los datos experimentales. El contar con modelo

cinéticos es fundamental para el diseño de reactores biológicos. En el modelo aparece una función denominada logaritmo integral (li) que se define como $li(x) = \int_0^x \frac{du}{\ln(u)}$ y es evaluada numéricamente con el software Maxima (<https://maxima.sourceforge.io>) con la mayor precisión posible. La función del logaritmo integral es aplicada en física y teoría de números [4].

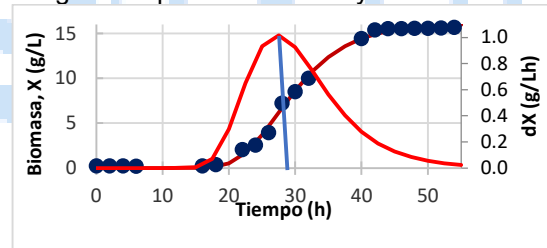


Fig. 1. Simulación del crecimiento microbiano para una fermentación láctica con el modelo propuesto.

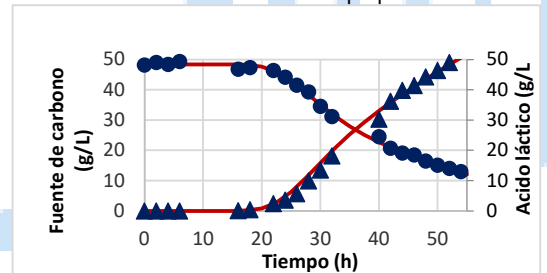


Fig. 2. Simulación del consumo de sustrato y formación de ácido láctico en una fermentación láctica con el modelo propuesto.

Conclusiones. Hasta donde sabemos es la primera vez que se reporta el acoplamiento del modelo de Gompertz, con el de Pirt y Luedeking-Piret para modelar bioprocesos, con muy buenos resultados predictivos. La función del logaritmo integral (li) tiene un potencial de aplicación en bioprocesos.

Bibliografía.

- 1.- Soto-Cruz O, Favela-Torres E, Saucedo-Castaneda G.(2002) . *Biotech Prog.* **18** (2):193-200.
- 2.- Viniestra-González G., Favela-Torres E., Aguilar C.N., Romero-Gómez S., Díaz G., Augur C. (2003) *Biochem Eng J.* **13** 157-167.
- 3.- Martínez-Ramírez C., Esquivel C., Ferrera-Serrato D., Martínez-Ruiz. A., Rodríguez-Serrano G., Saucedo-Castañeda G. (2021) *Bioprocess & Biosys Eng.* doi.org/10.1007/s00449-021-02537-3
- 4.- Gradshteyn S. & I. Ryzhik M. (2014) *Table of Integrals, Series, and Products.* Academic Press. Octava edición.

MODELAMIENTO DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE ACIDO LACTICO DE BACTERIAS LÁCTICAS USANDO EL MODELO DE GOMPERTZ Y LUEDEKING-PIRET

Domínguez-Gutiérrez G. A.^a, Celli Martin^{*b}, Rodríguez-Serrano G.^{*a} y Saucedo-Castañeda G.^{*a},
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, ^a Departamento de Biotecnología y
^b Departamento de Matemáticas, Av. San Rafael Atlixco 186, Ciudad de México, CP 09310.
^{*}Responsables del trabajo: celli@xanum.uam.mx; gmsr@xanum.uam.mx; saucedo@xanum.uam.mx

Palabras clave: Modelamiento, bacterias lácticas, modelo de Gompertz y Luedeking - Piret

Introducción. Las bacterias ácido lácticas (BAL) empleadas en la industria alimentaria [1], son conocidas por su capacidad de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas y hongos micotoxigénicos. Es importante contar con información confiable sobre las cinéticas del cultivo de BAL [2], que son agentes potenciales del control biológico de microorganismos nocivos. Este estudio tuvo como objetivo modelar el crecimiento de BAL y la producción de ácido láctico acoplando el modelo de Gompertz y Luedeking - Piret.

Metodología y desarrollo del modelo. Se cultivó la cepa de *Lactiplantibacillus plantarum* MZ809351 (B31). La cepa fue cultivada con (g/L): glucosa (20), extracto de levadura (5) y sales, todo diluido en extracto acuoso de germen de malta. La biomasa (X) se determinó por gravimetría y el ácido láctico (AL) por HPLC. En este trabajo se usó el modelo de Gompertz (ec 1 y 2) para describir el crecimiento celular:

$$\frac{dX}{dt} = k X \ln \left[\frac{X_{max}}{X} \right] \quad (1)$$

$$X = X_{max} \exp(-b \exp(-kt)) \quad (2)$$

y el modelo de Luedeking - Piret para el AL:

$$\frac{dP}{dt} = \alpha \frac{dX}{dt} + \beta X \quad (3), \text{ la cual también se expresa como:}$$

$$\frac{dP}{dt} - \alpha \frac{dX}{dt} = \beta X \quad (4)$$

De la ecuación 1 se despeja X y se sustituye en 4

$$\frac{dP}{dt} - \alpha \frac{dX}{dt} = \beta X = \left[\frac{\beta}{k} \right] \frac{\frac{dX}{dt}}{\ln \left[\frac{X_{max}}{X} \right]} \quad (5)$$

Se elimina dt , se integra entre límites y reorganizando se obtiene:

$$P = P_0 + \alpha (X - X_0) + \left[\frac{\beta X_{max}}{k} \right] \left[li \left(\frac{X_0}{X_{max}} \right) - li \left(\frac{X}{X_{max}} \right) \right] \quad (6)$$

Los parámetros de la ecuación de Gompertz (2) se estiman con la subrutina Solver y los de la ecuación 6 con una regresión multilínea, ambas contenidas en Excel. En la solución de las ecuaciones aparece la función logaritmo integral (li) que se define como $li(x) = \int_0^x \frac{du}{\ln(u)}$ que se evaluó numéricamente con el software Maxima (<https://maxima.sourceforge.io>) con la mayor precisión posible [3].

Resultados. La función del logaritmo integral es aplicada en física y teoría de números, ahora en bioprocesos. En las figuras 1 y 2 se aprecia que el modelo describe de cerca la tendencia de los datos.

Las líneas verticales indican el punto de inflexión. Las fases de aceleración del crecimiento y producción de AL son rápidas mientras que las fases de desaceleración son lentas. El modelo en su conjunto, simula correctamente esta característica y a su vez permite definir ecuaciones cinéticas confiables.

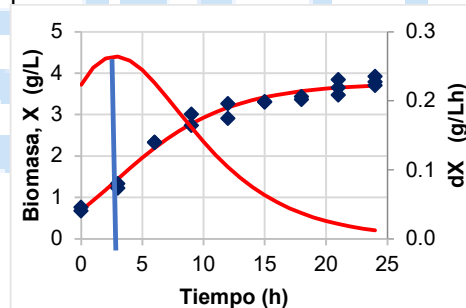


Fig.1 Simulación del crecimiento de *L. plantarum* MZ809351 (B31).

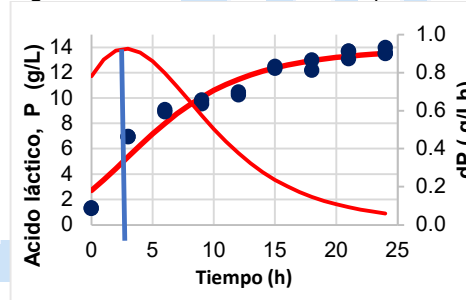


Fig.2 Simulación de la producción de ácido láctico de *L. plantarum* MZ809351 (B31).

Conclusiones. El modelo desarrollado tiene un potencial para evaluar cuantitativamente bioprocesos, siendo una herramienta útil para la toma de decisiones.

Agradecimiento. Al CONACYT, México por la beca 868699 (GADG) y por el proyecto ANGELICA 273656 apoyado en colaboración con l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), Francia.

Bibliografía.

1. Liu, W., Pang, H., Zhang, H., & Cai, Y., (2014). Biodiversity of Lactic Acid Bacteria. En: *Lactic Acid Bacteria*. Zhang H., Cai Y. (eds), Springer, Países Bajos, (pp. 2-148).
2. Soto-Cruz O, Favela-Torres E, Saucedo-Castaneda G.(2002). *Biotech Prog.* **18** (2):193-200.
3. Gradshteyn S. & I. Ryzhik M. (2014). Table of Integrals, Series, and Products. Academic Press. Octava edición.

PRODUCCION DE CELULOSA MICROCRISTALINA PROVENIENTE DE LA MICROALGA *Chlorella sorokiniana* CULTIVADA EN REACTORES DE BAJO COSTO

Mael Sebastián Cantú Martínez, UANL, Facultad de Ciencias Químicas, Laboratorio de Biotecnología. Julio Cesar Beltrán Rocha, UANL, Facultad de Agronomía. Julio Silva Mendoza, UANL, Facultad de Ciencias Químicas, Laboratorio de Biotecnología. Alonso Alberto Orozco Flores, UANL, Facultad de Ciencias Biológicas. Gustavo Raúl Reyna Martínez, UANL, Facultad de Ciencias Químicas. gustavo.reynamr@uanl.edu.mx

Palabras clave: Chlorella, celulosa, microcristalina

Introducción. Dentro de los biomateriales encontramos la Celulosa microcristalina (CMC) que se obtiene de la hidrólisis ácida de la celulosa. Esta posee alta resistencia mecánica, renovabilidad, biodegradabilidad y biocompatibilidad, por lo que tiene aplicaciones en farmacéutica, cosméticos y alimentos. Sus características dependen de su fuente y método de extracción. Su caracterización se realiza usando FTIR, DRX y microscopía electrónica (1). Por su parte, *Chlorella* es una microalga con alta tasa de reproducción y fácilmente cultivable (2), que puede producir entre 10-47% de su peso seco en celulosa (3). El objetivo de este estudio consistió de producir CMC a partir de *Chlorella sorokiniana* utilizando reactores de bajo costo.

Metodología. Se cultivó *C. sorokiniana* en reactores de 1.5 L de capacidad que contenían 900 mL de medio de cultivo, e inoculados con 100 mL de un cultivo en fase exponencial (fig. 1) y se mantuvieron a 27 °C, con 4500 luxes, luz 16:8 y aireación de 0.1-0.5 vvm durante 35 días, la biomasa se recolectó y se liofilizó. Para la extracción de CMC se usó H₂O₂ (30%), H₂SO₄ y autoclave (Chávez-Guerrero et al., 2022), con lo que se obtuvo un pellet blanco. La concentración de CMC se determinó usando el método de DNS para azúcares reductores usando celulasas para la digestión. El análisis de la estructura de CMC se llevó a cabo mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), FT-IR y DRX.

Resultados. Se logró obtener un promedio de 1.23 g/L de biomasa seca de *C. sorokiniana*. La prueba de azúcares reductores arrojó un 9 ± 0.67% de celulosa respecto a dicha biomasa. Mediante el uso del MEB (fig 2) se observan las muestras de CMC, presentando fibras finas y alineadas. En la Figura 3 se observan el FT-IR donde se observan picos en 3395 cm⁻¹ (O-H), 2922 cm⁻¹ (CH₂), 1682 cm⁻¹ (C=O) y 1100 cm⁻¹ característica vibración del grupo C-O-C. En la figura 4 se observa el DRX que muestra picos característicos encontrados en la estructura de la CMC a 15, 24 y 34 grados.



Fig. 1. Biorreactores de bajo costo inoculados con *C. sorokiniana*

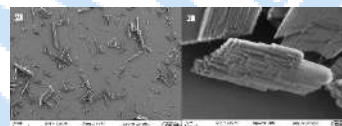


Fig. 2. CMC observada mediante MEB A) 200 X B) 8000 X

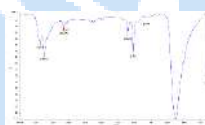


Fig. 3. FT-IR de la Celulosa Microcristalina

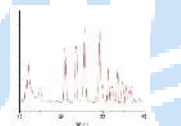


Fig. 4. DRX de la Celulosa Microcristalina

Conclusiones. Se produjo 1.23 g/L de biomasa con la cual se extrajo CMC con un 9% de rendimiento. La MCC presentó forma de barras largas y delgadas. Los resultados sugieren la presencia de contaminantes (amina).

Agradecimiento. A CONACYT y a la UANL por el apoyo brindado.

Bibliografía.

1. Djalal Trache, M. Hazwan Hussin, Caryn Tan Hui Chui, Sumiyah Sabar, M.R. Nurul Fazita, Owolabi F.A. Taiwo, T.M. Hassan, M.K. Mohamad Haafiz. 2016. *Int J of Biological Macromolecules*. 93, 789-804. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.09.056>.
2. Masojídek, J., & Torzillo, G. (2008). *Encyclopedia of Ecology*, 5, 2226–2235. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00830-2>
3. Zanchetta, E., Damergi, E., Patel, B., Borgmeyer, T., Pick, H., Pulgarin, A., & Ludwig, C. 2021. *Algal Research*, 102288. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102288>
4. Chávez-Guerrero, L., Toxqui-Terán, A., & Pérez-Camacho, O. 2022. *J Appl Phycology*. 3, 637–645. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02643-5>

ESTUDIO DE ULTRAFILTRACIÓN TANGENCIAL DE LISADOS MECÁNICOS DE *E. COLI* PARA LA RECUPERACIÓN DE PLÁSMIDO

Jennifer Selena Ramírez-Puerta^a, Patricia Guerrero-Germán^a, Armando Lucero-Acuña^a, Jaime Ortega-López^b, Armando Tejeda-Mansir^c. ^a Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora. 83000.

^b Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV, Ciudad de México.0736. a214212213@unison.mx

Palabras clave: ultrafiltración tangencial; filtración de lecho profundo; lisis mecánica.

Introducción. La rápida evolución de las vacunas de ADN plasmídico (ADNp) y terapia génica ha incrementado el interés en producir grandes cantidades de ADNp grado farmacéutico (1). La primera etapa del bioproceso, después de la fermentación es la lisis de la *Escherichia coli* hospedera del ADNp. Al realizar la lisis alcalina en (*E.coli*), se producen flóculos y precipitados, que es necesario eliminar para obtener un lisado clarificado (2). Típicamente esta clarificación se realiza por centrifugación, también se ha estudiado la filtración de lecho profundo (3). Otro método probado para la clarificación de lisados alcalinos es la ultrafiltración tangencial. Recientemente se han utilizado métodos mecánicos de ruptura celular para obtener un lisado sin la utilización de agentes químicos (4). Un lisado mecánico por molienda con perlas contiene entre los contaminantes ADN genómico (ADNg), restos celulares y perlas. En esta investigación se estudió la clarificación de un lisado mecánico para eliminar los contaminantes, que son de distintos tamaños a los contaminantes de un lisado alcalino, mediante filtración de lecho profundo y ultrafiltración tangencial.

Metodología. La cepa *E. coli* DH5 α hospedera del plásmido pVAX1-NH36 se propagó en medio de cultivo TB se suplementó con 0.05 g/L de kanamicina. El cultivo se realizó a 37°C y 300 rpm por 12 horas. La biomasa obtenida por centrifugación (Biofuge Stratos) se sometió una parte a lisis mecánica y la otra a lisis alcalina. Para realizar la lisis mecánica se utilizó un molino mezclador (Retsch) y perlas de zirconio (200 y 400 μ m). La velocidad de agitación fue de 30 Hz y el tiempo de molienda fue de 4 minutos por muestra. La lisis alcalina se realizó mediante un tratamiento reportado por Diogo et al. (5) y se clarificó mediante centrifugación. El lisado mecánico se clarificó por filtración de lecho profundo con un filtro de 1.2 μ m. Posteriormente en el equipo KrosFlo Research II de ultrafiltración de flujo tangencial (UFT) con una membrana de 750 kDa se diafiltró el lisado mecánico clarificado, en cada etapa de lavado se agregó al retenido un volumen de buffer Tris 10 mM igual al

volumen permeado. Se analizó la calidad del ADNp en los permeados y retenidos de cada lavado, mediante análisis electroforéticos y cromatográficos.

Resultados.



Fig. 1. Electroforesis de permeados (P) y retenidos (R) en la diafiltración por UFT.

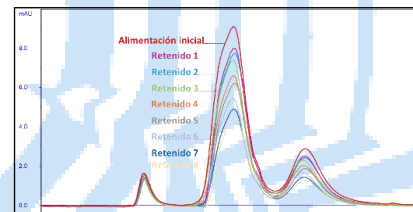


Fig. 2. Cromatogramas de muestras de retenidos tomados en cada volumen de lavado en la diafiltración por UFT.

Conclusiones. Se verificó que en la UFT el ADNp se mantiene en los volúmenes de retenido, no logró transitar al permeado, posiblemente por la formación de una capa con fragmentos de ADNg en la membrana de UFT, también se logró una disminución de impurezas, fluyendo éstas al permeado.

Agradecimiento. Agradezco a Conacyt por la beca otorgada durante esta investigación.

Bibliografía.

- Liu, M. (2019). *Vaccines (Basel)*. Vol.(2): 37.
- Prazeres, D., Monteiro, G., Ferreira, G., Diogo, M., Ribeiro, S., & Cabral, J. (2001). *Biotechnology Annual Review*, Vol. (7): 1-30.
- Padilla, A., Guerrero, P., & Tejeda, A. (2015). *Bioprocess and Biosystems Engineering*, Vol. (38):1091–1096.
- Padilla, A., Lucero, J. A., Guerrero, P., Ortega, J., & Tejeda, A. (2018). *Applied Science*. Vol. (8):30.
- Diogo, M., Queiroz, J., Prazeres, D. (2003). *J. Chromatography A*. Vol. (998): 109–117.

PRODUCCIÓN DE ÁCIDO KÓJICO POR FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO A PARTIR DE SORGO POR *Aspergillus oryzae*

Santos Soto Hernández, Edith Oliva Cuevas Rodríguez, Erika Yudit Rios Iribe, Oscar Martín Hernández Calderón, Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, 80013, omhc@uas.edu.mx.

Palabras clave: Sorgo, *Aspergillus oryzae*, ácido kójico

Introducción. El sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench] es un cereal de bajo costo y tiene la capacidad de crecer en terrenos poco fértiles. El estado de Sinaloa ocupa el tercer lugar como mayor productor de sorgo en México [1], lo que incentiva el desarrollo de procesos para aumentar su valor comercial, tal como la producción de metabolitos de interés industrial. La Fermentación en Estado Sólido (FES) es el crecimiento de microorganismos en ausencia de agua libre, utilizando principalmente los granos de cereales como sustratos sólidos. El hongo *Aspergillus oryzae*, es utilizado ampliamente en FES, y es el microorganismo responsable de la síntesis del metabolito Ácido Kójico (AK), el cual tiene importantes aplicaciones en la industria alimentaria, química, médica, agricultura y cosmética [2]. Además, dado su origen natural, se garantiza su biodegradación, volviéndolo un precursor atractivo para el desarrollo de otros compuestos biológicamente activos vía derivatización [3].

El objetivo de este proyecto es establecer un bioproceso para la producción de AK a partir de la FES de grano de sorgo rojo con *A. oryzae*, así como su bioseparación.

Metodología. Se limpió, remojó y coció el grano de sorgo durante 15 min a 120 °C para realizar la FES con *A. oryzae* en una concentración de 1 g de *A. oryzae*/ 1 kg de grano de sorgo seco. El producto obtenido a las 48 h denominado "koji", se utilizó para inocular una subsecuente FES con una relación 1:1 de koji:sorgo cocido, y adicionando 1 mL de glucosa a 150 g/L cada 24 h durante 120 h a 28 °C. Cada 24 h de la FES, se realizó una extracción acuosa sólido-líquido a 70 °C durante 60 min y al extracto obtenido se le midió °Bx, azúcares reductores (AR) y fenoles totales (FT). La cuantificación de AK se realizó en 10 mL del extracto por extracción líquido-líquido con acetato de etilo, obteniendo como producto una fase orgánica que contiene de manera solubilizada la mayor proporción de AK. El solvente se separó por roto evaporación a presión reducida (0.09 MPa) y se obtuvo el AK purificado, el cual, se resuspendió en 3 mL de agua

destilada y se cuantificó por espectrofotometría a 500 nm, usando solución de FeCl₃ al 1% [4].

Resultados. Bajo las condiciones de estudio, se produjo la máxima cantidad a 96 h de 5.13 g/L de AK en base a 30 g de sorgo seco, lo que es un valor mayor comparado con la concentración de 0.119 g/L reportado por Chavez-García y col. [5] quienes realizaron una fermentación en medio líquido y utilizaron residuos de frutas como fuente de carbono. En la Tabla 1 se puede observar que durante la FES, los FT se incrementan a la par de la producción del AK, y ambos compuestos disminuyen su concentración a las 120 h del bioproceso.

Tabla 1. Datos de la fermentación por *Aspergillus oryzae*.

Tiempo (h)	AR (g/L)	°Bx	FT (g/L)	AK (g/L)
24	0.94	3.00	0.53	0.19
48	0.76	5.32	4.10	2.13
72	0.50	6.52	8.06	4.37
96	0.44	7.52	10.68	5.13
120	0.43	7.80	7.79	3.37

Conclusiones. El sorgo rojo es un cereal con un alto potencial biotecnológico para utilizarlo como sustrato del hongo *A. oryzae*; sin embargo, es necesario establecer mejores pretratamientos sobre el sorgo rojo para maximizar la biodisponibilidad de los nutrientes, optimizar las condiciones de la FES, y con ello garantizar una mayor producción de AK.

Agradecimiento. Este estudio fue financiado por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI 2022), con folio FOLIO PRO_A8_007.

Bibliografía.

- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2022, http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do.
- Mohamad, R., Mohamed, M. S., Suhaili, N., Salleh, M. M., & Ariff, A. B., 2010, *BMBR*, Vol. 5, No. 2, p. 24-37.
- Saeedi, M., Eslamifar, M., & Khezri, K., 2019, *Biomed. Pharmacother.*, Vol. 110, No. 1, p. 582-593.
- Bentley, R., 1957, *Meth. Enzymol.*, Vol. 3, No. 41, p. 238-241.
- M. Chávez García, S. González Morales, A. V. Charles Rodríguez, A. Robledo Olivo, 2018, *Journal CIM*, Vol. 6, No. 1, p. 1711-1716.

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA DE GUAYABA (*Psidium guajava*) CON UNA LEVADURA *Kluyveromyces marxianus*

Humberto Alonso Vilchis Esquivel, Cynthia Isabel Santiago Barajas, Carlos Rubén Sosa Aguirre, David García Hernández, Alfredo Saavedra Molina, Jesús Campos García, Jorge Arturo Mejía Barajas, Universidad Tecnológica de Morelia, Ingeniería en Biotecnología, Morelia, Michoacán, México, 58200, jorge.mejia@ut-morelia.edu.mx

Guayaba, fermentación, Kluyveromyces

Introducción. La producción mundial de guayaba (*Psidium guajava* L.) es de alrededor de 1.2 millones de toneladas, en donde México aporta el 25% (1). Debido a que esta fruta presenta una corta vida de anaquel y es altamente perecedera, un alto porcentaje es desechado (2). Actualmente existen antecedentes en la utilización de este fruto para la producción de bebidas alcohólicas que van de 4 a 10% de alcohol (3), utilizando como microorganismo fermentador levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, sin embargo, no existen estudios previos para tal proceso utilizando levaduras del género *Kluyveromyces marxianus*.

El objetivo del presente trabajo fue realizar la fermentación alcohólica de guayaba mediante el uso de una levadura *K. marxianus* aislada de una fermentación espontánea.

Metodología. Como materia prima se utilizó guayaba obtenida de la región. Las fermentaciones se llevaron a cabo utilizando el jugo con y sin una hidrólisis enzimática. Para la eliminación de fibra y material insoluble se realizaron ciclos de esterilización y filtración previo a la fermentación. Los jugos fueron ajustados de 1 a 14°Brix e inoculados con una levadura *K. marxianus* previamente aislada e identificada. Para la comparación se utilizó una levadura *S. cerevisiae* comercial (Ethanol Red®). La fermentación fue monitoreada mediante la prueba de DNS, mientras que los tipos de azúcares y concentración de etanol fueron determinados por HPLC. La cantidad de metanol se evaluó por cromatografía de gases.

Resultados.

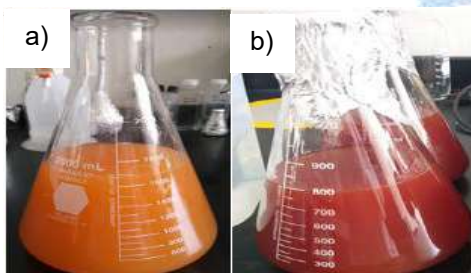


Fig. 1. Jugo de guayaba sin (a) y con hidrólisis enzimática (b).

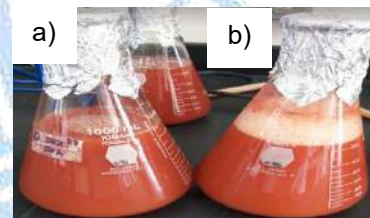
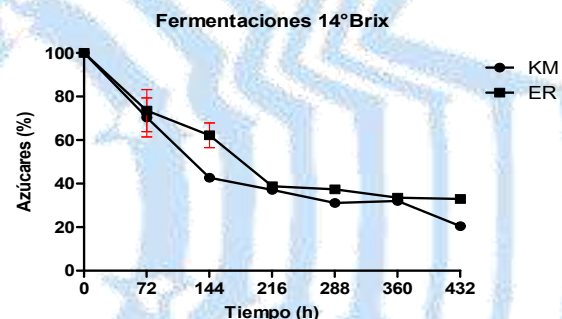


Fig. 2. Jugo de guayaba en fermentación con *S. cerevisiae* (a) y *K. marxianus* (b).



Gráfica 1. Cinética de consumo de azúcares. *K. marxianus* (KM) y *S. cerevisiae* Ethanol Red® (ER).

Tabla 1. Concentración de etanol determinada por HPLC en las fermentaciones de 14°Brix.

Muestra	Etanol (%)
<i>K. marxianus</i>	4.374
Ethanol Red®	0.449

Conclusion. La fermentación de guayaba mediante la levadura *K. marxianus* empleada, es una alternativa viable para el uso de esta fruta.

Agradecimiento. Se agradece el apoyo recibido de la Universidad Tecnológica de Morelia, Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán, así como del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación de Michoacán.

Bibliografía.

- Yam Tzec A, Villaseñor Perea J, Romantchik Kriuchkova C, Soto Escobar E, & Peña Peralta M. (2010). *Rev Cie Téc Agr.* 19:74-82.
- Moreno M., Zampini C, Catiana & Costamagna. (2014). *FNS.* 05:725-732.
- Nikhanj P, & Kocher G. (2015). *CRNFSJ.* 11(4):1458-1463.

EFFECTO DE LA FERMENTACIÓN ÁCIDO-LÁCTICA SOBRE LA LIBERACIÓN DE AMINOÁCIDOS A PARTIR DE PUPAS DE MOSCA (*Hermetia illucens*)

Héctor A. Martín-López, Iván E. Herrera-Pool, Teresa Ayora-Talavera, Juan C. Cuevas-Bernardino, Ana L. Ramos-Díaz, Sara E. Herrera-Rodríguez, Neith A. Pacheco-López

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Subsele Sureste, Parque Científico Tecnológico de Yucatán, Mérida, Yucatán, 97302, México.

npacheco@ciatej.mx

Palabras clave: Fermentación ácido-láctica, mosca soldado negro, aminoácidos

Introducción. Las pupas de *Hermetia illucens* son una importante fuente de proteínas con potencial aplicación en la formulación de alimentos dirigidos a la nutrición animal [1]. La fermentación con bacterias ácido-lácticas (BAL) es una estrategia biotecnológica de bioconversión de materia orgánica que puede emplearse para la recuperación de aminoácidos libres y la elaboración de productos alimenticios de alto valor agregado; además, este proceso permite la recuperación de otros compuestos de interés industrial [2]. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fermentación empleando BAL sobre la liberación de aminoácidos de las proteínas de pupas de *H. illucens*.

Metodología. Las pupas de mosca se pulverizaron y fermentaron empleando una BAL, *Enterococcus faecium*. Se evaluó la liberación de aminoácidos a diferentes tiempos de la fermentación (0 a 168 h). Los aminoácidos fueron derivatizados empleando cloruro de fluorenilmetiloxicarbonil (FMOCCl) y cuantificados mediante cromatografía líquida de ultra alta eficiencia acoplada a un detector de espectrometría de masas (UPLC-ESI-MS/MS) mediante monitoreo de reacciones múltiples (MRM) [3].

Resultados. La fermentación produjo un incremento sobre el contenido de algunos aminoácidos, principalmente ácido γ -aminobutírico, lo anterior sugiere que *E. faecium* tiene la capacidad de producir enzimas proteolíticas que actúan sobre las proteínas de las pupas de *H. illucens* (Figura 1).

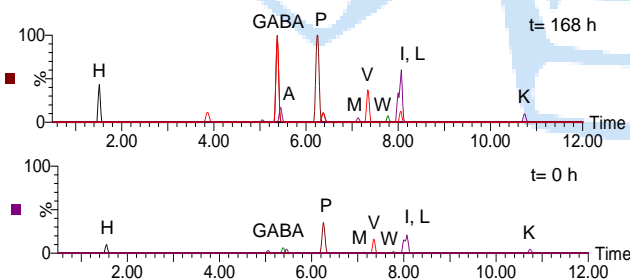


Fig. 1. Perfil de aminoácidos al tiempo inicial (0 h) y tiempo final (168 h) de la fermentación ácido-láctica.

En la Tabla 1 se muestra el contenido de aminoácidos al inicio (t=0 h) y final (t=168 h) del proceso de fermentación. Se observó la liberación de aminoácidos de importancia nutricional como lisina, treonina, triptófano y metionina, este último suele ser producido por síntesis química para dicho fin [4].

Tabla 1. Contenido de aminoácidos tras el proceso fermentativo empleando *Enterococcus faecium*.

Aminoácido	Ci (ppm)		Cf (ppm)	
Ala (A)	524.92	± 31.63	2038.82	± 198.91
Cys (C)	2.29	± 0.16	6.77	± 0.57
Gly (G)	36.48	± 4.64	44.38	± 8.71
His (H)	47.61	± 5.19	157.75	± 38.93
Ile (I)	213.21	± 6.27	463.55	± 159.67
Leu (L)	284.53	± 15.76	854.38	± 112.65
Lys (K)	187.93	± 16.44	405.38	± 26.92
Met (M)	29.64	± 3.76	144.45	± 16.19
Phe (F)	122.60	± 5.66	143.27	± 1.09
Pro (P)	156.85	± 11.90	515.42	± 48.68
Trp (W)	55.20	± 5.58	231.21	± 14.75
GABA	176.58	± 19.07	2959.02	± 248.43
Val (V)	334.58	± 23.86	818.20	± 33.91
Asp (D)	5.94	± 0.66	23.99	± 1.49

Ci: Concentración inicial; Cf: Concentración final; GABA: ácido gamma-aminobutírico.

Conclusiones. La fermentación empleando *E. faecium* como BAL promueve la liberación de aminoácidos empleando las pupas de mosca (*H. illucens*) como sustrato.

Agradecimientos. Al Laboratorio de Inocuidad y Trazabilidad Alimentaria del CIATEJ subsele sureste por facilitar las instalaciones para realizar este trabajo. Al CONACYT por la beca asignada al CVU 846859 para manutención.

Bibliografía.

1. Wang Y.S., Shelomi M. (2017). *Foods*. Vol 6(10): 91.
2. Cira, L.A., Huerta, S., Hall, G.M., Shirai, K. (2002). *Process Biochemistry*. Vol. 37: 1359 – 1366.
3. Wang Y., Du S., Armstrong, D.W. (2018) *Anal Bioanal Chem*. Vol 410: 4725 – 4 735.
4. Karau A, Grayson I. (2014). *Adv Biochem Eng Biotechnol*. Vol 143: 189 – 228.

EL pH INICIAL DETERMINA LA PRODUCCIÓN DE PECTINASAS POR *ASPERGILLUS FLAVIPES* EN UN BIORREACTOR AIRLIFT

Jonathan Divani Carmen Hernández¹, Isabel de la Luz Membrillo Venegas¹, Mayola García Rivero¹,
María Aurora Martínez Trujillo^{1*}, Martín Rogelio Cruz Díaz²

¹Tecnológico Nacional de México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac. Ecatepec, Estado de México, CP 55210.

*amartinez@tese.edu.mx

² Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán-Campo Uno, Av. 1º de mayo s/n Colonia Santa Ma. Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México C.P. 54740, *cdmrmartin@hotmail.com

Palabras clave: Cáscara de limón, exopectinasas, endopectinasas, oxígeno disuelto

Introducción. La cáscara de limón es un residuo agroindustrial rico en pectina, por lo que se considera un buen inductor de la producción de pectinasas por *Aspergillus flavipes* [1]. En general, las especies de *Aspergillus* pueden crecer en una amplia variedad de condiciones ambientales, que determinan el tipo y cantidad de las enzimas producidas. Para *A. flavipes* FP-500, esta producción depende de factores como el pH del medio [2] y condiciones adecuadas de aireación y mezclado del sistema [3].

El objetivo de este proyecto fue identificar el efecto del pH inicial sobre la producción de pectinasas por el hongo *Aspergillus flavipes* en un cultivo sumergido desarrollado en un biorreactor airlift con el fin de mejorar los patrones de mezclado y aireación [4].

Metodología. *Aspergillus flavipes* FP-500 se sembró en cajas con agar papa dextrosa (PDA), conservándose mediante resiembras periódicas. El medio basal contenía en g/L: K₂HPO₄, 2; KH₂PO₄, 2; y (NH₄)₂SO₄, 5. El pH del medio se ajustó a 3.0, 4.2 y 5.0, conforme al experimento que se iba a realizar. Inóculo y condiciones de cultivo. Todos los experimentos se inocularon con 1x10⁶ esporas mL⁻¹. La suspensión de esporas se recolectó de cultivos desarrollados en PDA a 37°C durante 3 días. Como fuente de carbono se utilizó la cascara de limón; la cual fue lavada y secada a 60°C durante 4 horas para después ser molida y tamizada hasta obtener un tamaño de partícula de 2-4mm. El cultivo se desarrolló en un biorreactor airlift de 2.5 L. Las muestras fueron tomadas cada 3 horas, se centrifugaron para separar la biomasa y el sustrato residual del medio de cultivo. A lo largo de la operación del cultivo se registraron valores de pH y oxígeno disuelto en el riser y corona. Se cuantificó también la actividad exopectinasa y endopectinasa [1]

Resultados.

La producción de exopectinasas comenzó a partir de las 20 h de cultivo, y a medida que el pH inicial disminuyó estas aumentaron (Fig. 1A), con la concomitante disminución de oxígeno disuelto, OD

(Fig. 1D). Respecto a la actividad de endopectinasas se aprecia que esta se produjo posterior a la actividad exo, esto alrededor de las 70 horas, presentando una máxima de actividad a las 140 horas (Fig. 1B) con una disminución en el consumo de OD. Se identificó que la mayor producción de exopectinasas fue a un pH de 4.2, mientras que la mayor producción de endopectinasas se presentó a un pH de 3.0.

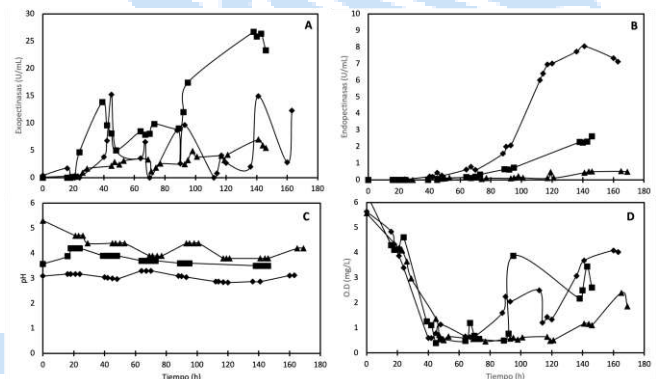


Fig. 1. Producción de exopectinasas (A); endopectinasas (B), evolución del pH (C) y del oxígeno disuelto (D) en los cultivos desarrollados en el BALTC con valores de pH inicial de 3.0 (♦), 4.2 (■) y 5.0 (▲).

Conclusiones. El pH inicial del medio influyó en el desarrollo del cultivo sumergido de *A. flavipes* en cáscara de limón, lo que se ve reflejado en los perfiles de actividad de exo y endopectinasas.

Agradecimiento. Se agradece al TecNM proyecto 10074.21-PD; y a la UNAM, proyecto PAPIME-PE104122 y Proyecto cátedra interna CI2258.

Bibliografía.

1. Wolf-Márquez et al, (2015). Applied Biochemistry and biotechnology, 177: 1201-1215.
2. Martínez-Trujillo, M. A., Aranda-Barradas, J. S., & Aguilar-Osorio, G. (2012). International J of Chemical Reactor Eng. 10: 1-21.
3. Gómez Sánchez et al, (2012). Brazilian J of Microbiology, 40:40-47
4. Chisti Y., Jáuregui-Haza U.J. (2002). Biochem Eng J. 10: 143-153.

ANÁLISIS DE LA IDENTIDAD DEL REGULADOR AbrB EN BACTERIAS DE INTERÉS INDUSTRIAL Y SU IMPORTANCIA EN FUNCIONES DE SUPERVIVENCIA

Shirley Martínez Tolibia, Miguel Ángel Villalobos López, Jorge Sánchez Andrade, Víctor Eric López y López. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional. Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala. C.P. 90700. vlopezyl@ipn.mx

Palabras clave: regulador transcripcional, análisis in silico, estado de transición

Introducción. Durante el estado de transición las bacterias activan diversos estados fisiológicos necesarios para sobrevivir en condiciones adversas. La proteína AbrB es uno de los reguladores de estado de transición mayoritariamente involucrados. Sin embargo, lo que se sabe al respecto ha sido estudiado principalmente en *Bacillus subtilis*. Reportes recientes evidencian la importancia de caracterizar proteínas tipo AbrB (AbrB-like) en diversas bacterias, principalmente en funciones de supervivencia como la respuesta a estrés oxidativo (1), activación de genes regulados por nitrógeno (2) y en la expresión de hidrogenasas en cianobacterias (3) y motilidad swarming (4) por mencionar algunas. Por ello, el objetivo de este trabajo fue la de comparar la homología entre secuencias AbrB-like de diferentes especies bacterianas y mostrar el efecto de AbrB cuando se mantiene expresado durante el crecimiento bacteriano.

Metodología. Se realizaron alineamientos en la plataforma NCBI Protein Blast, 2023 para conocer el nivel de identidad entre secuencias AbrB-like de diferentes especies bacterianas. Posteriormente, utilizando una construcción que mantiene un nivel de expresión mayor de AbrB en cepas de *B. subtilis* (inducción con IPTG), se establecieron experimentos de comparación con la cepa wild-type para evaluar funciones de supervivencia como la motilidad por dispersión (LB 0.7% agar), producción de biomasa (cinéticas de crecimiento ML) y producción de enzimas degradativas (LB+almidón+IPTG+Lugol).

Resultados. Se llevó a cabo una comparación de homología entre la secuencia reportada de AbrB y las AbrB-like encontradas en diversas bacterias (Fig.1), observando un alto grado de conservación principalmente en la región N-terminal de unión a ADN. Comparando funciones de supervivencia se observa que cuando la expresión de AbrB se mantiene, se logra potenciar fenotipos como la motilidad por dispersión, la producción de enzimas degradativas para el aprovechamiento de nutrientes y la producción de biomasa (Fig.2); sin embargo, la esporulación se ve afectada.

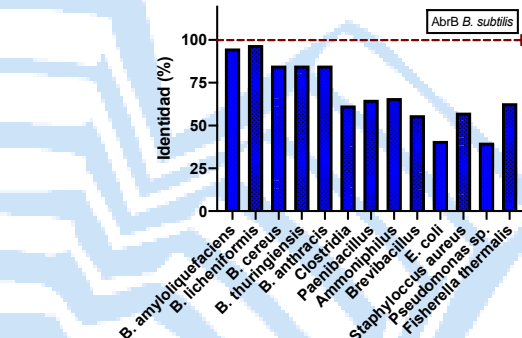


Fig. 1. Homología entre secuencias AbrB-like de diferentes bacterias con la proteína AbrB de *B. subtilis*.

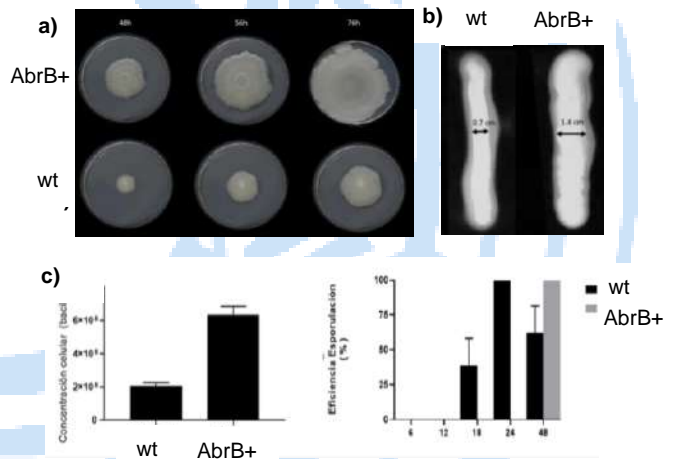


Fig. 2. Evaluación de funciones propias del estado de transición: a) motilidad, b) producción de enzimas degradativas y c) producción de biomasa (izq) y esporulación (der). Comparación entre cepas *B. subtilis* wild-type (wt) y cepas sobreexpresantes de AbrB (AbrB+).

Conclusiones. Se sugiere que AbrB es un regulador de estado conservado en bacterias y su regulación influye en la supervivencia de las células bajo condiciones de escasez, lo cual es de suma importancia desde el punto de vista en la producción industrial de diversos productos biotecnológicos.

Bibliografía.

- Dowds B. (1994) *FEMS Microbiology Lett.* 124, 255-264
- Ishii A., and Hihara Y. (2008) *Plant Physiol.* 148: 660-670.
- Oliveira P., and Lindblad P. (2008) *J. Bacteriol.* 190(3): 1011-1019.
- Hamze K., Julkowska D., Autret S., et al. (2009) *Microbiology* 155, 398-412.

LA TEMPERATURA PRE Y POST-INDUCCIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS RECOMBINANTES EN *E. coli* TERMOINDUCIBLE

Mauricio A. Trujillo-Roldán¹, Sara Restrepo-Pineda^{1,2}, Néstor O. Pérez³, Norma A. Valdez-Cruz¹

¹ Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, CP 04510. ² Noxgen Biotech SAPI de CV. Paseo de las Palmas 1 Fracc. Lomas de Cocoyoc, Atlatláhuacan, Morelos, México C.P. 628470. ³ Unidad de Investigación y Desarrollo, Probiomed SA de CV, Tenancingo, Estado de México 52400.

E-mail: maurotru@iibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: proteínas recombinantes, termoinducción, E. coli

Introducción. La termoinducción en *E. coli* se emplea comúnmente a nivel industrial para producir altas concentraciones de proteínas recombinantes (PRs), evitando la adición de inductores químicos, minimizando así los riesgos de contaminación (1,2). El sistema de termoinducción está integrado por los promotores pL/pR y el represor termolábil cI857 (derivados del bacteriófago λ) (1,2). La termoinducción *per se* favorece la formación de Cuerpos de Inclusión (CI) a través de la sobreproducción de PR. En este trabajo describimos como la temperatura (pre- y post-inducción) afectan el metabolismo y la fisiología de *E. coli*, la sobreproducción de la PR y la arquitectura de los cuerpos de inclusión (CI).

Metodología Se realizaron cultivos de la cepa *E. coli* W3110 productora del rhuGM-CSF en biorreactores de 1.2 L con 0.8 L de medio mínimo (17.5 g/L de glucosa) a dos temperaturas de pre-inducción (30°C vs 34°C) (2) y dos de post-inducción (39 °C y 42°C) (3). Se cuantificó el consumo de glucosa en un YSI 2900 y la acumulación de ácidos orgánicos por HPLC (2,3). Se separaron y purificaron los CI para determinar cambios en los niveles de expresión del rHuGM-CSF y las chaperonas DnaK/J, GroEL/ES por SDS-PAGE y Western blot. Para la caracterización estructural de los CI, se utilizó espectroscopía infrarroja FTIR-ATR, unión a tioflavina-T, digestión con proteínaasa K y solubilización con cloruro de guanidinio (GndCl) (2,3).

Resultados. Los cultivos de *E. coli* recombinantes que crecieron a 34 °C mostraron un aumento de ~ 69 % en la velocidad específica de crecimiento en comparación con cultivos crecidos a 30 °C. La cantidad de PR en los IB fue significativamente mayor en los cultivos a 34 °C. Las chaperonas (DnaK y GroEL) se asociaron con CIs y sus co-chaperones (DnaJ y GroES) normalmente con la proteína soluble. Finalmente, los IB de cultivos que crecieron a 34 °C tenían un menor contenido de estructura tipo amiloide y eran más sensibles a

degradación proteolítica que los IB obtenidos de cultivos a 30 °C.

Por otra parte cambios tan pequeños como 3 °C en post-inducción (39°C vs 42°C) favorecen la síntesis de biomasa a 39°C, pero limitan la producción de la PR comparándolo con 42°C. A su vez, los CI formados a 42°C eran menos propensos a la degradación y presentaban menos estructuras de tipo amiloide, relacionado esto con una rápida formación de CI. En comparación, los CI formados lentamente a 39 °C presentaron una mayor proporción de estructuras de tipo amiloide, siendo más susceptibles a la degradación. En ambos escenarios de termoinducción, los CI fueron más resistentes a medida que aumentaba el tiempo de inducción.

Conclusiones. La temperatura de pre y post-inducción no solo afecta el metabolismo y la fisiología de *E. coli* y la producción de proteínas recombinantes, sino también las velocidades de síntesis y la arquitectura de los CI. Esto puede ser útil para desarrollar un bioproceso mejorado para producir PR terapéuticas en sistemas termoinducibles y para diseñar estrategias racionales de recuperación y purificación de proteínas, ya que la arquitectura de los IB es un factor determinante para iniciar el bioproceso posterior.

Agradecimiento. Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, UNAM IN211422, IN210822, IV201220.

Bibliografía.

- Restrepo-Pineda S, Pérez NO, Valdez-Cruz NA, Trujillo-Roldán MA (2021) *FEMS Microbiol Rev*, 45(6):fuab023.
- Restrepo-Pineda S, Sánchez-Puig N, Pérez NO, García-Hernández E, Valdez-Cruz NA, Trujillo-Roldán MA (2022) *Appl Microbiol Biotechnol*, 106(8):2883-2902.
- Restrepo-Pineda S, Rosiles-Becerril D, Vargas-Castillo AB, Ávila-Barrientos LP, Luviano A, Sánchez-Puig N, García-Hernández E, Pérez NO, Trujillo-Roldán MA, Valdez-Cruz NA (2022). *Elec J of Biotechnol* 59:94-106.

CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIANA DE TUBA GUERRERENSE A PARTIR DE *Cocos nucifera* L.

Cuauhtémoc Pineda¹, Itzel Rodríguez¹, Daysi Navez¹, Aydee Román¹, Brian Cárdenas¹, Fernando Astudillo², Gerardo Huerta¹

¹ Laboratorio de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, México, 39070. ² Programa de Biología de Sistemas y Biología Sintética, Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, México, 62209.

cuauhtemoc.pineda@hotmail.com

Palabras clave: actividad antioxidante, actividad antibacteriana, Tuba guerrerense

Introducción. La Tuba es una bebida fermentada obtenida de la palma de coco. En México se produce en Colima, Michoacán y Guerrero. Su consumo se relaciona con el buen funcionamiento del organismo debido a su composición (azúcares, aminoácidos y minerales), microbioma (bacterias ácido lácticas y ácido acéticas) y propiedades antioxidante y antibacteriana (1 y 2).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad antioxidante y antibacteriana de bacterias aisladas de Tuba Guerrerense.

Metodología. Se obtuvieron dos muestras de Tuba, una comercial y otra tradicional del municipio de Acapulco, Guerrero y se determinó la concentración de azúcares reductores y de proteína (3 y 4). Se fermentó la Tuba comercial y la tradicional en matraces con 100 mL de medio Tuba a temperatura ambiente durante 35 h con agitación constante. De cada Tuba se aislaron cepas mediante difusión de placa en agar Tuba a 30°C por 24 h. Las cepas aisladas de la Tuba comercial se utilizaron para evaluar la actividad antioxidante mediante los ensayos DPPH, ABTS y cromatografía de capa (5). Mientras que las cepas aisladas de la Tuba tradicional se utilizaron para determinar la actividad antibacteriana mediante ensayos de susceptibilidad con *E. faecalis*, *E. coli*, *P. aeruginosa* y *S. aureus*.

Resultados. La Tuba comercial presentó una concentración de azúcares y de proteína de 51.3 g/L y 0.6 g/L respectivamente. Mientras que la Tuba tradicional presentó valores menores con 35.9 g/L de azúcares y 0.23 g/L de proteína. De la Tuba comercial se aislaron 16 cepas. Los sobrenadantes de 4 cepas presentaron actividad antioxidante en los tres métodos utilizados, mientras que el resto de las cepas presentaron actividad antioxidante en por lo menos 1 método de evaluación. De la Tuba tradicional se aislaron 45 cepas. Del total de cepas aisladas, 33 inhibieron el crecimiento de *E. faecalis*, 22 a *P. aeruginosa*, 20 a *E. coli*, y sólo 4 a *S. aureus*. En la Fig. 1 se muestran las 9 cepas que mostraron actividad

antibacteriana a 3 cepas patógenas. Las cepas I83-30 e I35-20 presentaron la mayor actividad antibacteriana.

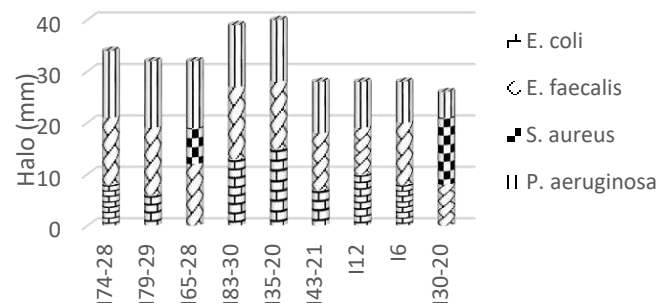


Fig. 1. Ensayo de antagonismo de cepas aisladas de Tuba tradicional y bacterias patógenas.

Conclusiones. Se determinó que la Tuba tradicional presenta menor concentración de azúcares reductores y de proteínas que la Tuba comercial. Las cepas aisladas de la Tuba comercial producen metabolitos con actividad antioxidante. Mientras que, de la Tuba tradicional se aislaron cepas con capacidad para inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, donde *S. aureus* presentó la mayor resistencia.

Agradecimiento. Los autores agradecen al Lab. de Biotecnología de la UAGro por el equipo y al financiamiento de CONACYT (CVU 557375).

Bibliografía.

- Cortázar M, Flores R. (2010). Comité editorial CIRSE. Vol (1): 43.
- Chandrasekhar K, Sreevani S, Seshapani P y Pramodhakumari J. (2012). *Int J Biol Sci*. Vol (2:1), 33–38.
- Abdel A, Mohamed A, Sara I. (2018). *MethodsX*. Vol (5), 609–612.
- Javeed A, Sheikh M, Rasy F, Nighat U. (2023). Chapter 20 – To estimate protein by Bradford assay. *Basic Life Science Methods*, Vol (20), 83–86.
- Aquiahuatl R, Perez C. (2004). Manual de prácticas de Microbiología General. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, 21–123.

DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA EN CULTIVO LOTE ALIMENTADO PARA LA SOBREPDUCCIÓN DEL BIOPLASTICO P(3HB) DE ALTO PESO MOLECULAR POR LA CEPA *phbP3+* DE *A. vinelandii*

Alessandra Barrios¹, Jessica Ruíz², Daniel Segura², Tania Castillo¹, Enrique Galindo¹ y Carlos Peña¹

Instituto de Biotecnología, Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis¹ y Departamento de Microbiología Molecular², Universidad Nacional Autónoma de México. Cuernavaca, Morelos, 62210. alessandra.barrios@ibt.unam.mx

Palabras clave: P3HB, peso molecular, *phbP3+*

Introducción. El poli-3-hidroxibutirato (P(3HB)) es un biopolímero que tiene propiedades termomecánicas similares a las de los polímeros derivados del petróleo, y se destaca por su biodegradabilidad y biocompatibilidad (1). En *Azotobacter vinelandii* se ha reportado la presencia de proteínas (phasinas) asociadas al gránulo de P(3HB), entre ellas la phasina P3. En estudios previos se ha demostrado que la sobre-expresión de la proteína *phbP3*, permite una mayor acumulación de P(3HB) de alto peso molecular (2). Por otro lado, los cultivos lote alimentados son una alternativa para obtener una alta concentración de P(3HB) con cepas de *A. vinelandii* como la cepa OPNA (3). Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue diseñar una estrategia en cultivos lote alimentado para maximizar la producción de P(3HB) de alto peso molecular con la cepa que sobre-expresa la proteína *phbP3* de *A. vinelandii*.

Metodología. Se llevó a cabo un cultivo lote alimentado de la cepa *phbP3+* de *A. vinelandii* en un biorreactor de 3 L utilizando medio Burk-Sacarosa (BS) suplementado con extracto de levadura (BSY) con una relación carbono-nitrógeno (C/N) = 18. Se uso una T = 29°C, pH = 7.2, agitación de 500 rpm (etapa lote) y 700 rpm (etapa alimentación), un volumen de llenado de 2 L y 1vvm. El primer pulso de alimentación se hizo con medio BSY, el segundo pulso se realizó con medio SEL (Sacarosa-Extracto de levadura). Se evaluó crecimiento celular, consumo de sustrato, producción y peso molecular del P(3HB), con las técnicas analíticas reportadas previamente (1,3).

Resultados. Al utilizar medio BSY con una relación C/N = 18 en la etapa lote, se observó una velocidad de consumo de sacarosa de 0.58 g L⁻¹ h⁻¹ y una producción de P(3HB) de 7 g L⁻¹ (Fig. 1 a y b). Después del primer pulso, la velocidad de consumo de sacarosa se incrementó de manera significativa (2 g L⁻¹h⁻¹), (Fig. 1a), alcanzando una concentración de P(3HB) de 17 g L⁻¹ (Fig. 1b). Después del tercer pulso de alimentación con el medio SEL se logró un máximo

de P(3HB) de 20 g L⁻¹, con un contenido celular de P(3HB) del 80 % (Fig. 1b). En todas las etapas del cultivo la producción estuvo asociada al crecimiento (Fig. 1b). Respecto a los pesos moleculares a lo largo del cultivo, rondaron entre 5,000 y 6,200 kDa, con un peso molecular máximo (48 h) de 6,117 kDa (Fig. 1c).

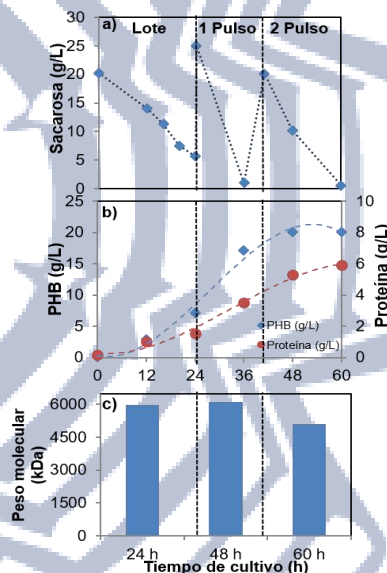


Fig. 1. Consumo de sacarosa (a), crecimiento, producción (b) y peso molecular de P(3HB) (c) en cultivo lote alimentado por la cepa *A. vinelandii* *phbP3+*.

Conclusiones. Mediante el uso de cultivos lote alimentados con medio BSY, con una relación C/N = 18 y la cepa *phbP3+*, fue posible alcanzar una concentración máxima de P(3HB) de 20 g L⁻¹. Si bien los títulos de producción son más bajos que los obtenidos previamente con la cepa OPNA, los pesos moleculares son 40 % superiores.

Agradecimiento. Apoyo financiero de PAPIIT-DGAPA de la UNAM (Proyecto BG200222).

Bibliografía

- Peña et al (2014). *Microbial Biotechnol*, 7(4), 278-293.
- Sotelo, P. (2022). *Tesis de licenciatura*, IBT – UNAM.
- Castillo et al (2017). *J Chem Technol Biotechnol*, 92: 1809-1816

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA VINÍCOLA EN MÉXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL DE SEGUNDA GENERACIÓN.

Ana Gabriela Rojas Labrada; Daniel Anzaldo Anzaldo; Luz Mariana Pérez Montoya*.

Unidad de Estudios Superiores Tultitlán, Universidad Mexiquense del Bicentenario. Programa de Maestría en Ciencias en Tecnología de Productos Biológicos. CP. 54910, luz.perez@umb.mx *

Palabras clave: orujo de uva, bioetanol, modelado matemático

Introducción. Actualmente los residuos generados por la industria vinícola en México son desechados sin recibir un tratamiento más allá del tradicional por lo que se busca tener una alternativa que permita el aprovechamiento de estos residuos generados por la industria vinícola para obtener un metabolito de alto valor agregado como lo es el bioetanol, que además de ser obtenido de una fuente que es amigable con el medio ambiente, se estaría contribuyendo con la disminución del uso de los combustibles fósiles, los cuales presentan un problema ambiental [1], [2], [3].

Metodología. Se basa en tres fases; Fase A: Acondicionamiento, así mismo se realizó la construcción de marchas analíticas y la caracterización de los residuos de uva. Fase B: Evaluación y Fermentación, en esta fase incluye la determinación de azúcares y de etanol. Fase C: Validación, construcción del modelo y la validación de datos experimentales propios y de literatura [4], [5].

Resultados. Para tener un punto de referencia se construyeron las curvas de calibración de azúcar y de etanol. Dando como resultado una r^2 para etanol de 0.9978 y para el caso de azúcar de 0.9875. En el caso del acondicionamiento del orujo de uva tinta y verde se realizaron dos técnicas: 1) Técnica de caracterización fisicoquímica realizada bajo la norma de FENOL-ÁCIDO-SULFÚRICO para la determinación de carbohidratos totales, 2) Técnica de caracterización fisicoquímica realizada bajo la normativa de ÁCIDO DINITROSALICILÍCO (DNS) para la determinación de azúcares reductores.

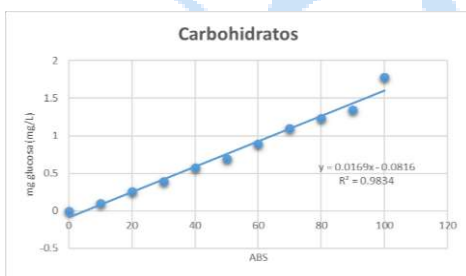


Fig. 1. Concentración de Glucosa (mg/L) contra la absorbancia (ABS). Técnica realizada bajo la normativa de FENOL-ÁCIDO-SULFÚRICO.

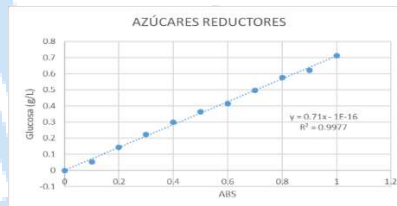


Fig. 2. Concentración de Glucosa (g/L) contra la absorbancia (ABS). Técnica realizada bajo la normativa de ÁCIDO DINITROSALICILICO (DNS).

Los resultados obtenidos de estas técnicas de caracterización para la uva verde y tinta fueron los siguientes.

Tabla 1. Caracterización de orujo de uva verde y tinta bajo las técnicas de determinación de carbohidratos totales y la determinación de azúcares reductores.

Orujo de uva	Carbohidratos Totales (g/gST)	Azúcares Reductores (g/gST)
Verde	0.61	0.59
Roja	0.56	0.47

Conclusiones. De acuerdo a los resultados obtenidos de las técnicas de caracterización del orujo de uva tinta y verde, se pudo observar que por cada gramo de orujo de uva verde se pueden obtener 61% de Carbohidratos Totales y 59% de Azúcares Reductores, mientras que para la uva tinta el 56% de Carbohidratos Totales y de Azúcares Reductores con 47%.

Agradecimiento. Sincero e infinito agradecimiento al apoyo de la Beca COMECyT con número de Folio: 2023BPC1-M42171.

Bibliografía.

[1] Amaya, D., Flores, A., Lilna, A., Aguilar, C., Sepúlveda, L., Ascacio, J., . . . Chávez, M. (2021). The wine industry as a source of valuable agro-industrial wastes. *CienciAcierta*, 12-15.
 Corbin, K., Hsieh, Y., Betts, N., Byrt, C., Henderson, M., Stork, J., . . . [2] Burton, R. (2015). Grape marc as a source of carbohydrates for bioethanol: Chemical composition, pre-treatment and saccharification. *Bioresource Technology*, Vol. 193, 76-83.
 [3] Díaz, J. A. (2018). Producción de Bioetanol a partir de Subproductos de la Industria Vitivinícola. Utilización de Orujos de Uva Blanca. *Ingeniería de Recursos Naturales Renovables*, 1-7.
 [4] Pérez, L. M. (2016). "ANÁLISIS TEÓRICO-EXPERIMENTAL DE LA RUTA METABÓLICA FERMENTATIVA. Obtenido de Análisis Teórico-Experimental de la Ruta Metabólica Fermentativa de *Saccharomyces cerevisiae* en la Obtención de Etanol.
 [5] Zhen, Y., Lee, C., Yu, C., Cheng, Y., C.W., S., Zhang, R., . . . Vandergheynst, J. (2012). Ensilage and Bioconversion of Grape Pomace into Fuel Ethanol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44.

Proceso de producción y recuperación de la cromoproteína TsPurple producida en lote alimentado de *Escherichia coli* BL21 en biorreactor.

Tania Fernanda Miranda Trejo; Silvana María Gressi Dávila; Jorge Alberto Márquez Garduño; Ana Sofía Centeno Noriega; Rigel Valentín Gómez Acata; Alberto Ordaz Cortés. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Ingeniería y Ciencias, Ciudad López Mateos; 52926.

alberto.ordaz@tec.mx / a01752060@tec.mx

Palabras clave: Escherichia coli BL21, *Ts Purple*, lote alimentado, bioseparación.

Introducción La producción de proteínas recombinantes tiene una gran cantidad de aplicaciones industriales, farmacológicas y genómicas dentro de la biotecnología, por lo que es importante el desarrollo y optimización de bioprocesos a escala laboratorio para obtener parámetros de escalamiento (1). En este trabajo se diseñó e implementó un proceso para la producción de la proteína Tspurple a escala laboratorio que consistió en: (i) un biorreactor, (ii) un sistema de micro y ultrafiltración, (iii) un sistema de rompimiento celular y (iv) un sistema cromatográfico de purificación. Se obtuvieron parámetros de producción, recuperación y purificación a escala laboratorio de una proteína intracelular.

Metodología.

La metodología utilizada durante el proceso se presenta en la figura 1.

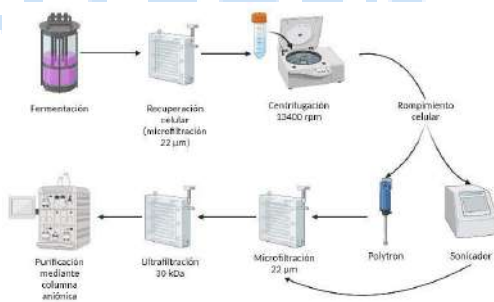


Figura. 1. Diagrama de metodología para la producción y recuperación de la proteína Ts Purple.

Resultados.

Se realizó el cálculo de los parámetros cinéticos con los datos del cultivo en lote empleando el modelo cinético de Monod (2), los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de los parámetros cinéticos de *E. coli* cultivada en lote alimentado en biorreactor.

Parámetro	μ_{max} (h ⁻¹)	K _s (g/L)	Y _{x/s} (gX/gS)
Valor	0.45	0.67	0.5

Posterior al cultivo, se realizó un proceso de bioseparación de la proteína, iniciando con un proceso de concentración, lisis celular, microfiltración y ultrafiltración (3).

Tabla 2. Resistencias de la membrana y de la torta en los procesos de filtración de la proteína Ts Purple de *Escherichia coli* BL21.

Resistencia	Microfiltración para concentración de células (Membrana de 0.22 µm)	Microfiltración de proteínas (Membrana de 0.22 µm)	Ultrafiltración de proteínas (Membrana de 30 kDa)
Membrana R _m (m ⁻¹)	6.24707 x 10 ¹²	6.24707 x 10 ¹²	2.19659 x 10 ¹³
Torta R _c (m ⁻¹)	1.54413 x 10 ¹³	6.847738 x 10 ¹³	4.7611365 x 10 ¹³

Los rendimientos de recuperación de proteína de cada etapa se muestran en la Tabla 2.

Tabla 3. Rendimientos globales de los procesos de bioseparación de la proteína Ts Purple.

Fermentación Y _{x/s} (g X/g S)	Microfiltración para concentración de células Y _{PTX} (g PT/g X)	Ruptura celular Y _{PTX} (g PT/g X)	Microfiltración y ultrafiltración Y _{PTX} (g PT/g X)
0.5	0.547	0.187	0.188

Nota: X = biomasa, S= Sustrato (glucosa), PT = Proteína total.

Conclusiones.

Se obtuvo una alta concentración de proteína desde el procedimiento de recuperación y ruptura celular. Cada uno de los modelados matemáticos que se realizaron para la ruptura celular, la micro y ultrafiltración son de gran utilidad ya que al conocer cada una de las características y consideraciones que se debe tener para llevar a cabo cada actividad, permite el poder plantear un escalamiento de este proceso o similares.

Bibliografía.

- Guevara-Hernández, E., López-Zavala, A. A., Jiménez-Gutiérrez, L. R., & Sotelo-Mundo, R. R. (2013). *Biotecnia*, 15(3), 8-17.
- Cárcamo Bahrens, M. R. (2013).
- García, J., Santana, Z., Zumalacárregui, L., Quintana, M., González, D., Furrázola, G., & Cruz, O. (2013). Estrategias de obtención de proteínas recombinantes en *Escherichia coli*. *VacciMonitor*, 22(2), 30-39.

Producción de la cromoproteína *tsPurple* de *Escherichia coli* BL21 en lote alimentado

Gabriela Giles Buzo; Natalia Resendiz Ríos; Melissa Salgado Baños; Alejandro Verduzco Ferrara, Alberto Ordaz Cortés, Rigel Valentín Gómez Acata. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Ingeniería y Ciencias, Ciudad López Mateos; 52926, gabriela.giles15-buzo@hotmail.com

Palabras clave: cultivo aerobio, flujo intermitente, qO_2 , biorreactor

Introducción. Las proteínas fluorescentes son una valiosa herramienta como moléculas reporteras de la expresión de genes y de la ubicación de otras proteínas al fusionarse con ellas [1].

El objetivo del siguiente trabajo es describir la metodología seguida para la producción de *tsPurple* utilizando la cepa BL21 de *Escherichia coli* como biofábrica en un lote alimentado.

Metodología.

Las condiciones iniciales de operación del biorreactor fueron 0.5 L min⁻¹ de aire, pH de 7.05, 300 rpm y 37.6 °C. La Fig. Muestra la estrategia experimental seguida.



Figura 1. Metodología empleada para cultivo en lote alimentado de *Escherichia coli*.

Resultados. Al final del cultivo en lote y lote alimentado se alcanzó una concentración final de biomasa de 3.28 y 7.8 g L⁻¹ respectivamente. Algunos parámetros calculados durante las primeras 9 horas del cultivo en lote se muestran en Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de transferencia y consumo de oxígeno para el cultivo en lote.

Velocidad de agitación (rpm)	Flujo de aireación (vvm)	$K_L a$ (h ⁻¹)	R ²	$q_{O_2} X$ (gO ₂ ·g ⁻¹ ·h ⁻¹)	X (g.L ⁻¹)	q_{O_2} (gO ₂ ·g ⁻¹ ·h ⁻¹)	R ²
300	0.5	29.61	0.953	0.111	0.58	0.1913	0.995
750	0.75	39.67	0.869	0.134	1.1	0.1218	0.974
750	0.75	71.91	0.978	0.077	3.28	0.0235	0.978

Los valores de parámetros cinéticos del cultivo en lote se obtuvieron a través de una simulación en el software Matlab utilizando las ecuaciones (1) y (2). [2]

$$\frac{dx}{dt} = \mu_{max} \left(\frac{s}{s + K_s} \right) X \dots (1) \quad \frac{ds}{dt} = - \frac{\mu_{max}}{Y_X} \left(\frac{s}{s + K_s} \right) X \dots (2)$$

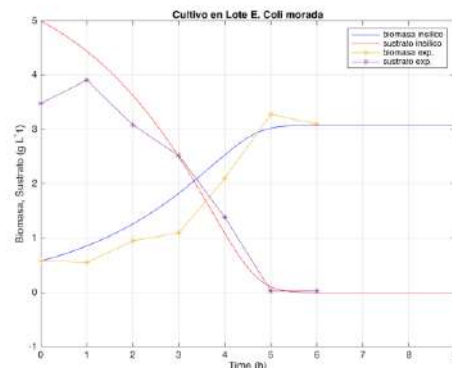


Figura 2. Modelado de los datos experimentales del cultivo en lote

Tabla 2. Valores de los parámetros cinéticos de *E. coli* en lote.

Parámetro	μ_{max} (h ⁻¹)	K_S (g/L)	$Y_{X/S}$ (gX/gS)
Valor	0.45	0.67	0.5

Conclusiones. El seguimiento de los parámetros cinéticos de *E. coli* en cultivo en lote permitió modelar el comportamiento del cultivo a condiciones determinadas. Contrastando con la literatura y el modelado, se observa que un punto a considerar en el futuro para alcanzar mayores concentraciones de biomasa consta en restringir la velocidad de consumo de glucosa para evitar la inhibición del cultivo.

Bibliografía.

1. Franco, A. Y., & Longart, M. (2009). Aplicaciones de la proteína verde fluorescente (GFP) en la biología celular y en la visualización del sistema nervioso. RET. *Revista de Estudios Transdisciplinarios*, 1(2), 84-96.
2. Castañeda, M. (2019). Estequiometría y cinética del crecimiento microbiano. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. Latex.

Filtración de la proteína *tsPurple* de *Escherichia coli* BL21

Alejandro Verduzco Ferrara, Karen Itzel Marín Jerónimo, Nicolás Hernández Montero, Tania García Santillán; Rigel Valentín Gómez Acata; Alberto Ordaz Cortés. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Ingeniería y Ciencias, Ciudad López Mateos; 52926, rigel@tec.mx

Palabras clave: microfiltración, resistencia, ultrafiltración, proteína *tsPurple*

Introducción. Tras realizar una fermentación con una cepa BL21 de *Escherichia coli* diseñada para la producción intracelular de *tsPurple*, es necesario establecer un proceso para la concentración y recuperación de la proteína fluorescente. Es primordial llevar a cabo procesos de concentración que ayuden a separar la mayoría de los contaminantes de la proteína de interés para facilitar su purificación. El objetivo del siguiente trabajo es describir los procesos de concentración celular (microfiltración y ultrafiltración) para la recuperación de la proteína recombinante *tsPurple* producida en *E.coli*, así como caracterizar los elementos utilizados.

Metodología.

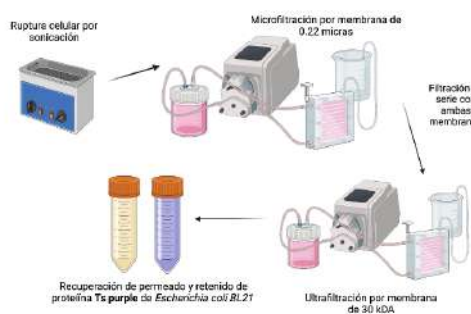


Figura 1. Metodología empleada para micro y ultrafiltración de la proteína Ts purple de *Escherichia coli* BL21.

Resultados. Después de la ruptura celular por sonicación, se realizó una microfiltración y ultrafiltración con una membrana de 0.22 µm y 30 kDa Sartorius Minisart, respectivamente. Tras realizar la ultrafiltración, se observa por coloración que el bioproducto de interés permanece en el retenido a pesar de tener un peso de 25.5 kDa. Se teoriza que se debe a la geometría de barril de la proteína. Se alcanzó un factor de concentración celular de 3.5 en el retenido. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 2 y Tabla 1.



Figura 2. Datos experimentales para caracterizar las resistencias de membranas y tortas en la microfiltración a 0.22 µm para concentración de células; microfiltración de restos celulares a 0.22 µm y ultrafiltración a 30 kDa.

Tabla 1. Resistencias de las membranas y de las torta en los procesos de filtración de la proteína *Ts Purple* de *Escherichia coli* BL21.

Resistencia	Microfiltración para concentración de células (Membrana de 0.22 µm)	Microfiltración de proteínas (Membrana de 0.22 µm)	Ultrafiltración de proteínas (Membrana de 30 kDa)
Membrana R_M (m^{-1})	6.24707×10^{12}	6.24707×10^{12}	2.19659×10^{13}
Torta R_c (m^{-1})	1.54413×10^{13}	6.847738×10^{13}	4.7611365×10^{13}

A través del método de cuantificación de proteínas de Lowry [2], se cuantificó la cantidad de proteína obtenida en cada filtración realizada. Después de los procesos de filtración se tiene un rendimiento de proteína total con respecto a biomasa cercano al 20%. Dicho porcentaje se ha reportado como parte de la producción total de proteínas recombinantes en *E. coli* [1].

Conclusiones. A partir de los procesos realizados para la obtención de la proteína Ts Purple se logró determinar un rendimiento de 0.188 g PT/g X para la etapa de micro y ultrafiltración, el cual concuerda con los datos reportados para la producción de proteínas recombinantes en *E.coli*. Cada uno de los modelados matemáticos que se realizaron para la micro y ultrafiltración son de utilidad para un escalamiento de este proceso o similares.

Bibliografía.

- Pines, O., & Inouye, M. (1999). Expression and Secretion of Proteins in *E. coli*. *Molecular Biotechnology*, 12(1), 25–34. doi:10.1385/mb:12:1:25
- LOWRY OH, ROSEBROUGH NJ, FARR AL, RANDALL RJ. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem*. 1951 Nov;193(1):265-75. PMID: 14907713.

RECTIFICACIÓN EN CONTINUO PARA LA ELABORACIÓN DE TEQUILA: COMPARACIÓN CON LA RECTIFICACIÓN EN LOTE.

Isaac G. Tejeda-Arandas¹; Héctor Flores-Martínez^{1*}; José Daniel Padilla-de la Rosa^{2**}; Mirna Estarrón-Espinosa²; Irma Flores¹; Juan Florencio Gómez-Leyva¹.

¹Instituto Tecnológico de Tlajomulco, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tlajomulco de Zúñiga C.P. 45640 ² Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Tecnología Alimentaria, Zapopan C.P. 45019. tejedaisaac32@gmail.com
jdpadilla@ciatej.mx

Palabras clave: Rectificación, Destilación continua, Tequila.

Introducción. El tequila es una bebida alcohólica tradicional mexicana reconocida en todo el mundo. Se obtiene de la doble destilación del jugo fermentado de *Agave tequilana* Weber variedad azul por la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, utilizando alambiques y en algunas ocasiones columnas de destilación (1). En la destilación tradicional por lotes en alambique, se realizan tres cortes (cabeza, corazón, y cola) recuperados secuencialmente. Este equipo demanda de un operario que realice los cortes, requiriendo además de grandes consumos de energía (2). Una alternativa es la destilación horizontal continua, la cual es un nuevo proceso cuyo diseño combina los beneficios de las columnas de destilación, en términos de productividad y ahorro de energía y los beneficios del alambique de destilación en lote, en cuanto a la complejidad aromática del destilado obtenido (3). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue comparar la destilación horizontal en continuo para obtener tequila, reduciendo el consumo energético con respecto al proceso tradicional, manteniendo la calidad del producto conforme a la NOM-006-SCFI-2012.

Metodología. La rectificación del ordinario de tequila se realizó en el destilador horizontal en continuo del CIATEJ (3) bajo un tiempo de residencia de 4 h. La rectificación en lote se efectuó en un alambique de 60 L durante 4h, recuperando fracciones que simularan el fraccionamiento en continuo. Con fines de comparación, las fracciones de los destilados obtenidos de ambos procesos se caracterizaron en cuanto a su % alcohol volumen y perfil volátil de acuerdo a la NMX-V-013-NORMEX-2005 y NMX-V-005-NORMEX-2005 con ajustes metodológicos (1).

Resultados. En ambos procesos se observó que los alcoholes superiores y ésteres se concentraron en la primera fracción y fueron disminuyendo conforme se avanzó en las siguientes fracciones, a diferencia del metanol que se mantuvo en niveles bajos en las primeras fracciones y aumentó en la fracción 4 acercándose a la etapa de las colas (figura 1).

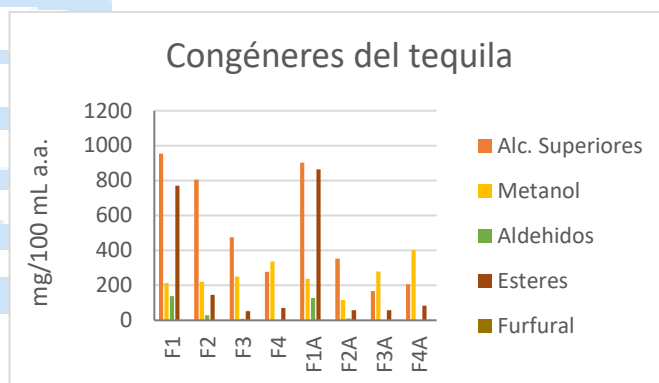


Fig. 1. Congéneres en las fracciones de destilados acorde a la NOM-006-SCFI-2012. F1-F4) en continuo, (F1A-F4A) en alambique.

Conclusiones. El proceso de destilación en continuo fue eficiente tanto concentrando los componentes volátiles del tequila como facilitando la separación de las cabezas, corazón y colas, además de reducir tiempos de procesos y por ende los costos en un promedio del 50% comparado con la destilación en lote.

Agradecimiento. A COECYTJAL por el financiamiento (De la Ciencia al Mercado, 2020, Clave: 8850-2020) y al CONACYT por la beca otorgada a Isaac Tejeda.

Bibliografía.

1. NOM-006-SCFI-2012. Norma Oficial Mexicana: Bebidas alcohólicas-Tequila especificaciones. (2012).
2. Prado Ramírez, R. (2015). Destilación. *Ciencia y tecnología del tequila: Avances y perspectivas*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, AC, Guadalajara, 181-230.
3. Mirna, E. E., Mariela, R. P., Daniel, P. D. L. R. J., & Rogelio, P. R. (2019). Innovation in Continuous Rectification for Tequila Production. *Processes*, 7(5), 283.1

ESTUDIO DEL ESCALAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE UN FRAGMENTO DE ANTICUERPO CON APLICACIÓN EN LA DEGENERACION MACULAR

Ibet Fernanda Díaz Novales, Carlos Alfredo Gómez Valencia, Beatriz Valencia Hernández, María Inés Infanzón Rodríguez, Yolanda Francisca Díaz Viveros. Tecnológico Nacional de México, Campus Veracruz. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Veracruz, 91870. yolanda.db@veracruz.tecnm.mx

Palabras clave: Ranibizumab, Escalamiento, Proceso

Introducción. La degeneración macular relacionada con la edad (DMRE) es una enfermedad que se produce debido al crecimiento de neovasos bajo la retina los cuales generan hemorragias, estas son las originadoras de cicatrices en la mácula, la cual es parte de la retina y su función es la visión nítida frontal que se encarga de los detalles, movimientos y colores de la visión⁽¹⁾. Uno de los tratamientos para la DMRE y la retinopatía diabética proliferativa (RDP) autorizados por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos de América (FDA) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) es el uso de Lucentis (Ranibizumab)⁽²⁾. El precio máximo de venta de Lucentis es de \$20,563.00 pesos mexicanos en presentación de 0.5mg en 0.5mL⁽³⁾. Este fragmento de anticuerpo monoclonal no es producido en nuestro país. Para determinar la cantidad requerida a producir del fármaco, se realizó una revisión documental sobre la incidencia de la enfermedad DMRE y la RDP en nuestro país. Con el propósito de escalar la producción de Ranibizumab en México, se seleccionó un proceso a nivel laboratorio recientemente⁽⁴⁾ que aporte los datos técnicos necesarios para el escalamiento.

Metodología. La cepa *E. coli* BL21 (DE3) fue usada como sistema huésped para la expresión de Ranibizumab. La composición del medio del fermentador semilla fue la reportada por Korz et al., 1995⁽⁵⁾. La producción de Ranibizumab se lleva a cabo en un biorreactor lote alimentado usando dos estrategias de alimentación exponencial (5.5 -10 h) y pseudo-estacionaria (10-16 h) en esta etapa se adicionan pulsos de lactosa como inductor. La composición del medio en el fermentador de producción fue la reportada por Kumar et al. 2022⁽⁴⁾ Para el escalamiento del biorreactor de producción se usó el fermentador sartorius Biostat Bplus con un volumen de trabajo de 5 L⁽⁴⁾. El volumen inicial del medio de fermentación en lote alimentado fue de 1.5 L, alcanzando un volumen final de 2 L a las 16 h. Los parámetros cinéticos fueron los siguientes, concentración de biomasa final 38 gL⁻¹, velocidad específica de crecimiento ($\mu = 0.02 \text{ h}^{-1}$), coeficiente de rendimiento de producto sobre biomasa $y_{p/x} = 0.3 \text{ gg}^{-1}$,

coeficiente de rendimiento de biomasa sobre sustrato $y_{x/s} = 0.45 \text{ gg}^{-1}$ y concentración final del producto (Ranibizumab) 12.76 gL⁻¹.⁽⁴⁾

Resultados. Se calculo la demanda total (145 g) por año considerando los pacientes que requerirán tratamiento, la dosis empleada y frecuencia de uso. Se realizó el escalamiento del proceso. En la Figura 1, se muestra el diagrama del escalamiento del proceso para un volumen final de medio fermentado de 142 L.

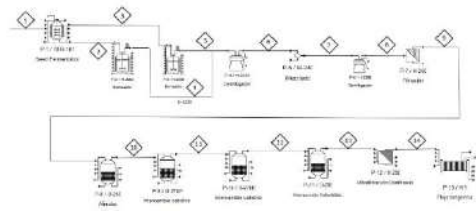


Fig. 1 Diagrama del escalamiento del proceso para la producción de Ranibizumab.

La Tabla 1 muestra el escalamiento del proceso de purificación y los rendimientos obtenidos a partir de un estudio reportado recientemente⁽⁶⁾.

Tabla. 1 Escalamiento de las etapas de purificación de Ranibizumab.

Tipo de cromatografía	Concentración (g/L)	Volumen (L)	Proteína (g)	Rendimiento (%)
Caldo fermentado	12.76	142	1811.92	100
Afinidad	238.70	4.02	959.23	52.94
Intercambio catiónico pH 6.5	38.85	4.76	184.82	10.2
Intercambio catiónico pH 5.0	36.49	5.02	183	10.1
Interacción hidrofóbica	42	3.50	147	8.14

Conclusiones.

El escalamiento de Ranibizumab resulta ser factible técnicamente. Las estrategias de purificación es una alternativa para mejorar significativamente los costos finales del proceso.

Bibliografía.

- Hageman, G. S., Gehrs, K., Johnson, L. V., Anderson, D. (2008). *The Organization of the Retina and Visual System [Internet]*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5582718&fecha=24/12/2019#gsc.tab=0
- https://www.economia.gob.mx/files/transparencia/gobmx/docs/precios_medicament_os_patente.pdf
- Kumar, J., Bhat, S. U., Rathore, A. S. (2022). *Process Biochemistry*, 114, 21-27.
- D.J. Korz, U. Rinas, K. Hellmuth, E.A. Sanders, W.-D. Deckwer. *J. Biotechnol.* 39 (1995) 59–65
- Ogez, J. R., Williamson, B. L., Hawkins, N. M. N., Coherus BioSciences, Inc. 2021. Pat. WO2021072210A1

PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RAMNOLÍPIDOS POR *Burkholderia thailandensis*

María Alejandra Pichardo-Sánchez¹, Ángeles Domínguez-Rivera¹, José de Jesús Cázares-Marinero², Sergio Alatorre-Santamaría¹, Luis Víctor Rodríguez-Durán³, Gerardo Saucedo-Castañeda,¹ Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Biotecnología, Ciudad de México, C.P. 09310, ² Polioles S.A. de C.V. Investigación y Desarrollo, Lerma, Estado de México C.P. 52004. ³Unidad Académica Multidisciplinaria Mante UAT, Mante, Tamaulipas, C.P. 89840. saucedo@xanum.uam.mx.

Palabras clave: Ramnosa, Biosurfactantes, Cultivo en medio sólido.

Introducción. Los ramnolípidos (RL) son agentes tensoactivos producidos por bacterias y tienen aplicación en varios campos desde la biotecnología hasta la industria alimentaria [1]. Estos se producen principalmente por *Pseudomonas aeruginosa*. Por otra parte, *Burkholderia thailandensis* E264 es una bacteria Gram negativa que ha mostrado capacidad para sintetizar RL posee nivel de bioseguridad 1 (considerada como no patógena), lo que le confiere potencial para utilizarse industrialmente [2]. Los RL se producen en su mayoría usando cultivo sumergido, el cultivo en medio sólido (CMS) es una técnica que podría mejorar la productividad y la calidad del producto final [3]. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de *B. thailandensis* para producir RL en CMS y caracterizarlos.

Metodología. *B. thailandensis* E264 se cultivó en frascos de 1 L con 200 g de materia húmeda, el flujo de aireación fue de 0.4 vkgm, los frascos fueron incubados a 30°C. La agrolita se empleó como soporte inerte con tamaño de partícula 0.84-2.48 mm, la cual fue pretratada con agua destilada. La humedad inicial se ajustó a 70%, el medio de cultivo contenía 8 g/L de caldo nutritivo y 40 g/L de glicerol. La producción de CO₂ se monitoreó en tiempo real siguiendo la metodología de la patente MX 336733 (2016). La recuperación del producto se realizó añadiendo acetato de etilo directamente a la materia húmeda fermentada. Se midió el consumo de glicerol por HPLC-PDA. El biosurfactante se caracterizó por espectroscopia infrarroja (FTIR), cromatografía en capa fina, tensión superficial y por resonancia magnética nuclear (RMN).

Resultados. Se obtuvieron 5.01 ± 0.29 g/kg MSI de biosurfactante crudo a las 244 h de cultivo, por respirometría se observó una fase lag de 6.7 h y alcanzó una tasa máxima de CO₂ de 0.34 mg CO₂/h*g MSI. El análisis por FTIR mostró las señales características de los grupos metino, metileno y metilo en 2924.09 y 2854.65 cm⁻¹ que corresponden a cadenas hidrocarbonadas, así como la señal típica de un enlace éster en 1724.36 cm⁻¹ y las deformaciones en enlaces -C-H y

estiramientos en -C-O de los anillos de ramnosa alrededor de 1200 y 1000 cm⁻¹. El análisis por cromatografía en capa fina reveló que los productos presentan valores de R_f similares a los de un estándar comercial de RL. El RL producido por *B. thailandensis* redujo la tensión superficial del agua hasta 41 mN/m a una concentración de 18 ppm. El espectro ¹H RMN del biosurfactante crudo mostró los desplazamientos químicos correspondientes al grupo -CH₃ en 0.8 ppm y las señales en 1.2 ppm de los protones en la cadena lipídica (-CH₂)_n- además de las señales características alrededor de 3.49 y 4.87 ppm, que revelan la presencia de la ramnosa en la estructura del BS como se ha reportado en la literatura [4].

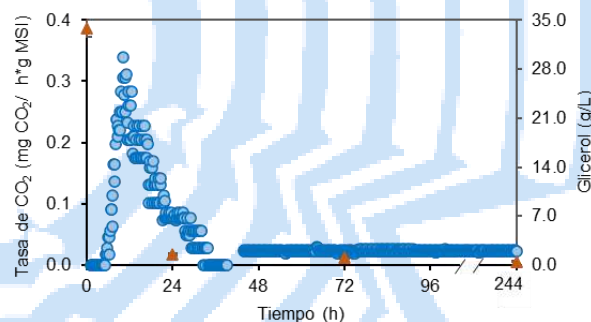


Fig. 1. Producción de CO₂ (círculo azul) y consumo de glicerol (triángulo rojo) por *B. thailandensis* en CMS usando glicerol como fuente de carbono.

Conclusiones. *Burkholderia thailandensis* E264 produce un compuesto del tipo ramnolípidos con propiedades surfactantes, lo que lo convierte en una posible opción para aplicaciones en diferentes sectores industriales.

Agradecimiento. Al Posgrado en Biotecnología de la UAMI, al CONACyT por la beca otorgada (No. 653742), a la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y al Dr. Atilano Gutiérrez Carrillo por apoyarnos en el análisis de RMN.

Bibliografía.

1. Thakur, P., Saini, N., Thakur, V., Gupta V., Saini, R. y Saini, A. (2021) *Microb Cell Fact.* 20(1): 1-15.
2. Kourmentza, C., Costa, J., Azevedo, Z., Servin, C., Grandfils, C., De Freitas, V. y Reis, M. (2018) *Biores Technol.* 247: 829-837.
3. Dabaghi, S., Ataei, S.A., and Taheri, A. (2023) *BMC Biotechnology.* 23(1): 2-14.
4. Khademolhosseini, R., Jafari, A., Mousavi, S., Hajfarajollah, H., Noghabi, K. y Manteghian, M. (2019) *RSC Adv.* 9(14): 7932-7947.

PRODUCCIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN UN BIORREACTOR AIRLIFT MEDIANTE EL ENCAPSULAMIENTO DE *Gibberella fujikuroi*.

David Antonio Flores Méndez, Jerry B. Suárez Trejo, Giovanni Alexander Escamilla García, Eleazar Escamilla Silva. Tecnológico Nacional de México en Celaya, Departamento de Ingeniería Química, Celaya, Gto. C.P. 38010. david.flores@itcelaya.edu.mx

Palabras clave: ácido giberélico, Gibberella fujikuroi, Airlift

Introducción. Las giberelinas son hormonas vegetales; producto del metabolismo secundario de algunas especies de hongos como *Gibberella fujikuroi* que produce ácido giberélico (GA₃), giberelina de mayor importancia comercial (Brückner, B. y Blechschmidt). La Producción de GA₃ se basa en la fermentación de cultivo sumergido (SMF) en tanque agitado con células libres, aunque, otra técnica es la inmovilización de celular. que permite encapsular células dentro de una membrana semipermeable formando microcápsulas, a través de la polimerización interfacial. El tipo biorreactor los de airlift es de los más utilizados por la simplicidad de su diseño, debido a que carecen de partes en movimiento, presentan altas eficiencias de aeración y tienen bajo esfuerzo de corte y buen mezclado (Chávez, 2007). En este trabajo se estudió el efecto de los parámetros operacionales en la producción de GA₃ en un biorreactor airlift mediante el encapsulamiento de *Gibberella fujikuroi*.

Metodología. *Gibberella fujikuroi* se propagó en tubo inclinado en Agar Papa y Dextrosa por 7 días a 27°C. El hongo desarrollado se resuspendió en una solución salina (0.9%), y posteriormente se incubó en medio líquido a 280 rpm, 29°C por 38 h. La inmovilización por encapsulación se realizó como describen Escamilla y col. (2000). El hongo inmovilizado se lavó con agua esterilizada. El medio de cultivo utilizado para la inoculación del biorreactor consistió de (g/L): Aceite de cártamo (80 g/L), NH₄Cl (2 g/L), KH₂PO₄ (3 g/L), MgSO₄ (1.5 g/L), solución de oligoelementos (mL/L) y harina de arroz (2 g/L). La producción de GA₃ se efectuó a 29°C en un biorreactor airlift de 4 L siguiendo un diseño experimental que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz experimental.

Factores	Niveles		
	3.5	4.5	5.5
pH	3.5	4.5	5.5
Relación inóculo-medio (%)	4	7	10
Diámetro de la esférula (mm)	3	4	5
Flujo de aire (vvm)	1	1.5	2

La concentración de GA₃ se cuantificó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) de acuerdo a los descrito por Chávez, (2007).

Resultados. La literatura sugiere que la inmovilización de células incrementa la productividad. En el caso de la producción de metabolitos secundarios que no están asociados con el crecimiento del microorganismo es de mucha importancia, tal es el caso del GA₃, el cual se origina durante la fase estacionaria. Con la inmovilización del hongo se pretendió limitar extender la fase sin éxito debido a la ruptura de las esferas por el esfuerzo de corte. Como experimentos preliminares se estudió el efecto de las condiciones de operación en el mantenimiento del sistema inmovilizado (Figura 1). Se evaluaron tres condiciones de operación para observar y cuantificar la fermentación y así determinar si las condiciones propuestas podían favorecer la producción de GA₃.

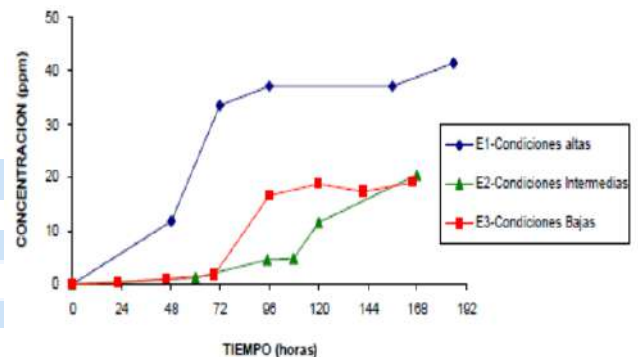


Fig. 1. Producción de GA₃ a las distintas condiciones de experimentación en el biorreactor airlift.

Conclusiones. La producción de GA₃ se ve afectada por la presencia del agente inmovilizante en comparación con la fermentación empleando micelio libre, obteniéndose en este último una mayor concentración de GA₃.

Bibliografía.

1. Brückner, B. y Blechschmidt, D. (1991). The Gibberellin Fermentation. *Critical Reviews in Biotechnology*. 163-192.
2. Chavéz-Parga M et al (2007). *World J Microbiol Biotechnol*. 23, 615 – 623.
3. Escamilla-Silva E et al (2000). *Journal of Biotechnology*. 76, 147-155.

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE SOFOROLÍPIDOS EN FERMENTACIÓN EN MEDIO SÓLIDO

Ángeles Domínguez-Rivera^a, María Alejandra Pichardo-Sánchez^a, José de Jesús Cazares-Marinero^b y Gerardo Saucedo-Castañeda^a

^a Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa. Departamento de Biotecnología. San Rafael Atlixco No. 186. Col. Vicentina. Iztapalapa, Ciudad de México. C.P. 09310. ^b Polioles S.A. de C.V. Director de investigación y desarrollo. Lerma, Edo. de México.
e-mail: angydom15@gmail.com / saucedo@xanum.uam.mx

Palabras clave: soforolípidos, nitrógeno, fermentación en medio sólido

Introducción. Los soforolípidos producidos por la levadura *Starmerella bombicola* destacan por su actividad surfactante [1]. La producción de estos biosurfactantes a gran escala y su introducción al mercado dependen de la competitividad de los costos de producción, los cuales están influenciados por las condiciones de cultivo, rendimiento, extracción y purificación [2]. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fuente de nitrógeno en la producción de soforolípidos empleando la cepa *Starmerella bombicola* ATCC22214 en cultivo en medio sólido.

Metodología. El cultivo se llevó a cabo usando aserrín como soporte y un medio de cultivo a base de glucosa, aceite de cártamo y sales. Se varió la concentración de la fuente de nitrógeno ((NH₄)₂SO₄) en 2, 4 y 6 g/L. Los reactores se incubaron a 30 °C por 168 h con una aireación de 0.5 vkgm de aire filtrado y húmedo, y se registraron las concentraciones de CO₂ y O₂ como medida indirecta de biomasa con un metabolímetro [3]. Los datos de CO₂ obtenidos se ajustaron al modelo de Gompertz.

Los soforolípidos se recuperaron haciendo una extracción sólido-líquido con acetato de etilo y se llevaron a peso constante para registrar su masa y analizarlos por cromatografía en capa fina.

Resultados. A partir de la extracción del biosurfactante se observó que a una menor concentración de sulfato de amonio (2 g/L) se obtuvo la mayor producción de soforolípidos con 123.5 g/kg msi y la menor producción (49.2 g/kg msi) se obtuvo con la mayor concentración de sulfato de amonio (6 g/L) (**Fig. 1**). A partir de los datos de producción de CO₂ ajustados al modelo de Gompertz se obtuvo que, con la menor concentración de sulfato de amonio se observó una mayor tasa de crecimiento (0.08 h⁻¹), asociado a la menor concentración de CO₂ (27.7 mg CO₂/g msi) observada. Con la mayor concentración de sulfato de amonio (6 g/L) se obtuvo justo la respuesta contraria, mayor concentración de CO₂, pero la menor tasa de incremento, es decir creció lento, pero la concentración

de CO₂ fue casi 4 veces mayor que con el ensayo con la menor concentración de sulfato de amonio (**Tabla 1**).

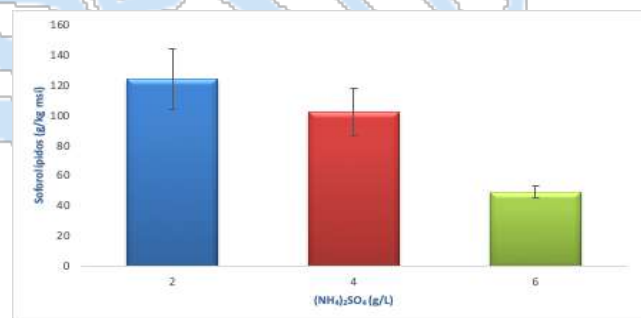


Fig. 1. Producción de soforolípidos con diferentes concentraciones de fuente de nitrógeno ((NH₄)₂SO₄).

Tabla 1. Parámetros de la ecuación de Gompertz obtenidos a diferentes concentraciones de nitrógeno

(NH ₄) ₂ SO ₄ (g/L)	R ²	k (h ⁻¹)	Producción máxima de CO ₂ (mg CO ₂ /g msi)
2	0.998	0.08	27.7
4	0.992	0.05	45.9
6	0.997	0.04	97.6

Conclusiones. A menor concentración de fuente de nitrógeno, las levaduras crecen rápido y la producción de CO₂ es menor, pero se produce mayor concentración de soforolípidos y viceversa. La deficiencia de nitrógeno aparentemente favorece la producción de soforolípidos.

Agradecimiento. Al CONACYT por la beca posdoctoral otorgada.

Bibliografía.

- Dierickx S., Castelein M., Remmery J., De Clercq V., Lodens S., Baccile N., De Maeseneire S.L., Roelants S., Soetaert W. (2022) *Biotechnol. adv.* 54 (107788): 2-25.
- Banat I.M., Carboué Q., Saucedo-Castañeda G., Cázares-Marinero J.J. (2021) *Bioresour. Technol.* 320 (124222): 1-13.
- Saucedo-Castañeda G., Favela-Torres E., Viniegra-González G., Torres-Mancera M.T., Figueroa-Montero A., Rosales-Zamora G. (2016) Patente MX 33673.

PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS EXOPOLISACÁRIDOS GENERADOS POR *Leuconostoc mesenteroides* P45 MEDIANTE UN SISTEMA DE ELECTROFERMENTACIÓN

Mónica Itzel Rojas Rojas¹, José Adolfo Escalante Lozada², Carlos Regalado González¹, Monserrat Escamilla García¹, Rocío Campos Vega¹, Aldo Amaro Reyes¹. ¹DIPA, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, 76010 QRO, México. ²Departamento de Ingeniería Celular y Biotecnología, Instituto de Biotecnología Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad 2001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, 62210, Mor, México. aldo.amaro@uaq.edu.mx

Palabras clave: dextrano, electrofermentación, Leuconostoc mesenteroides

Introducción. Las gomas son polisacáridos utilizados en la industria alimentaria como emulsificante, espesante y estabilizante¹. La producción biotecnológica de exopolisacáridos (EPS) utilizando bacterias ácido lácticas como *Leuconostoc mesenteroides* a través de la electrofermentación (EF), ofrece ventajas sobre la producción química y la derivada de plantas. La EF modifica el estado redox intracelular de las bacterias eliminando restricciones de la fermentación tradicional ofreciendo una nueva visión sostenible aprovechando la energía para generar bioproductos de valor agregado². El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de un sistema de electrofermentación sobre la producción y caracterización del exopolisacárido derivado de *Leuconostoc mesenteroides* P45.

Metodología. *Leuconostoc mesenteroides* P45 y el medio Mayeux modificado se utilizó como medio de producción a 30 °C y 180 rpm. El sistema de electrofermentación se muestra en la Fig. 1. Se cuantificó la biomasa y el EPS por peso seco, aislando el EPS del sobrenadante por precipitación en etanol³. La estructura del dextrano se caracterizó mediante microscopía electrónica de barrido, calorimetría diferencial de barrido.

Resultados.

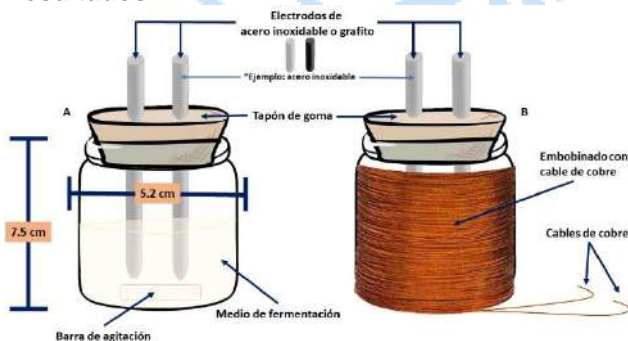


Fig. 1. Sistema de electrofermentación (A) y electrofermentación magnética (B) para *Leuconostoc mesenteroides* P45

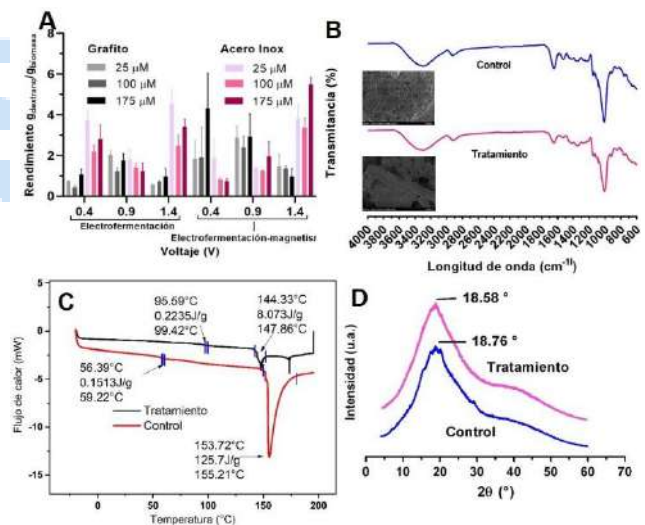


Fig. 2. Rendimiento de dextrano respectoa biomasa (A), FTIR y micrografía (B), calorimetría diferencial de barrido (C) y rayos x (D) para el dextrano del tratamiento y control producido por *Leuconostoc mesenteroides* P45

Conclusiones. La aplicación de voltajes, así como la concentración de mediador redox, el material de los electrodos y el sistema de electrofermentación modularon la producción y las características estructurales del exopolisacárido producido por *Leuconostoc mesenteroides* P45.

Agradecimiento. Fondo Química Somos Todos 2023, UAQ.

Bibliografía.

- Lule, V. K., Singh, R., Pophaly, S. D., Poonam, & Tomar, S. K. (2016) *J Dairy Technol*, 69(4), 520-531.
- Schievano, A., Pepé Sciarria, T., Vanbroekhoven, K., De Wever, H., Puig, S., Andersen, S. J., Rabaey, K., & Pant, D. (2016) *Trends Biotechnol*, 34(11), 866-878.
- Yáñez-Fernández, J., Herrera Ovando, M. G., Patlán Ramírez, L., Ramírez-Sotelo, G., Guarín, C. A., & Castro-Rodríguez, D. C. (2021) *ACS Omega*, 6(46), 31203-31210.

ECONOMÍA CIRCULAR EN UN INGENIO AZUCARERO PARA PRODUCCION DE PHB

Kevin Palacios-Samano, Teresa López-Arenas, Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana - Cuajimalpa, CDMX, 05348, mtlopez@cua.uam.mx

Palabras clave: análisis de bioprocesos, economía circular, fermentación de residuos

Introducción. El PHB (polihidroxibutirato), un biopolímero amigable, podría reemplazar a los polímeros petroquímicos convencionales dadas sus propiedades, alta degradabilidad, aplicación y su obtención a partir de fuentes renovables, aunque desafortunadamente el costo de producción sigue siendo un factor por superar. Por su parte la economía circular, un modelo de producción sostenible, podría ser una alternativa para los ingenios azucareros en México, utilizando el bagazo de caña (BC), generado como residuo, de una manera más rentable y responsable con el ambiente.

Este trabajo tiene como objetivo hacer un análisis de rentabilidad del proceso de producción de PHB partiendo de sacarosa (producto principal) y BC (residuo lignocelulósico) en un ingenio azucarero, mediante modelado y simulación a nivel industrial.

Metodología. Primero se realiza un diseño conceptual de la biorrefinería considerando las etapas de acondicionamiento de la materia prima, pretratamiento y sacarificación (para el caso del BC), preparación del medio de cultivo, fermentación y purificación del PHB. Las cinéticas y sus condiciones de operación de los reactores son tomadas de investigaciones reportadas [1-2]. Luego, se realiza la síntesis del proceso (ver Fig. 1) y su evaluación técnica usando *SuperPro Designer*, que es un simulador modular de procesos. Finalmente, se realiza un análisis técnico-económico para evaluar el impacto del uso de las dos materias primas.

Resultados. En particular, se consideran tres criterios económicos: el costo de producción unitario (CPU), la tasa de retorno sobre la inversión (RSI) y el período de recuperación (PR). Y para determinar el mejor diseño de la biorrefinería, se hace un análisis de sensibilidad económica modificando el diseño de la etapa de fermentación (por considerarse un cuello de botella en los tiempos y movimientos del proceso).

Variando el número de reactores de fermentación (Tabla 1), se pudo establecer una mejora en la rentabilidad del proceso al considerar 5 reactores para convertir el BC hidrolizado y 6 reactores para transformar la sacarosa. Un costo de venta de 5 \$USD/kg para el PHB permite obtener ganancias altas partiendo de sacarosa y moderadas con BC, lo cual demuestra la factibilidad de la economía circular. En general, el RSI es positivo para ambos sustratos y el PR difiere en 6 años. Esto se debe al aumento de operaciones unitarias para las etapas de pretratamiento y sacarificación del BC.

Tabla 1. Análisis de rentabilidad variando el número de reactores de la etapa de fermentación de PHB a partir de sacarosa y bagazo

Sustrato	Cantidad (T)	Número de reactores	CPU (\$USD/kg)	RSI (%)	PR (años)
Sacarosa	600	5	2.0	48.0	2.0
		6	1.9	49.6	2.0
		7	2.0	45.2	2.2
Bagazo de caña (BC)	1500	4	4.4	12.1	8.2
		5	4.4	12.5	8.0
		6	4.6	10.8	9.1

Conclusiones. Si bien, el BC no puede ser usado como único sustrato, la economía circular podría resolver este problema al utilizar BC y sacarosa para producir PHB como demuestran los resultados. Este enfoque no solo contribuye a la utilidad de los residuos lignocelulósicos, también, pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la reconversión en los ingenios azucareros en México. Entre el trabajo futuro está la optimización del proceso.

Agradecimiento. A la coordinación de la Licenciatura en Ingeniería Biológica de la UAM - Cuajimalpa por el financiamiento otorgado.

Bibliografía.

- López-Arenas, T., González-Contreras, M., Anaya-Reza, O., Sales-Cruz, M. (2017) *Comp. & Chem. Eng.* 107, 140–150.
- González-Contreras, M., Lugo-Mendez, H., Sales-Cruz, M., Lopez-Arenas, T. (2021) *Chem. Eng & Proc – Proc. Intens.* 159, 108220.

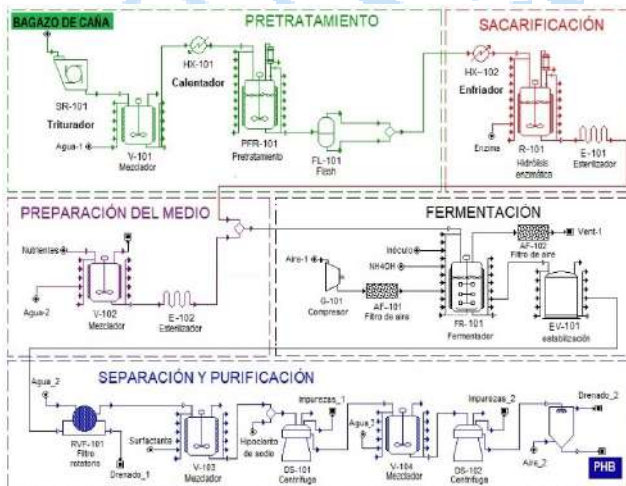


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para el caso de BC.

EVALUACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE PIGMENTOS ROJOS A PARTIR DE *Monascus* sp.

Alan Sebastian Pedraza Posadas, Andrea Alejandra Sulbarán Pérez, Laura Andrea Fournier Tello, María José Guzmán Córdova, Ana Gabriel Mora Jiménez. Dimas Coello Álvarez, Rita Karen Pacheco Cabañas, Universidad Iberoamericana Puebla, Departamento de Ciencias e Ingenierías, Blvr. del Niño Poblano 2901 Reserva Territorial Atlixcáyotl, San Andrés Cholula, Puebla, 72810. rita.pacheco@iberopuebla.mx

Palabras clave: pigmento, *Monascus*, colorantes alimentarios.

Introducción. El género *Monascus* es un grupo de hongos filamentosos que produce metabolitos secundarios, incluyendo pigmentos rojos, naranjas y amarillos con propiedades benéficas estudiados para su uso como colorantes alimentarios debido a sus características funcionales (1). Uno de los retos en el cultivo de *Monascus* sp. es la de establecer condiciones adecuadas con el fin de controlar la producción de metabolitos, aumentar el rendimiento y mejorar las características de los pigmentos (2). Por lo que el objetivo de este trabajo fue comparar diferentes medios de cultivo para la producción del pigmento a partir del hongo *Monascus* sp.

Metodología. Se realizó el aislamiento de *Monascus* sp. a partir de muestras de arroz de levadura roja. La purificación e identificación se hizo en el medio de cultivo Hiroi (3). Una vez purificado, se realizaron las cinéticas de producción de pigmentos rojos en presencia de distintas fuentes de carbono y nutrientes. Los medios de cultivo utilizados fueron Hiroi, MEA, Glucosa, Arroz y Aloe Vera; considerando un pH inicial ajustado a 5.5 ± 0.3 y durante siete días a 28°C , con una agitación de 120 rpm (4). Se evaluó la masa celular tomando $1000 \mu\text{L}$ del cultivo cada 24 horas por siete días, se centrifugó, desechó el sobrenadante y se pesó el sedimento celular. El consumo de sustrato se determinó con base en azúcares reductores (5) y se midió la formación de pigmentos por UV a 510 nm. Finalmente, se recuperaron los pigmentos mediante centrifugación, filtrado al vacío y secados por liofilización.

Resultados. En la figura 1 se muestra el consumo de sustrato producido por la fermentación de *Monascus* sp. en los medios evaluados, donde se observa que en la mayoría de los medios el consumo es sostenido y se ve relacionado con la producción de pigmento (figura 2). Siendo los medios a base de arroz y glucosa los que presentaron la mayor producción del pigmento, tendiendo una tendencia a aumentar después de 7 días. Aunque la glucosa es el componente principal de los medios, se sugiere que hay otros factores nutricionales que estimulan la producción de los pigmentos de *Monascus* sp.

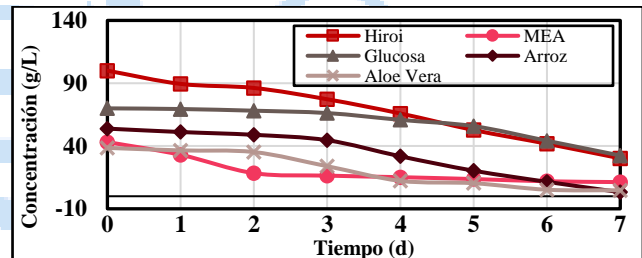


Fig. 1. Consumo de sustrato por *Monascus* sp.

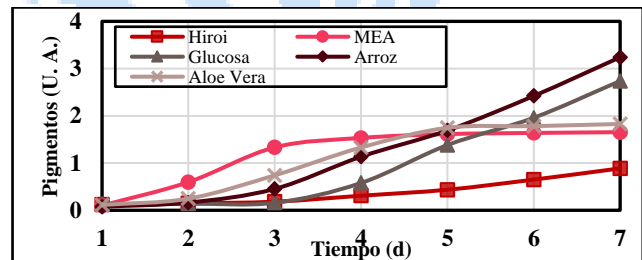


Fig. 2. Producción de pigmentos rojos por *Monascus* sp.

Conclusiones. Tanto los componentes de los medios de cultivo Glucosa como Arroz tienen un efecto estimulante en la producción de pigmentos. No obstante, además de los parámetros de cultivo, se sugiere que hay otros nutrientes que pueden influir en la producción de pigmentos y reducir tiempos de fermentación. Por lo tanto, es importante tener en cuenta la composición del medio de cultivo para optimizar la generación de pigmentos.

Agradecimiento. Al Mtro. Ramiro Antonino Bernal Cuevas director del IDIT por su indispensable apoyo en la realización de este trabajo.

Bibliografía.

1. Dogra P, Kumar D. (2017) *BFAIJ*. Vol (9): 70-76.
2. Agboyibor C, Kong W, Chen D, Zhang A, Niu S. (2018) *Bioanalysis and Agricultural Biotechnology* Vol (16): 433-447.
3. Silbir S, Goksungur Y. (2019) *Foods*. Vol (8): 161.
4. Mehri D, Perendeci N, Goksungur Y. (2021) *Fermentation* Vol (7): 75.
5. Jain A, Jain R, Jain S. (2020). Quantitative Analysis of Reducing Sugars by 3,5-Dinitrosalicylic Acid (DNSA Method). En: *Basic Techniques in Biochemistry, Microbiology and Molecular Biology*. Dambroth M. Springer, Estados Unidos, 181-183.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS DEL NOGAL

Tania Jael Trucios-Ramírez^a, Marisela Yadira Soto-Padilla^b, Coyolxauhqui Figueroa-Batalla^a, Claudia Carolina Hernández-Peña^a. ^a Departamento de Ciencias Químico Biológicas, ^b Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua CP: 32310, carolina.hernandez@uacj.mx.

Palabras clave: Fermentación, Bioetanol, Residuos de nogal

Introducción. Chihuahua es el mayor productor nacional con una producción anual promedio de 92 mil 939 toneladas ⁽¹⁾. Durante el cultivo de nuez se generan residuos lignocelulósicos, los cuales se dan por el mantenimiento del propio cultivo, como son la poda de los árboles, así como la propia cosecha de la nuez. Los residuos generados en esta actividad agrícola son ricos en celulosa y hemicelulosa, las cuales son biomoléculas que pueden ser utilizadas para la producción de otros productos como el bioetanol. El objetivo fue evaluar la obtención de azúcares fermentables para la producción de bioetanol a partir de residuos de nogal.

Metodología. Se llevó a cabo una hidrólisis ácida en los residuos de poda del árbol de nogal pecanero (*Carya illinoensis*) empleando una solución de ácido sulfúrico al 5% en autoclave a los tiempos de 10, 15 y 20 minutos ⁽²⁾. El hidrolizado fue filtrado y neutralizado, posteriormente se fermentó por 96 horas empleando una cepa *Saccharomyces cerevisiae*. Durante la fermentación se muestreo a los tiempos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72 y 96 horas, y se determinó la densidad óptica y la concentración de azúcares reductores ⁽³⁾. Terminada la fermentación, se recuperó el fermento y se destiló durante 6 horas para recuperar el bioetanol producido ⁽⁴⁾.

Resultados. Entre los tratamientos no se presentaron diferencia significativa en la extracción de azúcares reductores, sin embargo, en el tratamiento de 20 minutos se obtuvo la mayor concentración de 15.97 g/L (Figura 1.).

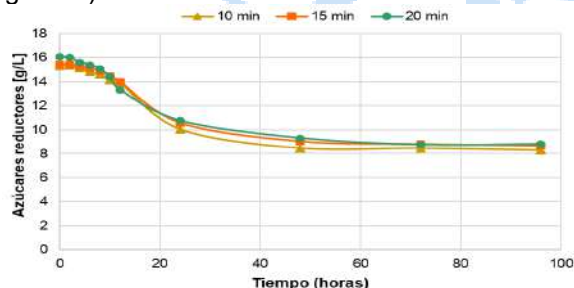


Fig. 1. Consumo de azúcares reductores por *S. cerevisiae* durante las 96 horas de fermentación en los tratamientos de 10, 15 y 20 minutos.

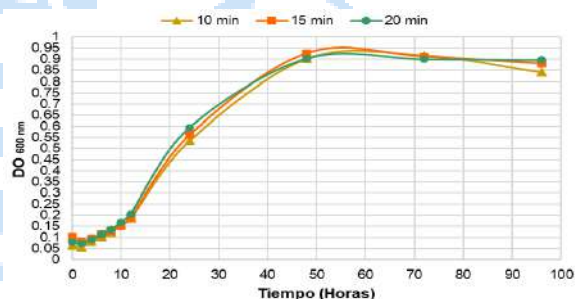


Fig. 2. Curva de crecimiento *S. cerevisiae* durante 96 horas en los tratamientos de 10, 15 y 20 minutos.

Tabla 1. Volumen de bioetanol obtenido en promedio por cada tratamiento de hidrólisis.

Tratamiento	Rendimiento (%)
10 min	2.66 ± 0.56 ^a
15 min	3.18 ± 4.04 ^a
20 min	3.40 ± 0.61 ^a

Los tratamientos presentaron un crecimiento similar de *S. cerevisiae* (Figura 2), pero el tiempo de 20 min fue el que obtuvo la mayor producción de bioetanol (Tabla 1).

Conclusiones. Los residuos del nogal son una fuente de azúcares que pueden ser utilizados para la producción de bioetanol.

Agradecimiento. A la Dra. Hernández Peña, Dra. Figueroa Batalla y Dra. Soto Padilla por apoyarme y guiarme en el proceso de esta investigación.

Bibliografía.

- SADER (2019). Desarrollan nueva variedad de nogal pecanero, con mayor rentabilidad y resistencia a plagas y enfermedades. Gobierno de México. Consultado el 22 de agosto del 2022 en Gobierno de México.
- Tejeda, L., Quintana, J., Pérez, J., & Young, H. (2011). Obtención de etanol a partir de residuos de poda, mediante hidrólisis ácida e hidrólisis enzimática. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 14(1), 111-116.
- Malagón Micán, M. L., Paéz, A. I., Santos Aguilar, J., & Zabala García, D. (2017). Producción de bioetanol a partir de diferentes mezclas de los residuos orgánicos generados en una empresa alimentos. Revista de Investigación, 10(1), 47-60.
- Llenque-Díaz, L. A., Díaz, A. Q., Lino, L. T., & Vega, R. S. (2020). Producción de bioetanol a partir de residuos orgánicos vegetales. REBIOL, 40(1), 21-29.

SELECCIÓN DE CEPAS PRODUCTORAS DE POLIHIDROXIBUTIRATO (PHB) DE *Bacillus thuringiensis*

Marco Romero Sanchez¹, Pavel Sierra Martinez², Valentín López Gayou¹, Jorge Noel Gracida Rodríguez³, Víctor Eric López y Lopez¹. ¹Instituto Politécnico Nacional-CIBA Tlaxcala, Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala. 90700. ²Universidad Autónoma de Guerrero. ³Universidad Autónoma de Querétaro. vlopezyl@ipn.mx

Palabras clave: *Bacillus thuringiensis*, Polihidroxitiratos, Biopolímeros.

Introducción. La contaminación ocasionada por los plásticos derivados de petróleo ha ido en aumento en los últimos años. Se estima que para el año 2050 se desearán aproximadamente 12,000 millones de toneladas de residuos de plásticos no biodegradables (1, 2). Ante este problema es necesario implementar lo antes posible el uso de materiales biodegradables como como son los polihidroxitiratos (PHB). Estos biopolímeros poseen propiedades similares a los plásticos derivados de petróleo. Sin embargo, su costo de su producción es de 3 a 5 veces más elevado comparada con la producción de plásticos convencionales, debido principalmente al costo de la materia prima y al proceso de downstream (2). Los PHB pueden ser sintetizados por diferentes bacterias como es el caso de *Bacillus thuringiensis* (Bt), ya que puede presentar ventajas comparadas con otras bacterias acumuladoras de PHB como el uso de materias primas no convencionales que podrían abaratar el costo del proceso de producción. Por lo que en este trabajo se seleccionaron cepas de Bt con capacidad de producir PHB y que en un futuro cercano ser utilizadas como plataforma de producción.

Metodología. Se utilizaron 96 cepas de Bt aisladas previamente. Cada cepa fue sembrada e incubada en medio mínimo mineral (MMM) en matraces de 1-l con 190 ml de MMM, pH 7, 35 ° C durante 24 h y 200 rpm de agitación. Muestras a distintos tiempos se utilizaron para el conteo celular en cámara de Neubauer, además se fijaron a un portaobjetos y se les agregó una solución etanólica con negro sudan 0.3% y se observaron al microscopio. Después de 24 h se realizó la extracción del polímero por el método de hipoclorito-cloroformo y su posterior caracterización mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).

Resultados.

Mediante la técnica de tinción negro sudan se observaron gránulos de PHB de color azul en cinco cepas de Bt, lo cual indica una prueba positiva para la producción del biopolímero como se ve en la Figura 1. En la Figura 2 se compara el crecimiento de las cepas seleccionadas, denotando que la cepa 81 C fue la que

tuvo el mayor crecimiento 1.66×10^{10} células/ml. Esto nos indica que a pesar de usar el mismo medio, las cepas que acumulan PHB tienen distintos perfiles de crecimiento. Por otro lado, el análisis mediante FTIR se lograron observar picos característicos de PHB entre los 1700 a 1750 cm^{-1} correspondiente al grupo C=O y a los 14050 correspondientes a grupos CH₃. de las distintas cepas, comprobando que acumulan el biopolímero.

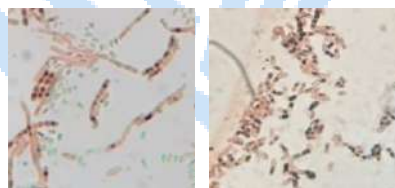


Figura 1. Gránulos de PHB en la cepa 81C de Bt.

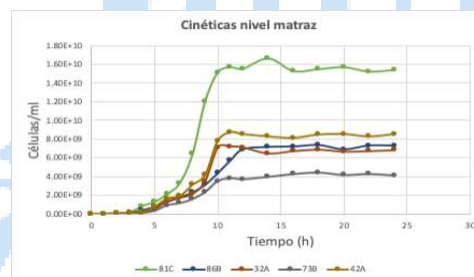


Figura 2. Comparación de crecimiento en MMM en cepas de Bt.

Conclusiones. Se lograron seleccionar cinco cepas con potencial para la producción de PHB dentro de las cuales la cepa 81 C fue la que presentó un mayor crecimiento. Al analizar los extractos del polímero mediante FTIR se pudo determinar que las 5 cepas son capaces de producir PHB utilizando en un medio mineral.

Bibliografía.

- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). 25–29. <https://doi.org/10.1126/sciadv.170078>
- Kourmentza, C., Plácido, J., Venetsaneas, N., Burniol-Figols, A., Varrone, C., Gavala, H. N., & Reis, M. A. M. (2017). Bioengineering, 4(2), 1–43. <https://doi.org/10.3390/bioengineering4020055>
- Odeniyi, O. A., & Adeola, O. J. (2017), 407–413. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.06.041>

EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA BIORREFINERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO Y ENZIMAS A PARTIR DE EFLUENTES DE DESECHO DE LA INDUSTRIA CERVECERA Y LÁCTEA

Juan Carlos Gaxiola-Flores, Uriel Enrique Reyes-Solís, Arturo Velgis-García, Óscar Ariel Rojas-Rejón, Felipe Sánchez-Carrillo, Pablos Hernández-Sánchez, Víctor Sevilla-Güitrón, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, Departamento de Procesos Industriales (PTI). Tlaquepaque, Jal. C.P. 45609. ib721472@iteso.mx

Palabras clave: Biorrefinería, Técnico-económico, Residuos

Introducción. La industria cervecera y quesera generan una considerable cantidad de residuos, los cuales no tienen una manera específica de disposición. En el caso de la industria cervecera, se estima que por cada 100 L de cerveza se generan 20 kg de Residuos de Mosto Cervecero (RMC) húmedo (1). Tomando en cuenta estos datos, en 2018 se produjeron alrededor de 2.4 millones de ton de RMC húmedo. En el caso de la industria quesera se considera que por cada kilogramo de queso se generan de 8 a 9 litros de lactosuero. La producción de queso en el país para 2015 era de 332,251 ton. Por lo que se generan aproximadamente de 2,660 a 2,990 millones de litros de residuos de lactosuero (2). El objetivo del presente trabajo es la evaluación económica y ambiental de una biorrefinería diseñada, para la producción de lactosuero, invertasa y biometano.

Metodología. Para la simulación y análisis de la biorrefinería propuesta en este trabajo, se requirió del software SuperPro Designer. De la misma manera, se utilizaron metodologías como el análisis de punto de pliegue que se utilizó para la optimización energética de la biorrefinería y el análisis de valor presente neto (VPN) para la evaluación técnico-económica de la propuesta según el tamaño de planta (3).

Resultados. En la Figura 1 se encuentra el análisis paramétrico del VPN donde se generaron datos para 25 casos variando la cantidad de materia prima de 20-100% de la materia prima disponible. En el caso de lactosuero en incrementos de 7,600 L/h y el mosto en incrementos de 4,100 kg/h. Se buscó obtener un VPN menor al precio de venta de la invertasa que por su grado de pureza se encontró un producto similar en 240,550 USD/kg, esto se logró con 40-100% de lactosuero con cualquier cantidad de mosto. El valor más bajo de VPN (9,623.58 USD) se obtuvo con el máximo de lactosuero y mínimo de mosto, mientras que el mayor valor de VPN (31,156.47 USD) se obtuvo con el mínimo de ambos.

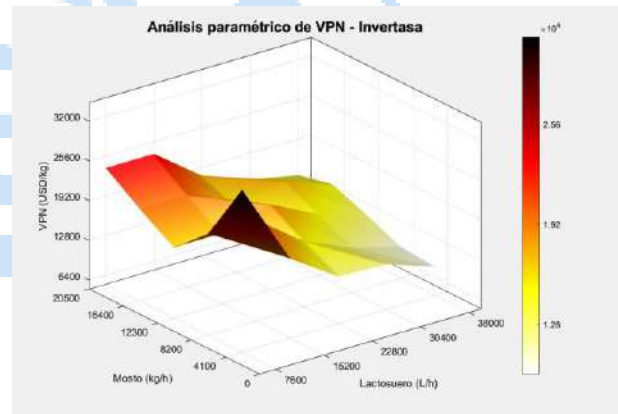


Fig. 1. Análisis paramétrico de VPN – Invertasa

Conclusiones. Los resultados obtenidos tienen varias implicaciones, al incrementar la materia prima, incrementa la cantidad de producto que se puede generar, a su vez los equipos son utilizados en mayor grado y el costo asociado con la producción es distribuido en más unidades de producción, con esta disminución aparente ahora baja el VPN necesario para ser rentable (4).

Agradecimiento. Agradecemos al FAI ITESO 2019 por permitirnos el acceso a la licencia de SuperPro Designer.

Bibliografía.

- Mussatto, S. I., Dragone, G., and Roberto, I. C. (2006) Brewers' spent grain: Generation, characteristics and potential applications, *J. Cereal Sci.* 43, 1–14
- Osorio-González, C.S., *et al.* (2018). Potencial de aprovechamiento del suero de queso en México. *Agro productividad.* 11 (7), 101-106.
- Sánchez, A., Sevilla-Güitrón, V., Magaña, G., & Gutiérrez, L. (2013). Parametric analysis of total costs and energy efficiency of 2G enzymatic ethanol production. *Fuel*, 113, 165–179.
- Shou, T. (2022). A Literature Review on the Net Present Value (NPV) Valuation Method. *International Conference on Enterprise Management and Economic Development (ICEMED 2022)*. 826-830.

EXTRACCIÓN BIOLÓGICA-QUÍMICA DE QUITOSANO DE RESIDUOS DE CAMARÓN USANDO MIEL DE DESECHO COMO FUENTE DE CARBONO

Alejandra Aurora Ordoñez Moreno¹, Soledad Cecilia Pech Cohuo², Neith Pacheco², Mario Adrián de Atocha Dzul Cervantes¹, Juan Carlos Cuevas Bernardino³, Teresa de Rosario Ayora Talavera². ¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, en el Estado de Campeche, México. (24900) ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ, A.C., Subsede Sureste, México (97302), ³CONACYT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ, A.C., Subsede Sureste, México (97302)

tayora@ciatej.mx

Palabras clave: Quitosano biológico-químico, miel no apta consumo humano, residuos de camarón

Introducción. Una de las principales fuentes de obtención de quitosano son los residuos de la industria camaronera [1]. La fermentación ácido láctica es una alternativa para la obtención de quitina, en la cual se utilizan bacterias ácido lácticas (BAL) para la desmineralización que requieren de una fuente de carbono como sacarosa, glucosa o fructosa. Por lo que también es importante explorar otras fuentes como la miel de desecho de *Apis mellifera* no apta para el consumo humano por sus altas concentraciones de hidroximetil furfural (HMF) [2]. El objetivo de este trabajo es aprovechar residuos de camarón y desechos de miel, en un proceso biológico para la obtención de quitina y quitosano.

Metodología. Se realizaron 2 fermentaciones una con azúcar como control (FA) y otra con miel de residuo (FM). A las fermentaciones se les añadieron desechos de camarón que fueron mezclados con la fuente de carbono (10% p/p), iniciador BAL (*Enterococcus faecium*) (5% v/p) [3]. La quitina obtenida a partir de los diferentes tratamientos fue sometida a una desacetilación química utilizando NaOH al 60% (p/v) durante 72 horas. Al terminar el proceso el quitosano fue lavado con agua destilada y secado en una incubadora a 50°C durante 72 horas. Se determinó la solubilidad del quitosano y grado de desacetilación (GD) por el método de titulación [4].

Resultados. Se obtuvo un rendimiento de quitina para las fermentaciones FA y FM del 10.69 y 10.87%, y de quitosano de 4.94 y 7.45%, respectivamente. En cuanto a la solubilidad, los tratamientos no tuvieron diferencias significativas (tabla 1), lo que indica la efectividad de la utilización del NaOH al 60% (p/v) para la desacetilación, puesto que la solubilidad del quitosano depende de factores como el GD (Martín Lopez *et al.*, 2021). Con respecto a esto, el GD obtenido es concordante con la obtención de quitosano y similar a otros estudios [5]. Donde reportaron valores de 85.25% usando espectroscopia de resonancia magnética nuclear (HNMR) y 78 % con

Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) aplicando la ecuación de Baxter.

Tabla 1. Propiedades del quitosano obtenido.

Muestra	FA	FM
Rendimiento quitina (%)	10.69	10.87
Rendimiento quitosano (%)	4.94	7.45
Solubilidad (%)	91.44 ± 2.03 ^a	90.06 ± 4.6 ^a
Grado desacetilación	76.4 ± 0.91 ^a	71.23 ± 0.91 ^b

Letras similares en la misma fila indican que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$).

Conclusiones. La utilización de los residuos del camarón *Litopenaeus vannamei* y residuos de miel de *Apis mellifera*, en la fermentación ácido láctica con bacterias *Enterococcus faecium*, es una alternativa viable para la extracción de quitosano mediante un método biológico-químico.

Agradecimiento. Al Programa de Estancias Posdoctorales para Mujeres Mexicanas Indígenas en Ciencia, Tecnología Ingenierías y Matemáticas, de CONACYT - CIESAS- IDRC.

Bibliografía. 1- Antoniraj, M.G., Leena, M.M., Moses, J.A., Anandharamakrishnan, C. (2020). *Int. J. Biol. Macromol.*, 147, 1268–1277.
2- Kurtagić, H., Sarić, E., Abdelfattah, N., & Murtabegović, N. (2021). *Int. J. of Envir. Sci. & Nat. Res.*, 26(5), 175-180.
3. Pech-Cohuo, S. C., Herrera-Pool, E., Ramos-Díaz, A., Cuevas-Bernardino, J. C., Ayora-Talavera, T., Pacheco, N. (2020). Aprovechamiento de proteasas de Piñuela (*Bromelia pinguin*) para desproteinización de desechos de camarón. En: *Aprovechamiento de frutos, productos y subproductos tropicales*. Pacheco, N., Cuevas-Bernardino, J. C., Ayora-Talavera, T. CIATEJ. México pp.149.152
4- Jiang, Y., Fu, C., Wu, S., Liu, G., Guo, J., Su, Z. (2017). *Mar. Drugs*, 15(11), 332.
5- Martín-López, H., Pech-Cohuo, S. C., Herrera-Pool, E., Medina-Torres, N., Cuevas-Bernardino, J. C., Ayora-Talavera, T., Espinosa-Andrews, H., Ramos-Díaz, A., Trombotto, S., & Pacheco, N. (2020). *Agric.*, 10(10), 464.

LA AUSENCIA DE LA PHASINA P3, PROTEÍNA ASOCIADA AL GRANULO DEL BIOPLÁSTICO POLI-3 HIDROXIBUTIRATO (P3HB), PROVOCA UNA DISMINUCIÓN EN LA SINTESIS Y PESO MOLECULAR DEL POLÍMERO

¹Claudia Aguirre, ²Jessica Ruiz, ¹ Enrique Galindo, ² Daniel Segura, ¹ Carlos Peña

Instituto de Biotecnología, ¹Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis y ²Departamento de Microbiología Molecular, UNAM Cuernavaca, Morelos, 62100.

claudia.aguirre@ibt.unam.mx

Palabras clave: A. vinelandii, phasina P3, phasina P2.

Introducción. Las phasinas son un conjunto de proteínas asociadas a gránulos (PAG) del bioplástico degradable poli-3-hidroxibutirato (P3HB). En microorganismos productores de este biopolímero su presencia se ha asociado a funciones estructurales y de distribución de los gránulos dentro de las células, y al control de la actividad de las P3HB sintetas y P3HB depolimerasas (1). En *A. vinelandii* las phasinas P2 y P3 son de reciente descubrimiento, por lo tanto, se han generado cepas mutantes que tienen inactivado el gen que codifica a la phasina P2 (mutante phbP2-), y el gen que codifica a la phasina P3 (mutante phbP3-) (2). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la ausencia de las phasinas P2- y P3- sobre la cantidad de polímero producido y el peso molecular del P3HB.

Metodología.

Se llevaron a cabo cultivos lote de las cepas OP (cepa control), phbP2- y phbP3- en biorreactores de 3 L utilizando medio PYS (Peptona, Extracto de levadura, Sacarosa), T= 29°C, pH= 7.2, agitación de 500 rpm, un volumen de llenado de 2 L y 1 vvm durante 72 h. Se evaluó el crecimiento con base en proteína (método Lowry) (3), el crecimiento con base en biomasa (peso seco), el consumo de sacarosa (método DNS) (4), la concentración de P3HB mediante HPLC y el peso molecular del P3HB mediante GPC.

Resultados. A partir de los datos cinéticos generados en los cultivos, se observó que la mutación en las cepas phbP2- y phbP3- no afectó de manera significativa el crecimiento con base en proteína durante la fase exponencial (tabla 1). La producción volumétrica, productividad de P3HB y rendimiento fueron similares en los cultivos de la cepa OP y la mutante phbP2-; mientras que con cepa phbP3- se observó un descenso significativo en los tres parámetros (figura 1, tabla 1).

En cuanto a los pesos moleculares, se observó que el

Tabla 1. Evaluación de crecimiento, producción y peso molecular de P3HB.

Cepa	μ (h ⁻¹)	Q P3HB (g/L x h)	γ $\frac{P3HB}{Sac}$	Peso molecular (MDa)
OP	0.09± 0.02	0.06	0.26	3.7
phbP2-	0.11± 0.01	0.06	0.24	3.5
phbP3-	0.08± 0.03	0.04	0.17	3.1

polímero sintetizado por la cepa mutante phbP3- tuvo un valor inferior (3100 kDa) al obtenido con la cepa control (3700 kDa) y con la cepa phbP2- (3500 kDa) (Tabla 1).

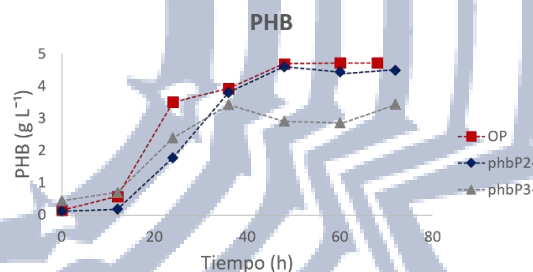


Fig. 1. Producción volumétrica de P3HB en los cultivos con la cepa OP, phbP2- y phbP3-.

Conclusiones. La ausencia de las phasina P2- y P3- no tuvieron un efecto relevante sobre el crecimiento celular. En contraste, la ausencia de la phasina P3 impacta negativamente la producción volumétrica, productividad y el peso molecular del P3HB en *A. vinelandii*.

Agradecimiento. A CONACyT por el apoyo con la beca otorgada núm. 1176564 y a PAPIIT-UNAM por el financiamiento del proyecto BG200222.

Bibliografía.

1. Mezzina, M. P., Pettinari, M. J., (2016) *Environmental Microbiology*, 82(17), pp. 5060–5067.
2. Ruiz Escobedo, J. (2009) *Tesis de maestría*, IBt, UNAM.
3. Lowry, O., Rosebrough, N., Farr, L., Randall, R., (1951) *Journal of Biological Chemistry*. 193 (1), 265-275.
4. Miller, G. L., (1959) *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.

DESIGN OF A RACEWAY POND PHOTOBIOREACTOR BY COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) FOR A SUSTAINABLE APPROACH: SCALE UP, TO GROW MICROALGAE FROM CUATRO CIÉNEGAS REGION UNDER A BIOREFINERY CONCEPT

Samanta Machado Cepeda, Regina Barboza-Rodríguez, Miriam L. Rosales Aguado, Gilver Rosero-Chasoy, Rosa M. Rodríguez-Jasso, Héctor A. Ruiz

Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, 252800, hector_ruiz_leza@uadec.edu.mx

Key words: Third generation biorefinery, Cultivation system, CFD simulation.

Introduction. Microalgae, including cyanobacteria, are unicellular organisms of great biotechnological interest because they can produce high value compounds such as carbohydrates, proteins, lipids, and pigments at a high rate through simple requirements such as light, non-potable water, and non-arable lands [1]. Photobioreactor design based on geometric settings is relevant to improve the microalgae growth, therefore Computational fluid dynamics (CFD) is used for modeling of an open raceway system.

This study aimed to isolate wild microalgae in Cuatro-Ciénegas-México, designing an open photobioreactor in the shape of a raceway from the CFD tool for their biomass growth in a pilot scale.

Material and methods. The isolated microalgae from Cuatro Ciénegas were grown in flasks. A sample was taken to determine their optimal wavelength [λ] between a range in visible region to make correct readings of optical density to estimate the growth of each microalga. After that, the microalgae were cultured in air-flow glass flasks. Samples were taken to measure pH, optical density and the biomass produced by dry weight [1]. In the evaluation BG11, MieB12 and Zarrouk were used as standard mediums. The results were treated by analysis of variance of a One-Way design of experiments.

For the obtention of speed profiles (U) inside a raceway pond for an outdoor cultivation system, the k-ε model for turbulent fluids is used in Computational Fluid Dynamics (CFD) in three different Raceway dimensions (L/W) to simulate the best U for the microalgae cultivation [2].

Turbulent kinetic energy equation, k:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\alpha \rho k) + \nabla \cdot (\alpha \rho \mathbf{u} k) - \nabla^2(\alpha \rho D_k k) = \alpha \rho G - \left(\frac{2}{3} \alpha \rho \nabla \cdot \mathbf{u} k\right) - \left(\alpha \rho \frac{\epsilon}{k}\right) + S_k + S_{k,Options}$$

Turbulent kinetic energy dissipation rate, ε:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\alpha \rho \epsilon) + \nabla \cdot (\alpha \rho \mathbf{u} \epsilon) - \nabla^2(\alpha \rho D_\epsilon \epsilon) = C_1 \alpha \rho G \frac{\epsilon}{k} - \left(\frac{2}{3} C_1 - C_{3,RR}\right) \alpha \rho \nabla \cdot \mathbf{u} \epsilon - \left(C_2 \alpha \rho \frac{\epsilon^2}{k}\right) + S_\epsilon + S_{\epsilon,Options}$$

Results. Three microalgae were identified morphologically. For *Botrydiopsis* and *Pseudochlorella*, the medium with the highest biomass production at 21 days was MieB12 with 1.23 g/L for *Pseudochlorella* and 1.45 g/L for *Botrydiopsis*. Regarding for *Tolypothrix*, the medium that allowed a higher biomass production was BG11 achieving 2.55 g/L. According to the statistical analysis, there was a significant difference between the media used for the culture.

For the results of CFD, it is noted that the best L/W ratio is 5 obeying a homogeneous U throughout the raceway, minimizing dead zones (DZ) represented by blue where the velocity is less than 0.2 m/s, and the appropriate mix of the algae-nutrient system.



Fig. 1. Morphology from isolated microalgae of Cuatro-Ciénegas

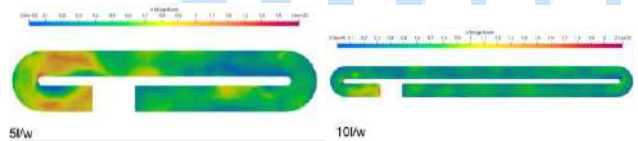


Fig 2. Results from CFD for U using different raceway dimensions

Conclusion. Biomass microalgae from Cuatro Ciénegas was achieved observing a fast growth. CFD is a simulation tool that provides helpful information for designing and optimizing a raceway pond for microalgae cultivation. The k-ε model helps predict the velocity of a turbulent fluid and allows us to anticipate the system's behavior under different dimensions.

Acknowledgment. Authors thank the National Council for Science and Technology (CONACYT, Mexico) for Fellowship support.

References.

[1] G. Rosero-Chasoy G, Rodríguez-Jasso R.M, Aguilar C.N, Buitrón G, Chairez I, Ruiz H.A, (2021) *Bioresour Technol.* (346): 126456.
 [2] Inostroza, C., Solimeno, A., García, J., Fernández-Sevilla, J.M. & Acién, F.G. (2021). Improvement of real-scale raceway bioreactors for microalgae production using Computational Fluid Dynamics (CFD). *Algal Research*, 54, 102207.

DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE PURIFICACIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS PRODUCIDOS POR *AUREOBASIDIUM PULLULANS*.

Nathalie García Estévez¹, Lorena Pedraza Segura¹, Karina Maldonado Ruiz Esparza¹, Alejandro I. Gutiérrez Hernández¹.¹Universidad Iberoamericana, Departamento de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos. Lomas de Santa Fe, Álvaro Obregón, Ciudad de México, C.P. 0.1219. Correo: ngarciae95@gmail.com.

Palabras clave: exopolisacáridos, Aureobasidium pullulans, purificación

Introducción. Los exopolisacáridos (EPS) son biopolímeros de alto peso molecular que se han convertido en bioproductos de gran interés en la industria. Para la extracción de EPS se requiere la selección de un método que tome en cuenta sus características y el grado de pureza requerido. Debido a la gran variedad de reportes que existen en la literatura sobre la purificación de este tipo de biopolímeros es necesario la selección del método de extracción. Para este estudio se utilizó *Aureobasidium pullulans* por ser una levadura que ha sido ampliamente estudiada como productora de EPS, pues es conocida por secretar el homopolisacárido denominado pululano. El objetivo de este trabajo es la selección de una estrategia de purificación a partir del estudio de dos métodos de desproteínización y dos solventes para lograr extraer la mayor cantidad de EPS.

Metodología. Microorganismo utilizado: *Aureobasidium pullulans* (NRRL 12974). Composición del medio de cultivo (g/L): 20 Sacarosa, 5 Extracto de levadura, 0.8 K₂HPO₄, 0.2 KH₂PO₄, 0.2 MgSO₄·7H₂O y 0.085 CaCl₂. Condiciones de cultivo: 28 °C, 150 rpm por 30 h. La purificación consta de estos pasos generales: centrifugación, inactivación enzimática, diálisis y secado del producto. Se evaluaron dos estrategias de desproteínización: ácido tricloroacético (TCA) (1) y reactivo Sevag (2), y dos solventes para la precipitación de EPS: etanol frío y acetona. La concentración de EPS se midió por gravimetría, la de proteína por Bradford, y la concentración celular por densidad óptica a 600 nm. Se realizó una hidrólisis ácida (3) a los EPS para identificar los monosacáridos por HPLC en la columna Aminex HPX 871H. El producto fue caracterizado por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier.

Resultados. Se realizó un diseño de experimento Factorial de Cribado 2², y se analizó los resultados mediante *One-way ANOVA* en el *software Statgraphics Centurion XIX*. Proceso: (1) Sevag-Etanol, (2) Sevag-Acetona, (3) TCA-Etanol y (4) TCA-Acetona. Por HPLC se encontraron residuos de los monosacáridos: glucosa y manosa.

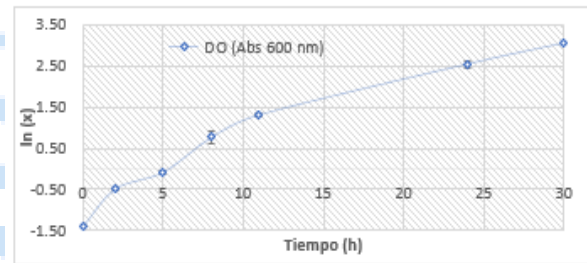


Fig. 1. Cinética de crecimiento de *Aureobasidium pullulans*.

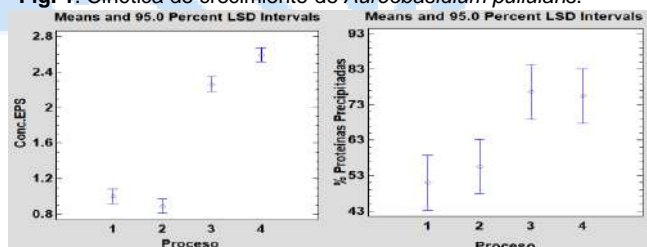


Fig. 2. Gráfico de las medias para el estudio de los procesos de purificación.

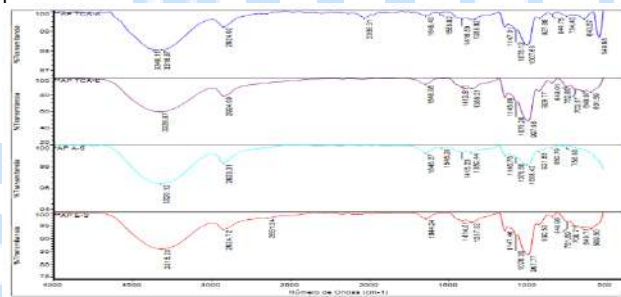


Fig. 3. IR de EPS obtenidos. Señales importantes: 3320, 2924, 1648, 1076, 930, 850, 755 cm⁻¹.

Conclusiones. Se decidió utilizar TCA como desproteínizante, ya que se logra un mayor porcentaje de proteína precipitada y como solvente acetona pues se extrae una mayor cantidad de EPS.

Agradecimiento. INIAT. Proyecto 0050.

Bibliografía.

- Lima L, Habu S, Gern J, Nascimento B, Parada J, Nosedá M, Soccó C (2008) *Applied biochemistry and biotechnology*, Vol (151): 283-294.
- Li X, Zhao R, Zhou H, Wu D (2012) *Advanced Materials Research*, Vol (340): 416-420.
- González J, Farías L, Zamudio M, Álvarez M, Vera J, Martínez R, Peña A (2012) *Journal of the Mexican Chemical Society*, Vol (56(4)): 395-401.

MODELO DE MEDIO EFECTIVO DE MECÁNICA DE FLUIDOS EN HIFAS FÚNGICAS

Jessica Sánchez-Vargas¹, Francisco J. Valdés-Parada², Mauricio A. Trujillo-Roldán¹

¹Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, 04510, Mexico. ²División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CDMX, 09340, Mexico.

jessica.sanchezvarg@gmail.com, maurotru@ibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: modelado matemático, Darcy, hifas

Introducción. En la literatura existen pocos acercamientos de modelado sobre el transporte que tiene lugar durante el cultivo de hifas. Los reportes en la literatura se han centrado en describir el crecimiento y ramificación de hifas por múltiples enfoques (1,2). Sin embargo, poco se ha reportado en cuestión de mecánica de fluidos. A pesar de que con métodos como el *promedio volumétrico* u *homogenización* (con los cuales se deducen modelos de medio efectivo donde el sistema se ve como un pseudo-continuo) existen numerosos trabajos acerca del modelado de mecánica de fluidos en sistemas biológicos, no se ha deducido alguno para el transporte en hifas. Esto es importante porque la mecánica de fluidos funge como base para describir el transporte de especies químicas de interés industrial o en investigación. El objetivo del trabajo es deducir modelos matemáticos de mecánica de fluidos capaces de predecir la velocidad del fluido intra y extracelular de hifas creciendo en medio de cultivo líquido.

Metodología. Para la deducción del modelo matemático se partió de ecuaciones en la microescala para mecánica de fluidos tanto en las hifas como en el medio de cultivo y en la frontera entre ambos. Estas ecuaciones se escalaron mediante el método del promedio volumétrico (3) a fin de obtener ecuaciones promedio capaces de describir el transporte en una región representativa de un pellet que contuviera hifas y medio de cultivo. Se utilizó microscopía óptica, de fluorescencia y electrónica para producir una geometría 3D de las hifas creciendo en medio líquido. Finalmente, se resolvieron los modelos promedio en la geometría 3D en el software Comsol Multiphysics y se validaron con simulaciones numéricas directas.

Resultados. El modelo de medio efectivo para mecánica de fluidos puede expresarse como sigue:

$$\langle \nabla \alpha \rangle_\alpha = -\frac{H_{\alpha\alpha}}{\mu_{ref\alpha}} \cdot (\nabla \langle p_\alpha \rangle^\alpha - \rho_\alpha \mathbf{b}_\alpha) - \frac{H_{\alpha\kappa}}{\mu_{ref\kappa}} \cdot (\nabla \langle p_\kappa \rangle^\kappa - \rho_\kappa \mathbf{b}_\kappa) + \frac{1}{\mu_{ref\alpha} V} \int_{\partial\beta\gamma} (2\gamma H \mathbf{n}_{\beta\gamma} + \nabla_s \gamma) \cdot \mathbf{D}_{\alpha\alpha} dA + \frac{\rho_\gamma - \rho_\beta}{\mu_{ref\alpha} V} \int_{\partial\beta\gamma} \mathbf{n}_{\beta\gamma} \cdot \mathbf{w} \mathbf{w} \cdot \mathbf{D}_{\alpha\alpha} dA$$

donde el subíndice alfa representa ya sea a la hifa o al medio de cultivo. Este modelo cuenta con dos términos

de tipo Darcy que representan la resistencia viscosa en la fase en cuestión y debido al acoplamiento entre las dos fases fluidas. También está presente una contribución de los efectos interfaciales, que se explica por los dos últimos términos.

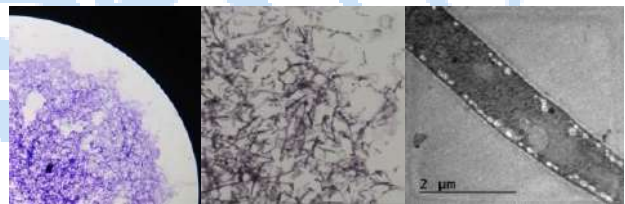


Fig. 1. Caracterización, por medio de microscopía de la estructura de las hifas a partir de un cultivo en medio líquido de *L. trichodermophora*.

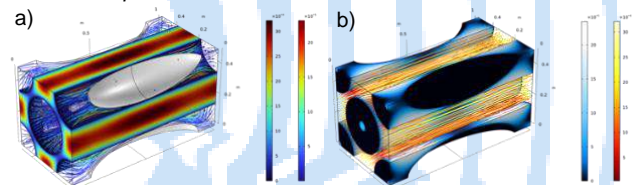


Fig. 2. Simulaciones numéricas para la velocidad del fluido a) dentro y b) fuera de las hifas en una región representativa de un pellet.

El modelo matemático presentó excelente grado de concordancia con las simulaciones numéricas directas, quedando así validado. Se evaluó la influencia de la fracción volumétrica de hifas y la reología de los fluidos implicados sobre la predicción de la velocidad dentro y fuera de las hifas en zonas homogéneas de un pellet.

Conclusiones. Los modelos matemáticos deducidos permitieron predecir el flujo de los fluidos en hifas y medio de cultivo, haciendo posible la evaluación de distintos grados de libertad de interés.

Agradecimiento. CONACyT beca No. 802319. Posgrado en Ciencias Bioquímicas, UNAM. DGAPA-PAPIIT CV201220 y IN211422. **Bibliografía.**

1. Yang, H., Reichl, U., King, R., Gilles, E.D. (1992b). Measurement and simulation of the morphological development of filamentous microorganisms. *Biotechnology and Bioengineering* 39, 44–48.
2. King, R. (2015). A framework for an organelle-based mathematical modeling of hyphae. *Fungal Biology and Biotechnology* 2.
3. Whitaker, S. (1999). *The Method of Volume Averaging*. Springer Netherlands, Dordrecht.

DINÁMICA DE POBLACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN UN VINO DE PALMA A BASE DE LA SAVIA DE *Cocos nucifera* L.

David Ramírez Salmerón, Jeiry Toribio Jiménez, Cuauhtémoc Pineda Muñoz, Daysi Navez González y Gerardo Huerta Beristain. Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Gro. C.P. 39074. Correo: orfedrs@gmail.com

Palabras clave: Bacterias ácido lácticas, tuba, fermentación.

Introducción. Los alimentos y bebidas fermentadas son elaboradas a partir de diferentes sustratos. En México se han descrito 16 bebidas fermentadas tradicionales y 143 plantas que sirven de sustrato (1). El vino de palma conocido como Tuba se obtiene a partir de la fermentación de la savia de la palma de coco (2), producida y consumida localmente en la costa del pacífico sur como una bebida refrescante. Mediante diferentes estudios se ha descrito que la diversidad de microorganismos presente es amplia y variable, reportando la presencia de levaduras, bacterias ácido acéticas y bacterias ácido lácticas (BAL) (3,4). Este último grupo resulta de interés por sus características metabólicas.

Bajo este contexto, el objetivo del presente trabajo es conocer la dinámica de población de las BAL cultivables en la Tuba.

Metodología. La Tuba fue colectada de manera tradicional en Acapulco, Gro. La fermentación se realizó en matraz de 250 mL con un volumen de operación de 100 mL a 30 °C y 100 rpm. Se tomaron muestras a las 0, 6, 18, 24, 35 y 48 h. Para el aislamiento se realizaron diluciones (10^{-1} a 10^{-6}) en agua peptonada, 100 μ L de las dos últimas diluciones fueron inoculados en medio sólido MRS con glucosa 1% y cicloheximida 10 μ g/mL, incubadas en condiciones anaeróbicas a 30 °C por 24 h. Las colonias obtenidas fueron agrupadas de acuerdo a sus características morfomacrosópicas similares y se realizó tinción gram y actividad catalasa.

La capacidad de metabolismo de azúcares y de acidificación se evaluó en medio MRS suplementado con diferentes fuentes de carbono al 1%.

Resultados. Durante la fermentación de la Tuba guerrerense se observó una alta población de BAL. Al inicio de la fermentación hubo 2.77×10^8 UFC/mL, incrementando 9.5% a las 6 h donde se observó la máxima población (3.03×10^8 UFC/mL), así a las 18 h la población de BAL (1.32×10^8 UFC/mL) disminuyó 56.6% respecto a la población de las 6 h (Fig. 1). Este decrecimiento en la población de BAL en la tuba continúa a las 24, 35 y 48 h, con 6.85×10^7 , 3.30×10^6 y 1.50×10^6 UFC/mL, respectivamente. Aunque la

población de BAL disminuye drásticamente a partir de las 24 h de fermentación, esta es abundante.

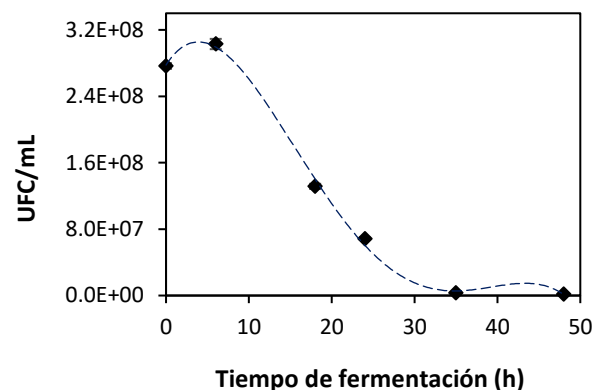


Fig. 1. Dinámica de población de BAL viables (UFC/mL) durante la fermentación de la Tuba.

El número total de aislados en este trabajo fue de 20 con características morfológicas diferentes, con diferente capacidad para fermentar carbohidratos para la formación de ácidos orgánicos. Sin embargo, solo trece aislados consumieron sacarosa, nueve celobiosa y cinco la lactosa, siendo este último el que menos microorganismos prefieren.

Conclusiones. La población de BAL son más abundantes durante las primeras horas de fermentación de la Tuba.

Agradecimiento. David Ramírez Salmerón es becario de CONACYT, CVU: 1192398.

Bibliografía.

- (1) Ojeda-Linares C, Álvarez-Ríos GD, Figueredo-Urbina CJ, Islas LA, Lappe-Oliveras P, Nabhan GP. (2021). *Foods*, 10, 2390.
- (2) Velázquez-Monreal J, Meléndez-Rentería NP, Rodríguez-Herrera R, Aguilar-González CN. (2011). *Cienciacterta*, 25, 11-14.
- (3) Astudillo-Melgar F, Ochoa-Leyva A, Utrilla J, Huerta-Beristain G. (2019). *Frontiers in microbiology*, 10, 531.
- (4) De la Fuente-Salcido NM, Castañeda-Ramírez JC, García-Almendárez BE, Bideshi DK, Salcedo-Hernández R, Barboza-Corona JE. (2015). *Food science & nutrition*. 3, 434-442.

IMPACTO DE FACTORES AMBIENTALES Y NUTRICIONALES EN LA FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE BACTERIAS ÁCIDO-LÁCTICAS EPIFITAS DE AGAVE

Nayeli Martha-Lucero, Gustavo Viniegra-González, Luis González-Olivares y Alma Cruz-Guerrero*.
Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Ciudad de México, 09340, México. Correo: aec@xanum.uam.mx.

Palabras clave: biopelículas, fructanos de agave, bacterias ácido-lácticas

Introducción. Las biopelículas de bacterias ácido-lácticas (BAL) son una alternativa para solucionar los problemas que existen en las fermentaciones de ácido láctico (AcL), por ejemplo; facilitan la separación del producto, evitan la inhibición por producto y mejoran la viabilidad de las BAL durante un mayor tiempo de fermentación ⁽¹⁾.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la formación de biopelículas con BAL aisladas de agave evaluando diferentes condiciones como: fuentes de carbono (glucosa, fructosa y fructanos), pH y tiempo de fermentación.

Metodología. Se analizaron 9 cepas de BAL aisladas de agave del género *Lactobacillus* y *Enterococcus*. Se determinó la formación de biopelículas de acuerdo con Lebeer *et al.* (2007). Se evaluaron distintas condiciones las cuales fueron: fuentes de carbono: glucosa, fructosa y fructanos; utilizando el medio de cultivo con fructanos 20 g/L se evaluaron diferentes pH: 5, 5.5, 6 y 6.5 y diferentes tiempos de fermentación: 3 y 5 días.

Los análisis estadísticos se realizaron con STATGRAPHICS plus 5.1 y método de Tukey ($p < 0.01$).

Resultados. Las BAL formaron biopelículas con las tres fuentes carbono (Fig. 1.), obteniendo mejores resultados con fructanos de agave en las cepas DG2, DG3, DG4 y DG8 ($p < 0.01$).

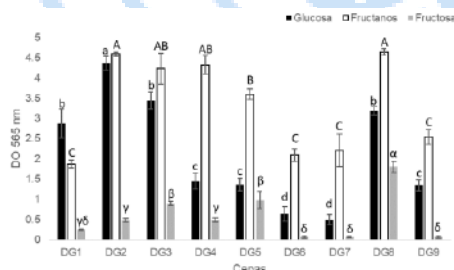


Fig. 1. Formación de biopelículas con glucosa, fructanos y fructosa. Las minúsculas representan la diferencia significativa de glucosa, las mayúsculas de fructanos y las griegas a fructosa ($p < 0.01$).

Se consideró la mejor fuente de carbono para los posteriores análisis y se evaluaron distintos pH (Fig. 2.), dónde la formación de biopelícula se ve favorecida con el pH 5.5 y 6 ($p < 0.01$).

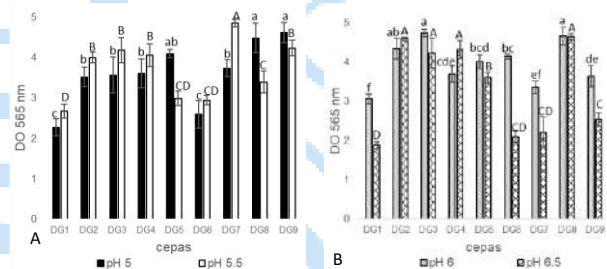


Fig. 2. Formación de biopelículas con distintos pH. En la Fig. 2A las letras minúsculas indican el pH 5 y las letras mayúsculas al pH 5.5; en la Fig. 2B las letras minúsculas indican el pH 6 y las letras mayúsculas el pH 6.5 ($p < 0.01$).

Con respecto al tiempo la formación de biopelículas tiene una variabilidad (Fig. 3.), ya que en la mayoría de las cepas a los 5 días incrementó, excepto en la cepa DG9 que el tiempo provocó una disminución.

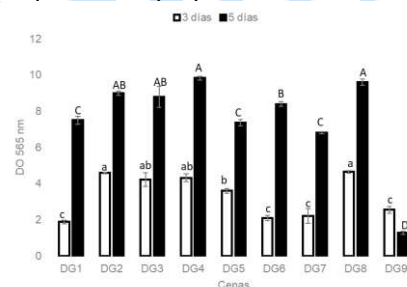


Fig. 3. Formación de biopelículas a distintos tiempos: 3 y 5 días. Las letras minúsculas representan los grupos a los 3 días, las mayúsculas con 5 días ($p < 0.01$).

Conclusiones. Se observó que los factores como tiempo, pH y diferentes carbohidratos tienen un efecto en las biopelículas, siendo parámetros controlables en una fermentación que pueden ser ajustados para mejorar la formación de biopelículas.

Agradecimiento. Nayeli Martha-Lucero disfrutó de una beca de posgrado del CONACYT.

Bibliografía.

- Gao, J., Sadiq, F. A., Zheng, Y., Zhao, J., He, G., & Sang, Y. (2022). *Gut Microbes*, 14(1), 2126274.
- Lebeer, S., Verhoeven, T. L., Perea Vélez, M., Vanderleyden, J., & De Keersmaecker, S. C. (2007). *Applied and Environmental Microbiology*, 73(21), 6768-6775.

EVALUACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE LEVADURAS EN MEDIOS SINTÉTICOS CON Y SIN INHIBIDORES Y JUGO NATURAL DE AGAVE

Santiago Rodríguez-de-la-Peña^a, Alejandro Arana-Sánchez^b, Manuel R. Kirchmayr^a, Melchor Arellano-Plaza^a

^aCIATEJ, Biotecnología Industrial. Guadalajara, Jal. 44270. ^bITESO, PTI. Tlaquepaque, Jal. 45609. sarodriguez_al@ciatej.edu.mx

Palabras clave: Tequila, fermentación, levaduras.

Introducción. En el proceso de elaboración del tequila, durante la hidrólisis de los fructanos del agave, por medio de la reacción de Maillard, se producen furanos que inhiben el crecimiento y fermentación de las levaduras presentes (1). Para el estudio de los procesos fermentativos del jugo de agave, se han utilizado medios sintéticos que emulan el contenido de fructosa y de otros nutrientes (2). Sin embargo, estos no contienen los compuestos inhibidores como el furfural, el 5-hidroximetilfurfural (HMF) y ácido acético que pueden impactar en el desarrollo, ya que lo estudiado en los medios sintéticos sin inhibidores puede diferir a lo que ocurre en un jugo natural, por lo que resulta necesario diseñar un medio sintético con inhibidores que asemeje el crecimiento de los microorganismos que se obtiene en una fermentación en un jugo natural de agave.

El objetivo del trabajo es evaluar si existe diferencia significativa en la tasa de crecimiento de tres tipos de levaduras que participan en la fermentación del jugo de agave (*Saccharomyces cerevisiae* (AR5), *Pichia Kluyveri* (GRO3) y *Kluyveromyces marxianus* (SLP1)) durante su desarrollo en tres medios distintos: sintético sin inhibidores (S), sintético con inhibidores (S.In) y jugo de agave natural (N).

Metodología. Se preparó un medio sintético de agave sin inhibidores como el que se ha reportado (2) y uno con inhibidores siguiendo la misma metodología, agregando además 0.2 g/L de furfural, 1.5 g/L de HMF y 1 g/L de ácido acético. Se pusieron por duplicado las tres cepas de levaduras (AR5, GRO3 y SLP1) en los medios sintéticos, además de en un jugo natural de agave hidrolizado por cocción, en crecimiento individual en agitación a 250 rpm a 30°C, inoculando 1x10⁶ células/mL. Se evaluó el crecimiento de las levaduras tomando datos de densidad óptica a distintos tiempos, relacionándolos a la biomasa.

Resultados. Se observó (con un 95% de confianza) que los valores de μ para AR5 no presentan diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los medios. Para GRO3, N ocasiona un decremento significativo con respecto a S y S.In que entre ellos no

muestran diferencia estadística. Para SLP1, S.In presenta un decremento significativo con respecto a N y S, que entre ellos no existe diferencia (fig 1D). No obstante, la población final para GRO3 y SLP1 decrece con N y, S.In, decrece con respecto a S, acercándose al comportamiento de N en este parámetro y en la fase de latencia.

Con los datos cinéticos de crecimiento se realizó un análisis de regresión no lineal para evaluar el ajuste al modelo de Gompertz (3), y se comprobó que todos se ajustaron con un R² mayor a 0.977 (fig.1 A, B y C).

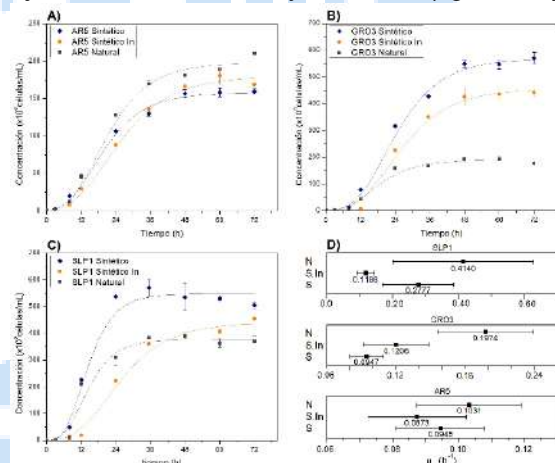


Fig. 1. Ajuste con el modelo de Gompertz para el crecimiento en medio sintético (azul), sintético con inhibidores (naranja) y natural (negro) para AR5 (A), GRO3 (B) y SLP1 (C). Comparación de los rangos de valores de μ para las levaduras en los diferentes medios.

Conclusiones. S.In provoca una disminución en la población y crecimiento máximo, comparado con S. S.In, logra acercarse al comportamiento de N, pero aún falta la adición de compuestos para poder emular a N.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca con número de apoyo: 821350

Bibliografía.

1. Waleckx, E., Gschaedler, A., Colonna-Ceccaldi, B., & Monsan, P. (2008). *Food Chem.* 108(1), 40-48.
2. Lopez, C. L. F., Beaufort, S., Brandam, C., & Taillandier, P. (2014). *World J. of Microbiol. Biotechnol.* 30, 2223-2229.
3. Phuoketphim, N., Salakkam, A., Laopaiboon, P., & Laopaiboon, L. (2017). *J. of Biotechnol.* 243, 69-75.

EFFECT OF DISSOLVED OXYGEN ON PHOTOAUTOTROPHIC POLYHYDROXYBUTYRATE PRODUCTION BY *SYNECHOCYSTIS SP*

Enrique Romero Frasca, Germán Buitrón

Instituto de Ingeniería, Unidad Académica Juriquilla, UNAM, Querétaro, 76230

gbuitronm@iingen.unam.mx

Keywords: Bioplastics, hypoxia, cyanobacteria

Introduction. Cyanobacteria can accumulate biopolymers as carbon and energy reserves, first as glycogen and then as polyhydroxybutyrate (PHB), under nutrient-unbalanced conditions (1,2). A major challenge in sustainable PHB production in photoautotrophs is their overall low amount of intracellular accumulation. Since glucose released during glycogenolysis also supports photorespiration (3), suppressing dissolved oxygen from photobioreactors could improve PHB concentration by reducing competition with this futile pathway. This study aimed to determine whether oxygen saturation influences PHB accumulation in a predominantly *Synechocystis* sp. consortium.

Materials & Methods. Experiments were carried out following a two-step cultivation approach in closed photobioreactors. First, *Synechocystis* sp. was grown in nutrient-abundant BG-11 until exponential growth under open conditions. Then, the resulting biomass was harvested, washed, and inoculated in nitrogen-depleted, O₂-free BG-11 to stimulate PHB accumulation. During this phase, dissolved oxygen was monitored daily and maintained at ≤ 2.0 mg O₂ L⁻¹ by injecting pure gaseous N₂. A second set of photobioreactors was continuously injected with filtered air for comparison. Biomass growth was determined every 48 h in terms of optical density at 680 nm and chlorophyll at 455 nm. After harvesting and oven drying, glycogen and PHB content were monitored at selected time intervals (3, 5, and 8 d) via phenol-sulfuric (4) and acidic methanolysis/GC methods (5), respectively.

Results. Findings in our study showed that biomass growth experienced a four-fold increase under air-saturated (7.0-7.5 mg O₂ L⁻¹) and hypoxia (0.5-1.0 mgO₂ L⁻¹) conditions after 3 and 5 d, respectively (Fig. 1). Specific growth rates of both conditions were 0.194 (air-saturated) and 0.275 (hypoxia) d⁻¹. Regarding polymer accumulation, results showed that hypoxia over *Synechocystis* sp. resulted in an accumulation of 38 ± 3 mg glycogen g dried biomass⁻¹ and 110 ± 10 mg PHB g dried biomass⁻¹ after 8 d. However, when air-saturated conditions were tested, the cyanobacteria

decreased their accumulation of both polymers achieving a maximum content of 58 ± 14 mg glycogen g dried biomass⁻¹ polysaccharides and 87 ± 8 mg PHB g dried biomass⁻¹ on day 5. From a practical point of view, using heterotrophic bacteria (that consume oxygen) and wastewater can be a promising scenario.

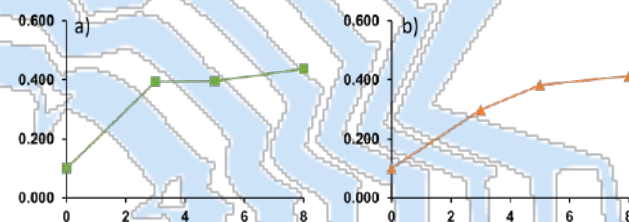


Fig. 1. Growth curve for predominantly *Synechocystis* sp. mixed consortium grown under (a) air-saturated and (b) hypoxia conditions

Conclusions. Our study demonstrated that purging dissolved oxygen from photobioreactors could enhance PHB accumulation in a predominantly *Synechocystis* sp. mixed consortium. Hypoxia conditions resulted in a significant increase in PHB production and biomass growth, while air-saturated conditions showed a decrease in both parameters. These findings provide important insights for optimizing sustainable PHB production in photoautotrophic microorganisms.

Acknowledgments. This work was supported by SEP-CONACYT-ANUIES-ECOS NORD Project (Mexico 296514, France M18A01). E. Romero-Frasca acknowledges the support granted by CONACYT-OAS-AMEXCID Scholarship Program through the PhD grant no. 855766.

References.

- Arias, D. M., García, J., Uggetti, E. (2020). *N Biotechnol.* 55: 46-57.
- Sirohi, R., Lee, J. S., Yu, B. S., Roh, H., Sim, S. J. (2021). *Bioresour. Technol.* 341: 125751
- Koch, M., Bruckmoser, J., Scholl, J., Hauf, W., Rieger, B., Forchhammer, K. (2020). *Microb Cell Fact.* 19: 231.
- Romero-Frasca, E., Velasquez-Orta, S. B., Escobar-Sánchez, V., Tinoco-Valencia, R., Ledesma, M. T. O. (2021). *Biotechnol. Biofuels.* 14(1):93.
- Montiel-Corona, V., Buitrón, G. (2022). *Biochem. Eng. J.* 189: 108715

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área XI. Ciencias ómicas y edición de genomas

XIC01	IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA CRISPR CAS9 PARA LA MODIFICACIÓN GENÉTICA DE PHAFFIA RHODOZYMA. Autores: Oscar U. García Flores, Luis B. Flores Cotera, Rodolfo M. Moreno.	715
XIC02	ENTEROCOCCUS FAECIUM QD-2, ¿PATÓGENO O PROBIÓTICO? Autores: Daniel Acero, Diana I. Romero y Maricarmen Quirasco.	716
XIC03	CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE EDICIÓN GENÉTICA DE CLAVISPORA LUSITANIAE UTILIZANDO EL SISTEMA CRISPR-CAS9. Autores: Alejandro Lara-Meléndez, Teresa Ponce-Noyola, Ana Carmela Ramos-Valdivia, Josefina Barrera Cortés, María Lourdes Villa-Tanaca, Luis M. Salgado Rodríguez.	717
XIC04	LAS GLUCÓSIDO-HIDROLASAS FÚNGICAS DEL POZOL. Autores: Teresa E. Martínez-Oropeza, Jocelin Rizo, Daniel Guillén, Romina Rodríguez Sanoja.	718
XIC05	GENERACIÓN DE LIBRERÍAS METAGENÓMICAS DE LA MICROBIOTA DEL AGUAMIEL PARA LA OBTENCIÓN DE ENZIMAS FUNCIONALES. Autores: Daniel Ortega-Morales, Sofía González-García, Yareni Mariana Ramírez-Santoyo, Rita Karen Pacheco-Cabañas, Lesther Emmanuel López-Cruz.	719

IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA CRISPR CAS9 PARA LA MODIFICACIÓN GENÉTICA DE *PHAFFIA RHODOZYMA*.

Oscar U. García Flores, Luis B. Flores Cotera, Rodolfo M. Moreno, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, Cinvestav-IPN, Col. San Pedro Zacatenco, Ciudad de Mexico 07360, oscar.ulises@cinvesta.mx

Palabras clave: CRISPR, astaxantina, carotenoides

Introducción. *Phaffia rhodozyma* es una levadura basidiomiceta que sintetiza astaxantina, un potente antioxidante carotenoide. Las células de *Phaffia rhodozyma* acumulan astaxantina cuando enfrentan condiciones de estrés como limitación de nutrientes (e.g. nitrógeno o cobre) (1,2), presencia de sustancias tóxicas (e.g. antimicina, triclosán, fluconazol) (3) o mutaciones que afectan la cadena respiratoria (4) o el metabolismo del nitrógeno. Si bien se han empleado estrategias para que las células de *Phaffia rhodozyma* enfrenten condiciones estresantes y acumulen una mayor cantidad de astaxantina, algunas de ellas tienen algunos inconvenientes. La limitación de nutrientes y adición de sustancias tóxicas disminuyen el crecimiento de la levadura. Un lento crecimiento, aumenta los costos y las sustancias tóxicas complican los procesos de purificación. Por otra parte, las cepas mutantes que son obtenidas por mutagénesis aleatoria además de ser inestables con frecuencia presentan efectos negativos en el crecimiento y metabolismo. En levaduras como *S. cerevisiae* se han utilizado los sistemas CRISPR catalítico, interferente y activador, para mutar, inhibir o activar la expresión de genes y mejorar la producción de algunos compuestos de interés biotecnológico como los carotenoides (5). Además, con el uso de estas técnicas que son más precisas, es posible no afectar el crecimiento de la levadura. *P. rhodozyma* de forma nativa sintetiza carotenoides entre ellos la astaxantina, además puede metabolizar gran variedad de sustratos por lo que es una excelente plataforma para ser utilizada en la producción de astaxantina. Particularmente, una mutación dirigida a un gen que disminuya la función de uno de los complejos de la cadena respiratoria podría promover la acumulación de astaxantina.

El objetivo del presente trabajo es implementar la técnica CRISPR Cas9 para realizar mutaciones en los genes crtYB y SCO1.

Metodología. La estrategia está dividida en 2 etapas: La primera etapa consiste en implementar el sistema CRISPR Cas9 mediante la construcción de plásmidos que expresen la proteína Cas9 y el gRNA. El sistema permitirá producir una mutación en el gen crtYB (que cataliza el primer paso de la síntesis de carotenoides)

para generar un fenotipo albino en la levadura, lo que indicaría que el sistema está funcionando. En la segunda etapa, se utilizarán los plásmidos construidos para realizar una mutación en el gen SCO1 (que participa en el ensamble del complejo IV de la cadena respiratoria).

Resultados. Para la primera etapa 4 plásmidos han sido diseñados y construidos: un plásmido que expresa la proteína Cas9, dos plásmidos modulares que expresan los gRNA, (cada uno de ellos emplea un sistema diferente para su expresión), y un último plásmido que contiene una versión modificada del gen crtYB, que funciona como un molde de recombinación homóloga. Los plásmidos construidos ya fueron mandados a secuenciar y no se encontró ninguna mutación que pueda afectar el funcionamiento de estos. Los gRNA dirigidos al gen crtYB ya fueron diseñados y clonados en los plásmidos modulares, se ha estandarizado un ensayo para la identificación de mutantes y actualmente se está trabajando en la transformación de la levadura.

Conclusiones. De acuerdo con los resultados, el sistema CRISPR Cas9 es una técnica precisa para la modificación genética en levaduras, el gen crtYB es un buen control ya que además de no ser esencial para la levadura permite conocer a través del fenotipo si el sistema está funcionando.

Agradecimiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el financiamiento y por la beca otorgada con el número de registro 814997.

Bibliografía.

1. Chávez, C., Flores, Z., Marsch, M., Montes, M., Sánchez, S., Cancino, J. & Flores, C. (2010) *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 197 (10): 1129-1139.
2. Flores, L. & Sánchez, S. (2001a), *Biotechnol. Lett.* 23(10): 793-797.
3. Miao, L., Chi, S., Tang, Y., Su, Z., Yin, T., Guan, G. & Li, Y. (2011) *FEMS Yeast Res.* 11(2): 192-201.
4. An, G., Schuman, D. & Johnson, E. (1989) *Appl Environ Microbiol.* 55(1): 116-124
5. Lian, J., Hamedirad, M., Hu, S., & Zhao, H. (2017) *Nat. Commun.* 8(1): 1688.

Enterococcus faecium QD-2, ¿patógeno o probiótico?

Daniel Acero, Diana I. Romero y Maricarmen Quirasco, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Depto. de Alimentos y Biotecnología, Ciudad de México, 04510, quirabma@unam.mx.

Palabras clave: genómica comparativa, minería genómica, alimentos fermentados

Introducción. Las bacterias ácido lácticas (BAL) forman parte de diversos nichos ecológicos (1). Dentro de las BAL está *Enterococcus*, un género asociado a infecciones en hospitales y con multirresistencia a antibióticos. Además, se encuentra distribuido de forma ubicua, incluyendo a los alimentos fermentados. Estudios de genómica comparativa indican que las cepas de ambos hábitats son diferentes entre sí. En trabajos anteriores, se han aislado múltiples cepas de *Enterococcus faecium* a partir de quesos madurados, las cuales presentaron características probióticas y no mostraron fenotipos asociados con las cepas nosocomiales (2). En esta investigación se buscaron las diferencias genómicas entre la cepa alimentaria QD-2 y las cepas nosocomiales de *E. faecium*.

Metodología. Se estudió el genoma de la cepa QD-2 de *E. faecium* aislada de un queso Cotija elaborado en Quitupán, Jalisco. Este genoma fue secuenciado en un equipo NextSeq 500 de Illumina en la Unidad Universitaria de Secuenciación Masiva y Bioinformática-IBT-UNAM. El genoma se ensambló en Spades v.3.13.0 y su anotación fue realizada en Prokka v.1.13.3 y PAP v.1.0. Las secuencias de las otras cepas se tomaron de GenBank. La generación y análisis del pangenoma fue realizada con roary v.3.11.2 (3) y GET_HOMOLOGUES (4). La representación gráfica del pangenoma fue realizada con roary_plots y BRIG v.0.95.

Resultados. El *draft* del genoma QD-2 se construyó con 97 contigs. Se encontraron 2615 marcos de lectura abiertos, donde se anotaron genes relacionados con el sistema proteolítico, de transporte de péptidos, producción de bacteriocinas, proteínas de colonización y genes de resistencia a antibióticos, entre otros (Tabla 1). Las principales diferencias genómicas halladas entre QD-2 y las cepas nosocomiales (Aus0085 y Aus0004) consisten principalmente en la presencia de genes de colonización, de utilización de azúcares y de síntesis de péptidos antimicrobianos, además de la ausencia de genes de resistencia a varios antibióticos como vancomicina y tetraciclina, entre otros, Fig.1. Si bien posee un gen de resistencia a eritromicina, las cepas nosocomiales llegan a tener hasta tres diferentes.

Tabla 1. Composición del genoma de *E. faecium* QD-2.

Tamaño del genoma (bp)	2,676,947
GC (%)	~ 39
No. de rRNAs	3
No. de CDSs	2565
No. de tRNAs	46
No. de tmRNAs	1
Genes de resistencia	<i>aac(6)-li, msr(C), ClpL</i>
Factores de virulencia	
Adherencia	<i>EbpA/B/C, SrtC, EfaA</i>
Biopelículas	<i>BopD</i>
Bacteriocinas	<i>UviB, EntX, EntA, EntB, ORF 615, ORF 616.</i>

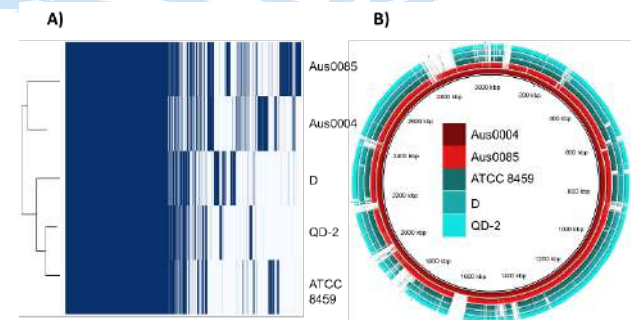


Fig. 1. A) Pangenoma y árbol filogenético (por máxima verosimilitud) de *E. faecium* QD-2 comparado contra dos cepas probióticas (D, ATCC 8459) y dos cepas patógenas (Aus0085, Aus0004). B) Anillo comparativo del pangenoma de las cepas estudiadas.

Conclusiones. A pesar de que las bacterias estudiadas pertenecen al mismo género y especie, la cepa QD-2 no tiene los factores de virulencia necesarios para la patogenicidad que sí poseen las cepas nosocomiales. Y sí contiene genes que le conferirían características probióticas, ventajas en la utilización de carbohidratos y de competencia contra patógenos.

Agradecimiento. PAPIIT IN220921, IN214423, PAIP 5000-9102.

Bibliografía.

- Romero, D.I. (2022). Análisis de bacteriocinas producidas por *Enterococcus faecium* de origen alimentario. Universidad Nacional Autónoma de México. Cd.Mx.
- Olvera-García, M., Sanchez-Flores, A. & Quirasco, M. (2018). *Appl Microbiol Biotechnol.* 102: 2251–2267
- Page, A. J., Cummins, C. A. *et al* (2015). *Bioinformatics.* 31(22): 3691–3693.
- Contreras-Moreira, B., Vinuesa, P. (2013). *Appl Environ Microbiol.* 79(24): 7696–7701.

CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE EDICIÓN GENETICA DE *Clavispora lusitaniae* UTILIZANDO EL SISTEMA CRISPR-Cas9

Alejandro Lara-Meléndez¹, Teresa Ponce-Noyola¹, Ana Carmela Ramos-Valdivia¹, Josefina Barrera Cortés¹, María Lourdes Villa-Tanaca² y Luis M. Salgado Rodríguez³ ¹Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV Zacatenco CDMX CP 07360, ²Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN CDMX CP 11350, ³ Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), IPN, Unidad Querétaro CP 11500
alejandro.lara@cinvestav.mx.

Palabras clave: CRISPR/Cas9, Clavispora lusitaniae, biorrefinería.

Introducción. *Clavispora lusitaniae* es una levadura ascomiceta que asimila celobiosa, hexosas y pentosas; tolera altas concentraciones de etanol y temperaturas de hasta 47°C, y produce etanol, xilitol, eritritol y glicerol entre otros metabolitos(1, 2). Sin embargo, se ve limitada por la eficiencia de utilización de sustratos como xilosa para producir etanol, co-asimilación de glucosa y xilosa para producir xilitol, eritritol y glicerol, inconveniente que se puede subsanar modificando el genoma de esta levadura enfocado en las rutas metabólicas de interés (3).

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un sistema de edición genético en forma de plásmido editable, reusable y fácil de implementar en *C. lusitaniae*, para modificar a este organismo para su implementación en procesos de biorrefinería celulósica.

Metodología. Se diseñó *in silico* el mapa del plásmido con el sistema Cas9. Dicho sistema está optimizado para su expresión en el clado CTG. La obtención de los fragmentos se realizó por PCR, los cuales fueron clonados en vectores de transformación. Una vez clonados todos los fragmentos se realiza el ensamblaje por enzimas de restricción.

Resultados. Se cuenta con el armado de 4 plásmidos de clonación de los fragmentos que conformarán la construcción final.

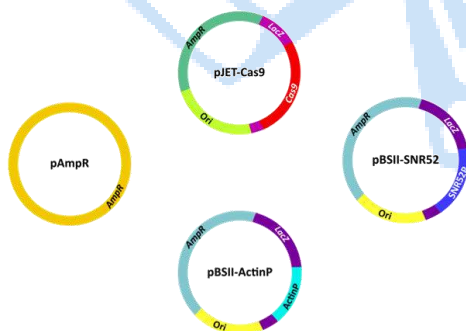


Fig 1. Esquema de los plásmidos de clonación obtenidos.

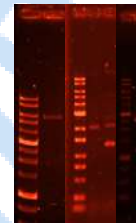


Fig 2. Electroforesis de los plásmidos de clonación obtenidos. Cada uno cuenta con uno de los fragmentos que conformara el sistema de edición.

El patrón de restricción de cada plásmido muestra los fragmentos obtenidos del tamaño esperado.

Conclusiones. Los plásmidos construidos tienen los fragmentos del sistema de edición genética para *C. lusitaniae*.

Agradecimiento. A CONACyT por el otorgamiento de la beca de doctorado (CVU 933778).

Bibliografía.

- 1 Escalante-Minakata, P., Blaschek, H. P., Barba de la Rosa, A. P., Santos, L., y De León-Rodríguez, A. (2008). Identification of yeast and bacteria involved in the mezcals fermentation of *Agave salmiana*. *Letters in Applied Microbiology*, 46(6), 626-630.
- 2 Spindler, D. D., Wyman, C. E., Mohagheghi, A., y Grohmann, K. (1988). Thermotolerant yeast for simultaneous saccharification and fermentation of cellulose to ethanol. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 17(1-3), 279-293.
- 3 Ochoa-Chacón, A., Ramos-Valdivia, A. C., Poggi-Varaldo, H. M., Villa-Tanaca, L., Martínez, A., & Ponce-Noyola, T. (2022). Fermentation performance of a Mexican native *Clavispora lusitaniae* strain for xylitol and ethanol production from xylose, glucose and cellobiose. *Enzyme and Microbial Technology*, 160.

LAS GLUCÓSIDO-HIDROLASAS FÚNGICAS DEL POZOL

Teresa E. Martínez-Oropeza^{1,2}, Daniel Guillén¹ Romina Rodríguez Sanoja¹. Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 70228, Ciudad Universitaria, Coyoacán C.P. 04510, Ciudad de México, México. Tel.: 5556229191 e-mail: terelii.bio@gmail.com. ²Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Palabras clave: pozol, hongos, glucósido-hidrolasas

Introducción. El pozol es una bebida de origen maya elaborada con masa de maíz nixtamalizado y fermentado. Actualmente se consume en el sureste de México, principalmente en Tabasco y Chiapas (1). En el pozol crece una microbiota compleja, sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en las bacterias lácticas y en especial en las bacterias lácticas amilolíticas (2).

A pesar de la importancia de los hongos como productores de enzimas, han sido muy poco investigados en este alimento. Recientemente en el grupo de investigación se obtuvo el metaproteoma del pozol y se aislaron hongos capaces de hidrolizar almidón, xilano y celulosa a diferentes tiempos de fermentación (3,4).

El objetivo de este trabajo es describir el sistema de glucósido-hidrolasas fúngicas involucradas en la utilización de polisacáridos en la fermentación del pozol a través de una aproximación microbiológica y proteómica.

Metodología. Se corroboró la actividad amilolítica, xilanolítica y celulolítica de todos los aislados en caja. Posteriormente se realizó la caracterización micro y macroscópica de los hongos y su identificación molecular con la secuencia de las regiones espaciadoras transcritas internas (ITS) (5). De manera paralela se realizó la búsqueda en el metaproteoma fúngico de glucósido-hidrolasas con MaxQuant empleando la base de datos de Uniprot. Todas las entradas se filtraron utilizando FDR de 1% y se eliminaron todos los falsos positivos. La anotación funcional se realizó con BlastKOALA con la base de datos de eucariontes.

Resultados. Se corroboraron las actividades amilolíticas, celulolíticas y xilanolíticas e identificaron molecularmente 46 aislados correspondientes a los géneros: *Trichosporon*, *Cutaneotrichosporon*, *Apiotrichum*, *Candida*, *Pichia* y *Cladosporium*.

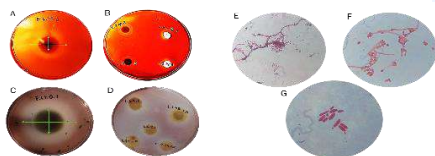
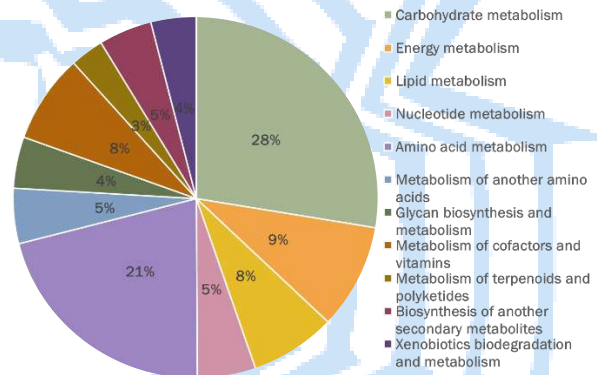


Fig. 1. A, B, C, D: Actividad amilolítica, celulolítica y xilanolítica en hongos aislados en pozol. E, F, G: Micrografías de hongos aislados del pozol. Tinción de eritrosina al 0.5%.

Con el enfoque proteómico se realizó la anotación funcional de proteínas relacionadas con el metabolismo fúngico en el pozol. El metabolismo de carbohidratos representó el 28% de las proteínas anotadas, entre éstas se encontraron β -glucosidasas del género *Pichia* y β -xilanasas de *Cladosporium* a las 24 y 48 h. Resulta de particular interés la ausencia de amilasas fúngicas.



Conclusiones. La utilización de polisacáridos como celulosa, xilano y almidón requieren una gran batería de enzimas. Con una aproximación clásica se identificaron 6 géneros con la capacidad de hidrolizar almidón, celulosa y xilano. Además, se encontraron glucosidasas y xilanasas fúngicas en el metaproteoma del pozol. Estos resultados en conjunto demuestran que los hongos utilizan como fuentes alternativas de carbono a la celulosa y el xilano y no al almidón, tradicionalmente considerado el principal carbohidrato en el maíz nixtamalizado.

Agradecimiento.

TEMO recibe de Conacyt la beca de maestría CVU 1177874 y pertenece al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Bibliografía.

1. Wachter, C. *et al.*, (2000). *J. Food Microbiol*, 251-256.
2. Díaz-Ruiz, G., *et al.*, (2003). *Applied and Environmental Microbiology*, 4367-4374.
3. Martínez Martínez, A. (2019). Ciudad de México. UNAM.
4. Rizo, J. M., *et al.*, (2021). *Frontiers in Nutrition*, 714814
5. White, T. J., *et al.*, (1990). Michigan, EE. UU.: Academic Press.

GENERACIÓN DE LIBRERÍAS METAGENÓMICAS DE LA MICROBIOTA DEL AGUAMIEL PARA LA OBTENCIÓN DE ENZIMAS FUNCIONALES

Daniel Ortega-Morales, Sofía González-García, Yareni Mariana Ramírez-Santoyo, Rita Karen Pacheco-Cabañas, Lesther Emmanuel López-Cruz; Departamento de Ciencias e Ingenierías, Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés, Cholula, Puebla, 72810; lestheremmanuel.lopez@iberopuebla.mx

Palabras clave: metagenómica, aguamiel, clonación

Introducción. El maguey (*Agave spp.*), es una de las plantas más aprovechadas en América. Existen registradas 82 especies y 197 taxones, y pocas son capaces de producir aguamiel [1]. El aguamiel es una savia proveniente de la piña de algunas especies de agave como: *A. mapisaga*, *A. atrovirens* y *A. salmiana*. Se le atribuyen cualidades prebióticas y probióticas, debido a los carbohidratos y a la microbiota que lo componen. En diversos aislamientos se han identificado levaduras y bacterias ácido-lácticas homo y hetero fermentativas. La mayoría de los estudios de la microbiota del aguamiel se han realizado por medio de técnicas tradicionales de cultivo. Por ello, gran parte de su riqueza genética es limitada y desconocida, algunos microorganismos predominantes del aguamiel son: *Lactobacillus sp.*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Zymomonas mobilis* y *Saccharomyces cerevisiae* [2-3]. Por otra parte, la metagenómica funcional, permite aprovechar la información genética con una alta sensibilidad y reproducibilidad [3]. Las librerías metagenómicas dan acceso “prácticamente ilimitado” al potencial genético de aquellos microorganismos no cultivables, a la identificación y selección de enzimas o genes de interés a través del estudio metabólico en un microorganismo huésped [4-5]. El presente estudio busca la obtención de enzimas de interés biotecnológico a través de ensayos funcionales a partir de la generación de librerías metagenómicas.

Metodología. El ADN metagenómico fue extraído de muestras de aguamiel provenientes del estado de Tlaxcala. Posteriormente, se utilizaron 100 ng de material genético que fue digerido enzimáticamente con Sau3AI (5 U/ μ L) y se realizó una electroforesis al 1% de agarosa. La ligación de los fragmentos de ADN metagenómico fue realizada en el vector de clonación pUC19 y linealizado con la enzima de restricción BamHI. Se prepararon células quimiocompetentes de la cepa *E.coli* DH5 α para la transformación bacteriana.

Resultados. Se obtuvieron fragmentos digeridos del ADN metagenómico con la enzima de restricción Sau3AI que fueron purificados entre las 7,000 y 20,000 pb desde el gel de agarosa (ver, figura 1).

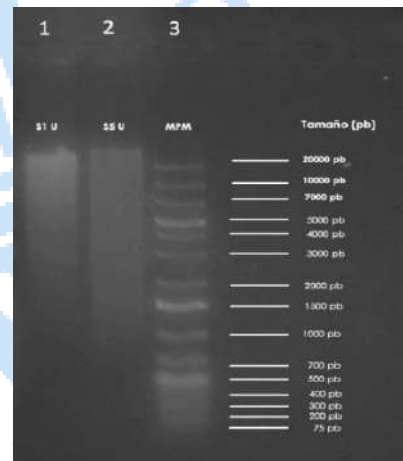


Fig. 1. ADN metagenómico del aguamiel digerido con la enzima Sau3A1.

Conclusiones. La extracción, purificación y ligación del ADN metagenómico de la microbiota del pulque fue exitosa. Las células de *E.coli* DH5 α serán transformadas y dirigidas a la búsqueda de enzimas esterazas, lipasas y lacasas mediante ensayos funcionales.

Agradecimiento. Al director del IDIT, el mtro. Ramiro Bernal Cuevas y al Dr. César Augusto Barrales Cortés, coordinador de la carrera en Ingeniería en Biotecnología.

Bibliografía.

- Guzmán-Pedraza, R., & Contreras-Esquivel, J. C. (2018). Mexican Journal of Biotechnology, 3(1), 1-22.
- Medina-Mendoza, C., Roldán-Cruz, E. I., & Vázquez-Jahuey, M. (2022). Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 19(4), 448-462.
- Sepúlveda-Sáenz, L.F. (2020). Introducción. En: Evaluación del efecto estacional sobre el microbioma involucrado en la fermentación del aguamiel y su influencia en las propiedades químicas del pulque. Piñón Castillo, H. A. Universidad Autónoma De Chihuahua México. 1-2
- Terrón González, L. (2014). Metagenómica. En: Desarrollo de sistemas de expresión para análisis metagenómicos funcionales e identificación de enzimas de interés. Santero Santurino E. Universidad Pablo de Olavide. España. 5-20
- Reyes Duarte, D., Peña García, C., Sánchez Enriquez, F., & Ferrer, M. (2010). Revista Mexicana de Ingeniería Química, 9(1), 55-62.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área XII. Bioinformática

XIIC02	IMPACTO DE DIFERENTES MÉTODOS BIOINFORMÁTICOS SOBRE EL ESTUDIO DEL MICOBIOMA DE SUELOS FORESTALES. Autores: Stephanie E. Hereira-Pacheco, Itzel Arias del Razo, Alejandra Miranda-Carrasco, Arturo Estrada Torres, Yendi E. Navarro-Noya.	722
XIIC03	IDENTIFICACIÓN DE LA RUTA DE BIOSÍNTESIS DE METIONINA EN UN METANÓTROFO TERMOACIDÓFILO. Autores: Jacqueline Eduardo, Alexis Saldivar, Sergio Revah.	723
XIIC05	ESTUDIOS A NIVEL MOLECULAR DE LAS INTERACCIONES DE LOS PRINCIPALES CO-SOLVENTES UTILIZADOS PARA ESTABILIZAR PROTEÍNAS DE INTERÉS BIOLÓGICO. Autores: Paulina Torres-Alcántara y Martin González-Andrade.	724
XIIC06	ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE HOMOLOGÍA ENZIMÁTICA ENTRE ALCOHOL ACETILTRANSFERASAS DE LEVADURAS FERMENTATIVAS. Autores: René Quezada, Alejandro Morales, Manuel Kirchmayr, Melchor Arellano, Anne Gschaedler.	725
XIIC07	ANÁLISIS GENÓMICO COMPARATIVO DE AISLADOS DE RALSTONIA SOLANACEARUM PROCEDENTES DEL ESTADO DE MÉXICO Y MORELOS. Autores: Erick Garcia Serna, Jesús Hernández Romano, Joivier Vichi Lozada, Brenda Román Ponce, Andrés Andrade Domínguez, Luis G. Treviño Quintanilla.	726
XIIC08	DISEÑO RACIONAL DE UN MECANISMO EN BACILLUS SUBTILIS PARA LA DEGRADACIÓN IN SITU DE GLIFOSATO EMPLEANDO CLONACIÓN MODULAR. Autores: Roberto Olvera-Hernández, Ximena De Unánue-Gutiérrez, Alejandro Arana-Sánchez, Oscar A. Rojas-Rejón, Alejandro Torres-Haro	727
XIIC09	ESTUDIO IN SILICO DE LOS METABOLITOS PRINCIPALES DE BACOPA PROCUMBENS COMO AGENTES POTENCIALES DEL CRECIMIENTO CAPILAR. Autores: Salvador Pérez Mora, María del Consuelo Gómez García, David Guillermo Pérez Ishiwara.	728
XIIC10.	DIVERSIDAD DE LEVADURAS EN EL QUESO COTIJA ARTESANAL MADURADO. Autores: Blanca Martínez-Aviña, Luis Lozano-Aguirre y Maricarmen Quirasco.	729

XIIC11	<p>MODELADO IN SILICO DE LA SIMBIOSIS DE LOS MICROORGANISMOS (ESCHERICHIA COLI Y SACCHAROMYCES BOULARDII) DE LA MICROBIOTA INTESTINAL HUMANA PARA ESTUDIAR SU MODULACIÓN POR EFECTO DE UN FLAVONOIDE CÍTRICO. Autores: De Anda Torres, Sara; González Ávila, Marisela; Padilla de la Rosa, José Daniel; González Reynoso, Orfil.</p>	730
XIIC12	<p>GENES DE RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS EN UN LAGO HIPEREUTRÓFICO SUBTROPICAL DE JALISCO. Autores: Díaz-Torres, O., Verduzco-Garibay, M., Senés-Guerrero, C., Gradilla-Hernández, M.S.</p>	731
XIIC13	<p>CARACTERIZACIÓN BACTERIANA DE UN LAGO PLAYA EN MÉXICO. Autores: Marycarmen Verduzco Garibay, Osiris Díaz Torres, Alberto Fernández del Castillo, Diego Díaz Vazquez, Ingrid Hernández Guardado, Martín Esteban González-López, Danielle A. Orozco-Nunnelly, Carolina Senes-Guerrero, Misael Sebastián Gradilla-Hernández.</p>	732
XIIC14	<p>ANÁLISIS IN SILICO DE LA INTERACCIÓN ENTRE SUSTRATOS EMPLEADOS EN LA SÍNTESIS DE OLIGOSACÁRIDOS FUCOSILADOS Y UNA FUCOSIDASA DE BIFIDOBACTERIUM LONGUM. Autores: Mauricio Eduardo Pavón-Chimal, Carlos Jiménez Pérez, Francisco Guzmán-Rodríguez, Lorena Gómez-Ruiz, Gabriela Rodríguez-Serrano, Mariano García-Garibay, Sergio Alatorre-Santamaría, Luis González-Olivares, Alma Cruz-Guerrero.</p>	733
XIIC15	<p>IDENTIFICACIÓN DE DEPOLIMERASAS DE PHB'S EN MUESTRAS DE METAGENOMAS PROVENIENTES DE UN LAGO SODADO DE LA ISLA ISABEL. Autores: Abigail Hernández Vázquez, Luis Mario Hernández Soto, José Abraham Canales Meza, Marcos López Pérez, José Félix Aguirre Garrido, Rina María González Cervantes, Humberto García Arellano.</p>	734
XIIC16	<p>ANÁLISIS IN SILICO DEL CAMBIO CONFORMACIONAL DE LA CAVIDAD DEL CÁLIZ DE LA α-LACTOGLOBULINA BOVINA Y SU EFECTO EN LA INTERACCIÓN CON LA AFLATOXINA M1. Autores: Carlos Jiménez-Pérez, Carlos Z. Gómez-Castro, Sergio Alatorre-Santamaría, Lorena Gómez Ruiz, Francisco Guzmán-Rodríguez, Gabriela Rodríguez-Serrano, Mariano García-Garibay, Alma Cruz-Guerrero.</p>	735
XIIC17	<p>INVESTIGATION OF PREVALENCE OF ANTIBIOTIC RESISTANCE GENES IN THE COMPOST MADE FROM COW MANURE. Autores: Balaji Muthukrishnan, Yendi Navarro Noya, Luc Dendooven.</p>	736

IMPACTO DE DIFERENTES MÉTODOS BIOINFORMÁTICOS SOBRE EL ESTUDIO DEL MICOBIOOMA DE SUELOS FORESTALES

Stephanie E. Hereira-Pacheco^a, Itzel Arias del Razo^a, Alejandra Miranda-Carrasco^b, Arturo Estrada Torres^a, Yendi E. Navarro-Noya^c.

^aEstación Científica La Malinche, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, 90062, Tlaxcala, México. ^bDivisión de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Lerma de Villada, 52005. ^cLaboratorio de Interacciones Bióticas, Centro de Investigación en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, San Felipe Ixtacuixtla, 90120, Tlaxcala, México
Correo electrónico: shereirap@gmail.com

Palabras clave: diversidad microbiana, flujos de trabajo, gremios funcionales, hongos micorrícicos, metagenoma

Introducción. Los hongos del suelo ofrecen una amplia variedad de servicios ecosistémicos en los bosques (1). Tradicionalmente, el estudio de los hongos se ha basado en el muestreo de cuerpos fructíferos (2). Sin embargo, en los últimos años se ha extendido el uso de enfoques basados en la secuenciación del DNA metagenómico ambiental (eDNA), muy extendido en bacterias y menos utilizado en otros grupos de microorganismos, como los hongos (3). Como resultado, existen pocos flujos de trabajo reportados en comunidades fúngicas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar los diversos enfoques utilizados en comunidades fúngicas metagenómicas, evaluando las diferencias en composición taxonómica y funcional debido a los diferentes métodos y bases de datos utilizados.

Metodología. Los suelos forestales se colectaron en el transecto que comprende dos parques nacionales, parque nacional la Malinche (PNLM) y parque nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl (PNIP). Se muestrearon en total 12 sitios en 6 polígonos a lo largo del transecto durante la temporada seca de 2021. Se extrajo el DNA metagenómico usando el kit DNeasy PowerSoil Pro (QIAGEN, Germany). El DNA se secuenció en la plataforma Illumina Novaseq 6000 en corridas PE 150. Las secuencias crudas se filtraron con BMAP v38.18 y TRIMMOMATIC v0.33, y después se aplicaron diferentes flujos de trabajo para la asignación taxonómica: 1) Kraken2, 2 y 3) MiCop (pareada y no pareada) y 4) Genious+QIIME2. La asignación funcional se realizó con el programa FUNGuild v.1.0. Todos los análisis estadísticos y figuras se realizaron en R v.4.2.3.

Resultados. La asignación taxonómica varió de acuerdo con el método aplicado. QIIME2 favoreció grupos simbióticos como *Rusula*, *Inocybe* y *Sebacina*. Mientras que MiCop tuvo más asignación de grupos patógenos y saprófitos como *Penicillium*,

Diplodia y *Serpula*, mientras kraken2 grupos principalmente patógenos como *Fusarium* y *Aspergillus*.

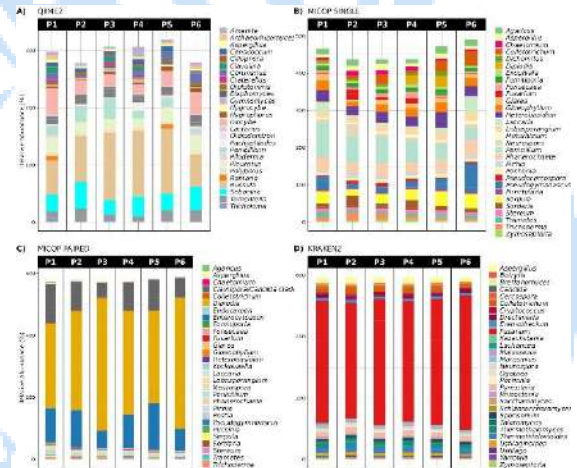


Fig. 1. Barplots de la composición taxonómica con los diferentes flujos de trabajo aplicados.

Conclusiones. Diversos flujos de trabajo pueden resultar en diferencias importantes en la asignación taxonómica y funcional que puede llevar a conclusiones contrastantes.

Agradecimiento. A CONACyT por la beca posdoctoral 2272957 y al CIBNOR y Microbioma Lab por sus recursos informáticos.

Bibliografía.

- Bhantana, P., Rana, M.S., Sun, X., Moussa, M.G., Saleem, M.H., Syaifudin, M., Shah, A., Poudel, A., Pun, A.B., Bhat, M.A., Mandal, D.L., Shah, S., Zhihao, D., Tan, Q., Hu, C.-X. (2021). *Symbiosis* 84, 19–37.
- Peay, K.G. and Bruns, T.D. (2014). *New Phytol.* 204: 180-191.
- Tedersoo, L., Bahram, M., Zinger, L., Nilsson, R.H., Kennedy, P.G., Yang, T., Anslan, S., Mikryukov, V. (2022). *Mol. Ecol.* 31, 2769–2795.

IDENTIFICACIÓN DE LA RUTA DE BIOSÍNTESIS DE METIONINA EN UN METANÓTROFO TERMOACIDÓFILO

Jacqueline Eduardo, Alexis Saldivar, Sergio Revah, Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Ciudad de México, 05370, srevah@cua.uam.mx.

Palabras clave: metanótrofo, extremófilos, genómica

Introducción. En un trabajo previo de nuestro laboratorio se secuenció y ensambló el genoma del metanótrofo *Methylacidiphilum fumariolicum Pic* aislado del lago volcánico en “El Chichonal” Chiapas. En el genoma no se encontraron proteínas de biosíntesis de metionina, a pesar de que crece en medio sin este aminoácido. Una limitante en el ensamblado es la generación de genomas fragmentados que no contienen todas las secuencias de proteínas [2]. Además, es posible que los métodos de detección de proteínas mediante homología de secuencias no sean adecuados debido a sesgos en las bases de datos.

En el presente trabajo, se realizó el ensamblado de los datos de secuenciación a nivel de proteína, ya que de esta forma se recuperan más secuencias [4]. Además, se construyeron Modelos Ocultos de Markov (HMM) para proteínas del filo verrucomicrobia. Con esto se pretende mejorar la sensibilidad de la búsqueda de las proteínas de interés, al reducir el sesgo usando una base de datos curada manualmente.

Metodología. Los datos de secuenciación obtenidos previamente (sin publicar) se re-ensamblaron con Plass v4-687d7 [2]. Las secuencias de proteínas resultantes se de-replicaron con MMseqs2 [1]. De NCBI se descargaron las secuencias de proteínas para tres rutas de biosíntesis de metionina (Tabla 1), usando las que pertenecen a los filos verrucomicrobia, planctomicetes y cianobacteria. Para cada proteína, las secuencias se alinearon usando COBALT y con los alineamientos se construyeron HMMs usando la función hmmbuild del paquete HMMERv3.3.2 [3].

Tabla 1. Proteínas obtenidas de MetaCyc

Ruta	Proteínas
I	I.a Homoserina O-succiltransferasa I.b O-succinilhomoserina (tiol) liasa I.c Cistationina β-liasa
III	III.a Homoserina O-acetiltransferasa III.b O-acetilhomoserina sulfhidrilasa
IV	IV.a Aspartato-semialdehído dehidrogenasa IV.b L-aspartato semialdehído sulfurtransferasa IV.c Metionina sintasa dependiente de MtrA

Después, se usó hmsearch para identificar los potenciales homólogos presentes. De las secuencias detectadas, se escogieron las cinco con menor e-value, y se agregaron al alineamiento previo, adicionando

secuencias de los filos firmicutes y fusobacteria, para construir un árbol filogenético en MEGA7.

Resultados. En la ruta I, para las proteínas I.b y I.c se encontró la misma secuencia, lo que sugiere que esta proteína tiene una doble función de cistationina liasa y sintasa en la cepa *Pic*. En la ruta III, se encontraron las secuencias para ambas proteínas, por lo que esta ruta se encuentra completa. En la ruta IV se encontraron datos para las proteínas IV.a y IV.b. La filogenia de la proteína I.b (figura 1), sugiere que las secuencias encontradas comparten un origen con las del filo verrucomicrobia y, por lo tanto, pueden ser homólogos entre sí.

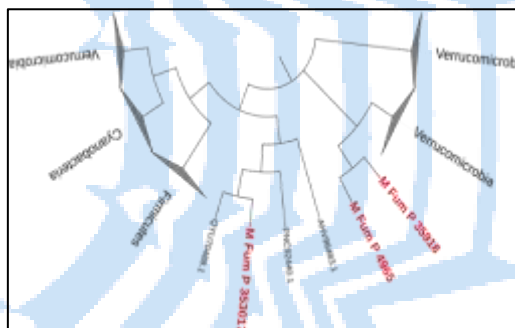


Fig. 1. Árbol filogenético de la proteína Cistationina β-liasa. En rojo las secuencias encontradas con HMM.

Conclusiones. Mediante la utilización de ensambladores a nivel de proteína y la construcción de HMMs, se encontraron proteínas para la biosíntesis de metionina en los datos de secuenciación *M. fumariolicum Pic*. Los resultados sugieren que esta bacteria posee al menos dos rutas distintas para producir metionina.

Bibliografía.

- [1] Eddy, SR. (2011) *Accelerated Profile HMM Searches*. *PLoS Comput Biol* 7(10): e1002195. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002195>
- [2] Steinegger, M., Mirdita, M. & Söding, J. (2019) *Protein-level assembly increases protein sequence recovery from metagenomic samples*. *Nat Methods* 16, 603–606. <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0437-4>
- [3] Steinegger, M., Söding, J. (2017). *MMseqs2 enables sensitive protein sequence searching for the analysis of massive data sets*. *Nat Biotechnol* 35, 1026–1028 <https://doi.org/10.1038/nbt.3988>

ESTUDIOS A NIVEL MOLECULAR DE LAS INTERACCIONES DE LOS PRINCIPALES CO-SOLVENTES UTILIZADOS PARA ESTABILIZAR PROTEÍNAS DE INTERÉS BIOLÓGICO

Paulina Torres-Alcántara¹ y Martin González-Andrade¹

¹Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 04510, México. martin@bq.unam.mx

Palabras clave: Biofármacos, formulaciones, Dinámica Molecular

Introducción. Actualmente, las formulaciones de los biofármacos están impulsado en gran medida por el conocimiento y la experiencia previos, asistidos por una extensa caracterización analítica. Las formulaciones modernas tienden a mantener la composición lo más simple posible [1]. Esto principalmente se debe al hecho de que realizar estudios de detección de un mayor número de combinaciones de excipientes puede no ser factible debido a la presión de tiempo inherente al desarrollo de biofármacos. En este trabajo teórico práctico el objetivo fue estudiar a nivel molecular las interacciones de los principales co-solventes utilizados para estabilizar proteínas de interés biológico

Metodología. Se utilizó la enzima tirosin-fosfatasa humana 1B(hPTP1B), por lo tanto, mediante ensayos enzimáticos se monitoreo su actividad enzimática en presencia y ausencia de distintos co-solventes. El efecto de los co-solventes se estudió mediante la construcción de matrices que consistieron en dos o tres co-solventes juntos y posteriormente de algunos co-solventes de forma individual con las enzimas. Adicionalmente, de las matrices realizadas se seleccionaron ciertas matrices para realizar simulaciones de dinámica molecular (SDM) [3].

Resultados. Las matrices se almacenaron a temperatura ambiente y se estudiaron durante 5 días, pues la hPTP1B es sensible a los cambios de temperatura. En la fig. 1 se observa que la presencia de co-solventes permite mantener la actividad enzimática a lo largo de 5 días aun cuando las condiciones físicas no son las más favorables

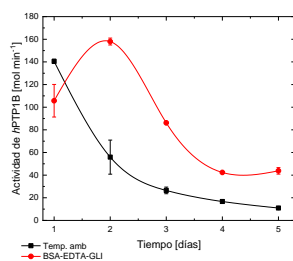


Fig. 1. Actividad enzimática en función del tiempo de las matrices 22 y 23 de hPTP1B.

Adicional al ensayo enzimático se realizó una SDM, fig. 2, en la cual se observa un reacomodo de las moléculas lo cual podría estar estabilizando a la proteína de interés al disminuir interacciones desfavorables así como también propiciar interacciones que permitan conservar la estructura nativa y funcional de la hPTP1B.



Fig. 2. Estructuras tridimensionales de la SDM de 50 ns de hPTP1B-BSA-EDTA-GU a 4°C. La hPTP1B es representada en color morado, la BSA en color verde, el EDTA en líneas lilas, la glicina en líneas azules y las esferas naranjas son los iones sodio. Para ver el video de la SDM visítala siguiente liga: <http://biosensor.facmed.unam.mx/tesis-paulina/PTP-BSA-EDTA-GU.mp4>

Conclusiones. La enzima es sensible a cambios en la temperatura de almacenamiento, la presencia de los co-solventes adecuados permite conservar la actividad enzimática, pues el tipo de interacciones que podrían estar sucediendo entre los co-solventes, la proteína y el medio afectan tanto la estabilidad del sistema como la actividad de la enzima

Agradecimiento. DGAPA-UNAM (PAPIIT-IN203222), DGTIC-UNAM (LANCAD-UNAM-DGTIC-313) y AI CONACYT por la Beca Nacional para Estudios de Posgrado (CVU) a Paulina Torres-Alcántara.

Bibliografía. 1.Harini N, Condado I, Patel B, Heding K, Bjelke J, Egebjerg T, Butté A, Sokolov M, Lorenzen N, and Arosio P, 2021. *Molecular Pharmaceutics* 18: p. 3843-3853. 2. Arsiccio, A., et al., Designing the Optimal Formulation for Biopharmaceuticals: A New Approach Combining Molecular Dynamics and Experiments. *J Pharm Sci*, 2019. 108(1): p. 431-438.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE HOMOLOGÍA ENZIMÁTICA ENTRE ALCOHOL ACETILTRANSFERASAS DE LEVADURAS FERMENTATIVAS

René Quezada^a, Alejandro Morales^b, Manuel Kirchmayr^a, Melchor Arellano^a, Anne Gschaedler^a.

^aCIATEJ, Camino Arenero 1227, Col. El Bajío, Zapopan, Jalisco, CP. 45019. ^bCUCEI-UdeG, Marcelino García Barragán 1421, Col. Olímpica, Jalisco, CP. 44430. *agschaedler@ciatej.mx.

Palabras clave: ColabFold, enzima, levadura.

Introducción. Los ésteres generados por levaduras durante procesos fermentativos se sintetizan mediante reacciones enzimáticas. Las alcohol acetil transferasas I y II (AATasa I y II), codificadas por los genes *Atf1* y *Atf2*, son responsables de la síntesis de ésteres de acetato. Estos genes han sido identificados dentro de levaduras como *S. cerevisiae* y *K. marxianus*^{1,2}. La adquisición masiva de datos en biología molecular ha llevado a utilizar nuevos métodos analíticos además del análisis de laboratorio. Una de las herramientas es ColabFold, que ofrece una predicción acelerada de estructuras y complejos proteicos combinando la búsqueda rápida de homologías de MMseqs2 con AlphaFold2 o RoseTTAFold³. El objetivo de este estudio pretende demostrar que, aunque se presente una baja similitud entre secuencias de aminoácidos, es posible encontrar homología estructural.

Metodología. Las secuencias proteicas utilizadas corresponden a *S. cerevisiae* ATF1 (P40353), *S. cerevisiae* ATF2 (P53296) y *K. marxianus* DMKU3 ATF1 (XP_022675344). Fue realizado un BlastP para evaluar la identidad entre secuencias. Se analizó la similitud entre enzimas, para ello se crearon modelos 3D, los cuales se llevaron a cabo utilizando las herramientas ColabFold-CCP4MG. Los sitios activos se buscaron en el servidor HHMER. Finalmente se revisó la similitud en algunas regiones analizando las propiedades fisicoquímicas de los aminoácidos.

Resultados. El BlastP entre *S. cerevisiae* ATF1 y ATF2 con *K. marxianus* reveló un 37 y 33% de identidad respectivamente. El diseño de los modelos 3D nos permitió observar como la estructura se mantiene con gran similitud, tanto en la formación del sitio activo como en varias α -hélices y hojas- β a pesar de su baja similitud, como se observa en la Figura 1. Al analizar los aminoácidos en dos regiones específicas B y C de la Figura 2, que presentan afinidad al retículo endoplásmico y gotas lipídicas reportado por Lin *et al.*⁴, se aprecia como, aunque los aminoácidos no son iguales, si comparten propiedades fisicoquímicas similares, lo que puede ayudar a mantener la estructura final. Estos análisis abren una puerta para el estudio de enzimas con dominios putativos AATasa como los reportados en algunas especies de *Hanseniaspora*.

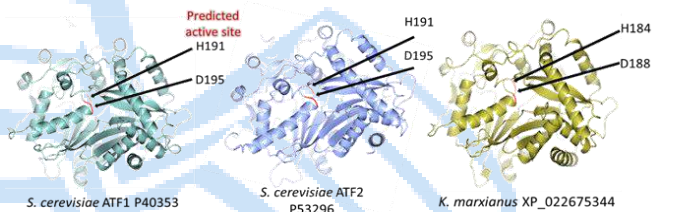


Figura 1. Modelos construidos de alcohol acetiltransferasa e identificación de los aminoácidos del sitio activo.

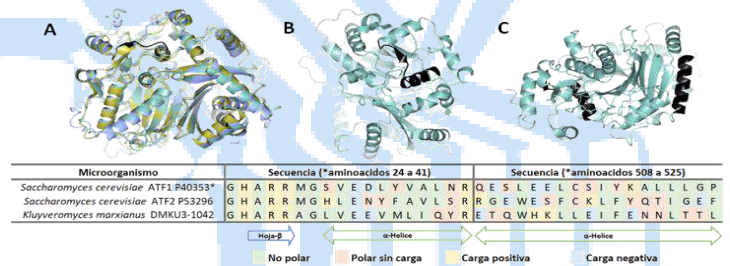


Figura 2. A) Superposición enzimática para la verificación de similitudes estructurales. B) Región afín a gotas lipídicas⁴. C) Región afín al retículo endoplásmico⁴.

Conclusiones. Los modelos revelan que la estructura de la enzima se puede mantener a pesar de la baja homología entre las secuencias, debido posiblemente a la similitud de las propiedades fisicoquímicas de los aminoácidos. Se deben analizar más secuencias para corroborar estos resultados, y de esta forma identificar estos genes en genomas donde no están reportados, pero se sospecha su presencia.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca de investigación y a los Proyectos CB-252665 y FORDECYT-296369.

Bibliografía

- Loviso, C. L., & Libkind, D. (2018). Síntesis y regulación de compuestos del aroma y el sabor derivados de la levadura en la cerveza: ésteres. *Revista argentina de microbiología*, 50(4), 436-446.
- Morrissey, J. P., Etschmann, M. M., Schrader, J., & de Billerbeck, G. M. (2015). Cell factory applications of the yeast *Kluyveromyces marxianus* for the biotechnological production of natural flavour and fragrance molecules. *Yeast*, 32(1), 3-16.
- Mirdita, M., Schütze, K., Moriawaki, Y., Heo, L., Ovchinnikov, S., & Steinegger, M. (2022). ColabFold: making protein folding accessible to all. *Nature Methods*, 1-4.
- Lin, J.-L., & Wheeldon, I. (2014). Dual N-and C-terminal helices are required for endoplasmic reticulum and lipid droplet association of alcohol acetyltransferases in *Saccharomyces cerevisiae*. *PLoS one*, 9(8), e104141.

ANÁLISIS GENÓMICO COMPARATIVO DE AISLADOS DE *RALSTONIA SOLANACEARUM* PROCEDENTES DEL ESTADO DE MÉXICO Y MORELOS

Erick Garcia Serna, Jesús Hernández Romano, Joivier Vichi Lozada, Brenda Román Ponce, Andrés Andrade Domínguez, Luis G. Treviño Quintanilla. Universidad Politécnica del Estado de Morelos (Departamento de Biotecnología), Jiutepec, Morelos. C.P.:62553, 22070068@upemor.edu.mx.

Palabras clave: *R. solanacearum*, Genómica comparativa, Variación genómica

Introducción. *Ralstonia solanacearum* es una bacteria fitopatógena que causa la marchitez bacteriana en una amplia variedad de plantas, incluyendo importantes cultivos como la papa, el plátano y el tomate (1). La importancia de *R. solanacearum* radica en los graves daños que causa en la agricultura y la producción de alimentos a nivel mundial. Esta bacteria es responsable de pérdidas de hasta el 50% en la producción de cultivos en algunos países. Además, la alta variabilidad genómica de *R. solanacearum* le permite adaptarse rápidamente a diferentes condiciones ambientales y hospedantes (2). En este sentido, el estudio de la diversidad genómica de *R. solanacearum* se ha convertido en un tema fundamental de investigación para el desarrollo de estrategias efectivas de prevención y control, esto permite identificar genes asociados con la virulencia y la resistencia a los antimicrobianos (3), también permite encontrar regiones repetitivas que son importantes en los patógenos porque pueden utilizarse como marcadores moleculares para la identificación, caracterización y epidemiología molecular de diferentes cepas (4). En este estudio, analizamos las diferencias genómicas entre de *R. solanacearum* aisladas en México. El objetivo principal es determinar si existen diferencias genómicas entre los aislados mexicanos y contribuir así a la comprensión de la diversidad genética de *R. solanacearum* en México.

Metodología. Se secuenciaron 7 aislados de *R. solanacearum* utilizando el método NGS Illumina paired ends por personal de SENASICA. Se realizó un scaffolding con el software Multi-CSAR utilizando los contigs generados por SENASICA para construir scaffolds del megaplásmido y del cromosoma de cada aislado, utilizando como referencia la cepa CFBP2957. Para encontrar diferencias genómicas entre los aislados se realizó un alineamiento de cada una de las dos moléculas utilizando los programas Mauve y VISTA. El programa VISTA se utilizó para identificar los marcadores moleculares. Se confirmaron mediante un Blast las secuencias repetitivas encontradas, se anotaron las secuencias de inserción de forma manual utilizando la base de datos ISfinder como referencia.

Resultados. Se logró construir los scaffolds correspondientes al cromosoma y megaplásmido de cada una de las siete aislados. Se alinearon ambas moléculas de manera independiente y se encontró que las secuencias están altamente conservadas entre los aislados mexicanos, como se muestra en la Figura 1 en el alineamiento del cromosoma en los 7 aislados. Sin embargo, las longitudes de los aislados varían y un análisis adicional realizado con Vista reveló la presencia de regiones repetitivas compartidas solo en algunos aislados, algunas pertenecen a secuencias inserción encontradas en *R. solanacearum*.

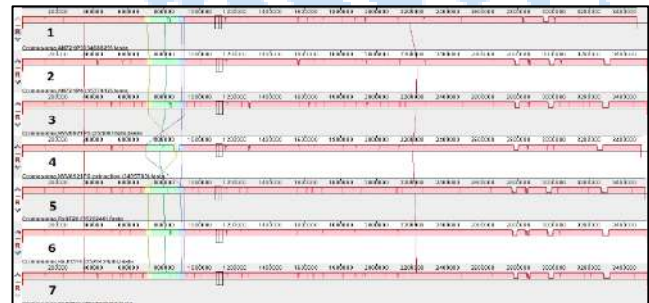


Fig. 1. Alineamiento que se realizó con Mauve de los scaffolds correspondientes al cromosoma de las siete aislados mexicanos.

Conclusiones. Se encontró que los aislados mexicanos presentan secuencias altamente conservadas. Sin embargo, los análisis revelaron la presencia de regiones repetitivas únicas en algunas aislados, las cuales podrían utilizarse como marcadores moleculares para distinguir entre aislados.

Agradecimiento. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado en el desarrollo de este proyecto.

Bibliografía.

- Hayward, A.C. (1991). Annu Rev Phytopathol. 29: 65-87.
- Macho AP, Guidot A, Barberis P, et al. (2017). Front. Microbiol. 8: 1194.
- Milling A, Meng F, Denny TP, et al. (2019). Annu. Rev. Phytopathol. 57: 311-328.
- Versalovic, J., Koeuth, T., & Lupski, J. R. (1994). Nucleic Acids Res. 22(17): 972-976.

DISEÑO RACIONAL DE UN MECANISMO EN *Bacillus subtilis* PARA LA DEGRADACIÓN *in situ* DE GLIFOSATO EMPLEANDO CLONACIÓN MODULAR

Roberto Olvera-Hernández, Ximena De Unánue-Gutiérrez, Alejandro Arana-Sánchez, Oscar A. Rojas-Rejón, Alejandro Torres-Haro. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales. Tlaquepaque, Jalisco, México; CP. 45604. ib721045@iteso.mx

Palabras clave: Glifosato, degradación, clonación modular, biología sintética, *Bacillus subtilis*

Introducción. En México, entre el 20-30% de la producción agrícola anual es afectada por plagas [1], siendo necesario el uso de glifosato. Sin embargo, representa un potencial riesgo para la salud humana y ambiental [2,3]. Existen microorganismos que contienen la maquinaria metabólica para su degradación [3]. No obstante, la liberación de estos sistemas biológicos al ambiente podría representar otros desequilibrios ecológicos por su potencial patógeno. Por eso, soluciones basadas en biología sintética comienzan a generar un gran interés dentro del campo de la biorremediación.

En el presente trabajo, se realizó el diseño racional de un mecanismo ortólogo específico para *B. subtilis* por medio del ensamble GoldenGate/MoClo para la biorremediación *in situ* de glifosato.

Metodología. Un *cassette* sintético de tres unidades transcripcionales fue diseñado (Figura 1a) con GoldenGate/MoClo [4]. Posteriormente, las secuencias se cargaron a la plataforma *Benchling* para su procesamiento *in silico*. El complejo Glifosato oxidorreductasa (GOX)/SpyTag [5] de DEG02 fue modelado en *AlphaFold2* (Figura 2b) para comprobar su integridad y su afinidad al glifosato en *SwissDock* (Figura 2c).

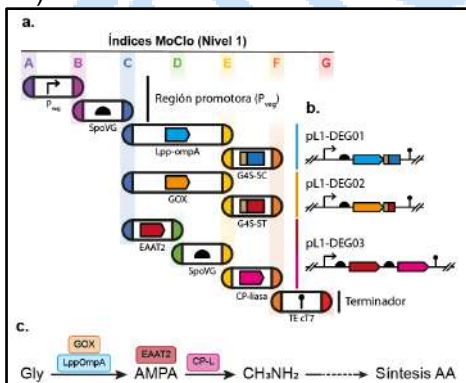


Fig. 1. a) Las partes requeridas para la ruta de degradación fueron recuperadas de GenBank, iGEM Part Registry y literatura [5], y son asignados los índices de ensamble correspondientes. b) El *cassette* consiste en 3 unidades transcripcionales constitutivas: DEG01 (complejo Lpp-ompA/SpyCatcher [5]); DEG02 (complejo GOX/SpyTag [5]), y DEG03 (EAAT2 y CP-liasa). c) Mecanismo enzimático de degradación diseñado.

Resultados. El diseño realizado del *cassette* modular que contiene las secuencias de los módulos DEG01 a DEG03 para su posterior expresión en *B. subtilis* y los modelos 3D de DEG02 se muestran en la Figura 2.

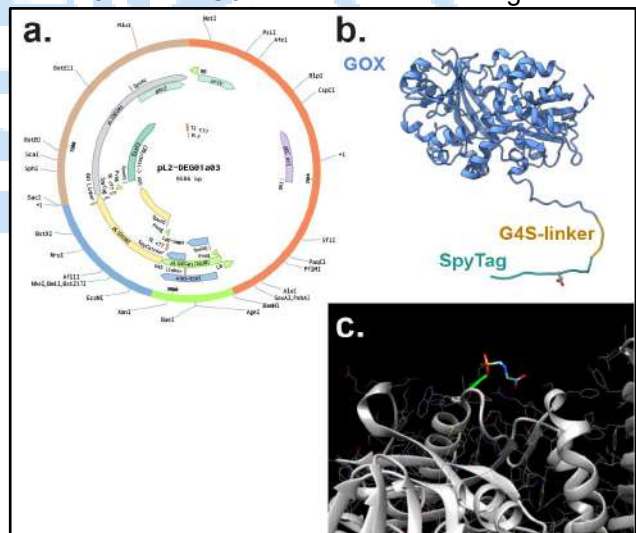


Fig. 2. a) Vector pL2-DEG01-03 (Nivel II) ensamblado con GoldenGate/MoClo para su posterior inserción en *B. subtilis* para la degradación de glifosato. b) Predicciones 3D del módulo DEG02 (ChimeraX); c) Acoplamiento del glifosato al complejo DEG01-02 (GOX; ChimeraX).

Conclusiones. La biología sintética genera alternativas para la biorremediación de contaminantes *in situ* empleando microorganismos no-patógenos como *Bacillus subtilis*.

Agradecimientos: A la Dra. Mariana Delgado-García (ITSM-Guadalajara) por asesoría técnica.

Bibliografía.

- [1] M. F. Villareal-Delgado, E. D. Villa-Rodríguez, L. A. Cirachávez, M. I. Estrada-Alvarado, F. I. Parra-Cota and S. Santos-Villalobos, SciELO, vol. 36, no. 1, 2018.
- [2] CONACYT, Gobierno de México, 2022.
- [3] E. Vidal, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, 2014.
- [4] E. Weber, C. Engler, R. Gruetzner, S. Werner, y S. Marillonnet, PLoS ONE, vol. 6, no. 2. Public Library of Science (PLoS), p. e16765, 2011.
- [5] S. Gallus, T. Peschke, M. Paulsen, T. Burgahn, C. M. Niemeyer, y K. S. Rabe, ChemBioChem, vol. 21, no. 15. Wiley, pp. 2126–2131, 2020.

Estudio in silico de los metabolitos principales de *Bacopa procumbens* como agentes potenciales del crecimiento capilar

Salvador Pérez Mora¹, María del Consuelo Gómez García¹, David Guillermo Pérez Ishiwara¹.

¹Laboratorio de Biomedicina Molecular I, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Instituto Politécnico Nacional, ciudad de México, CP 07320, México

Responsable: chava_1025@hotmail.com

Palabras clave: Bacopa procumbens, metabolitos, crecimiento capilar.

Introducción. El crecimiento del pelo consta de cuatro fases: crecimiento (anágena), regresión (catágena), reposo (telógena) y desprendimiento (exógena) (1). Su alteración puede causar alopecia (2). La alopecia afecta alrededor del 50% de los hombres y el 30% de las mujeres a nivel mundial. Actualmente, el Minoxidil y la finasterida son los únicos tratamientos aprobados por la FDA para esta patología, sin embargo, presentan efectos secundarios adversos (3). Por este motivo, nuestro objetivo fue predecir las posibles actividades de los metabolitos mayoritarios de *Bacopa procumbens* (*B. procumbens*) y evaluar su posible modulación en vías moleculares importantes para el crecimiento del pelo.

Metodología. Se obtuvo un código SMILE en la plataforma PubChem para los 14 metabolitos mayoritarios previamente reportados por nuestro equipo de trabajo en *B. procumbens*. Utilizando este código, se predijeron las posibles actividades o blancos moleculares de estos compuestos en la plataforma en el servidor Pass online. Con base a esto, se llevaron a cabo acoplamiento molecular ciegos mediante el uso de AutoDock. Las proteínas en 3D fueron obtenidas en la plataforma Protein Data Bank o modeladas por SWISS-MODEL – ExPasy. Los mejores acoplamiento fueron sometidos a los programas Maestro de Schrödinger y MOE para un análisis intermolecular (Fig. 1).

Resultados.

Se determinó que algunos de los metabolitos mayoritarios de *B. procumbens* tienen el potencial de ejercer funciones importantes en la promoción del crecimiento del cabello a través de su capacidad antioxidante y moduladora de la vía androgénica y apoptótica, las cuales son fundamentales para la homeostasis del ciclo capilar. Al realizar acoplamiento molecular, se identificaron varios metabolitos que podrían estar regulando la actividad de la enzima 5-alfa reductasa y el receptor androgénico en la vía androgénica. Otros metabolitos podrían estar actuando como moduladores de la proteína Keap1, permitiendo la liberación de NRF2 para regular la transcripción de genes relacionados con el sistema antioxidante.

Además, se encontró que otros metabolitos podrían ejercer funciones reguladoras de la caspasa 3 y 9 en las vías apoptóticas. Algunos de los metabolitos principales que se identificaron como posibles moduladores de estas vías incluyen apigenina, eucol, acantósido B, stevenina, paeoniflorina, naringenina, koparina y Z-astringina.

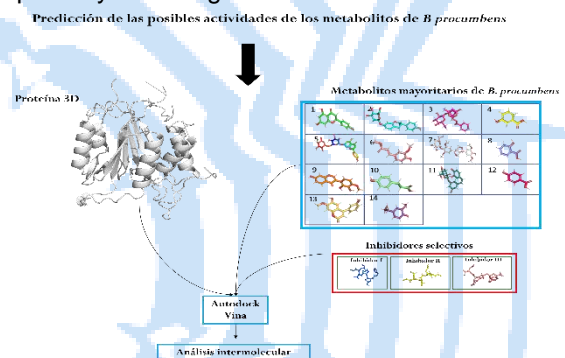


Figura. 1. Metodología general.

Conclusión. Los metabolitos de *Bacopa procumbens* podrían actuar como promotores del crecimiento del pelo al regular vías moleculares esenciales. Estos resultados ofrecen una alternativa potencial a los tratamientos actuales de la alopecia que pueden tener efectos secundarios adversos. La identificación de metabolitos específicos abre la puerta a futuros estudios y terapias naturales para la alopecia.

Agradecimiento. Al CONACYT por su valioso apoyo con la beca de posgrado otorgada. Asimismo, al IPN por su apoyo económico en la convocatoria de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación. Ambos apoyos fueron fundamentales para lograr el éxito de este proyecto.

Referencias

- Park, A. M., Khan, S., & Rawnsley, J. (2018). Hair Biology: Growth and Pigmentation. In Facial Plastic Surgery Clinics of North America (Vol. 26, Issue 4). <https://doi.org/10.1016/j.fsc.2018.06.003>
- Piérard-Franchimont, C., & Piérard, G. E. (2013). Alterations in hair follicle dynamics in women. In BioMed Research International (Vol. 2013). <https://doi.org/10.1155/2013/957432>
- Ateeq, S. S. (2015). A New Topical Formulation of Minoxidil and Finasteride Improves Hair Growth in Men with Androgenetic Alopecia. Journal of Clinical & Experimental Dermatology Research, 06(01). <https://doi.org/10.4172/2155-9554.1000253>

DIVERSIDAD DE LEVADURAS EN EL QUESO COTIJA ARTESANAL MADURADO

Blanca Martínez-Aviña¹, Luis Lozano-Aguirre² y Maricarmen Quirasco¹. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Depto. Alimentos y Biotecnología, Cd. Mx. 04510, quirabma@unam.mx. 2. Universidad Nacional Autónoma de México, CCG- Unidad de Análisis Bioinformáticos, 62210, Cuernavaca, Morelos.

Palabras clave: diversidad levaduriforme, ITS1, alimentos fermentados

Introducción. El queso Cotija es un producto artesanal mexicano que se elabora con leche cruda de vaca. Su población microbiana está dominada por bacterias *Firmicutes*. Mientras que sólo algunas levaduras han sido reportadas, las cuales tienen un papel importante en el proceso de maduración y el perfil sensorial; sin embargo, su contribución suele subestimarse. En este trabajo se identificó la diversidad de levaduras presentes en muestras de Queso Cotija Región de Origen, mediante análisis a la región ITS1 y se contrastó con lo descrito según el análisis de datos de secuenciación de shotgun.

Metodología. Se extrajo el ADN de levaduras de tres muestras de queso Cotija (QC-22, QC-57 y QC-95), a partir del cual se amplificó la región ITS1 y se secuenció por la tecnología de Illumina. El perfil taxonómico se analizó mediante dos enfoques distintos: Unidades Taxonómicas Operacionales (OTUs, siglas en inglés) (1) y Variantes de Secuencia de Amplicones (ASVs, siglas en inglés) (2). La segunda parte del proyecto consistió en el análisis de datos metagenómicos de shotgun (PRJNA286900) para la búsqueda de lecturas pertenecientes a levaduras y posibles secuencias de ITS (3, 4, 5).

Resultados. La comunidad de levaduras en las tres muestras está dominada por los géneros *Debaryomyces*, *Starmerella* y *Komagataella*. Mientras que los géneros *Aspergillus*, *Yamadazyma*, *Candida*, *Moniliella*, *Kodamaea*, *Issatchenkia* y *Whickerhamiella* conformaron la población subdominante, la mayoría de ellos no se habían reportado anteriormente en el queso Cotija. Al comparar los perfiles taxonómicos de las dos estrategias bioinformáticas, se aprecia diferencia en los géneros identificados a pesar de la similitud en el número de OTUs y ASVs. Con la generación de OTUs el perfil estuvo integrado por una mayor riqueza, 60 géneros; mientras que con ASVs solo por 16.

Los datos metagenómicos de shotgun indicaron que las bacterias son el grupo microbiano dominante y sólo existe una fracción menor de levaduras, dentro de las que *Debaryomyces hansenii* es la especie dominante. El análisis con Kraken2 llevó a la identificación de levaduras presentes en alimentos. Por su parte, la búsqueda de secuencias de ITS reveló sólo una

secuencia completa que se identificó mediante BLASTn como *D. hansenii*.

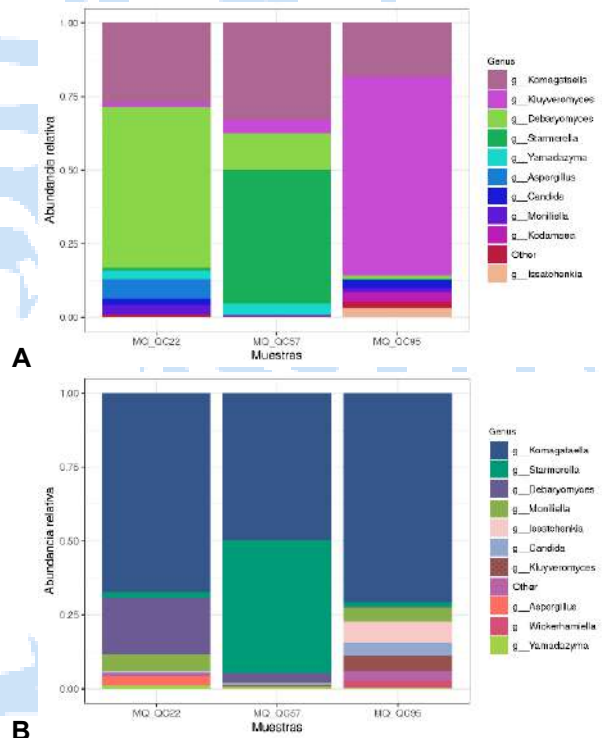


Fig. 1. Perfil taxonómico de levaduras en el queso Cotija. **A)** Basado en OTUs **B)** Basado en ASVs

Conclusiones. La comunidad de levaduras del queso Cotija está conformada por tres géneros dominantes: *Debaryomyces*, *Starmerella* y *Komagataella*. El análisis en datos de ITS1 por ASVs logra identificar a los géneros que están en mayor abundancia, mientras que por OTUs se rescatan a los escasamente representados. El análisis de los datos de shotgun confirmó los resultados obtenidos por ITS1.

Agradecimiento. PAIP 5000-9102, UAB-CCG UNAM y UUSMB-IBT UNAM.

Bibliografía.

- Bálint M., Schmidt P. A. *et al.* (2014) *Ecol Evol.* 4(13): 2642–2653.
- Callahan B. J. *et al.* (2016) *Nat Methods.* 13: 581–583.
- Wood D. E., Lu J. and Langmead B. (2019). *Genome Biol.* 20: 257.
- Menzel P., Ng K. and Krogh A. (2016). *Nat Commun.* 7: 11257.
- Bengtsson-Palme J., Veldre V. *et al.* (2013) *Methods Ecol Evol.* 4: 914-919.

“Modelado *in silico* de la simbiosis de los microorganismos (*Escherichia coli* y *Saccharomyces boulardii*) de la microbiota intestinal humana para estudiar su modulación por efecto de un flavonoide cítrico”

De Anda Torres, Sara¹; González Ávila, Marisela²; Padilla de la Rosa, José Daniel²; GonzálezReynoso, Orfil¹.

¹ Universidad de Guadalajara, CUCEI, C.P.44430, Guadalajara, Jalisco, México. ² CIATEJ Guadalajara, C.P. 44270 Guadalajara, Jalisco, México. orfil.gonzalez@academicos.udg.mx

Palabras clave: microbiota, análisis de balance de flujo, modelado.

Introducción. El tracto digestivo alberga un ecosistema bacteriano complejo cercano a los 100 billones de microorganismos que conforman la microbiota intestinal; la cual cumple funciones nutricionales, metabólicas y protectoras que la hacen imprescindible para el huésped (3). Para su modulación existen los probióticos y prebióticos. Los probióticos son microorganismos benéficos en el tracto gastrointestinal, que nos brindan un beneficio para la salud, y los prebióticos son componentes alimentarios que nutren a los probióticos; estimulan el crecimiento y la actividad de bacterias benéficas en el tracto gastrointestinal (1). Actualmente la modulación de la microbiota intestinal es todo un reto, ya que sus interacciones metabólicas siguen siendo en gran parte desconocidas, debido a las complejas interacciones entre los diferentes microorganismos. Por lo que, la reconstrucción de redes metabólicas y el uso de estos modelos matemáticos podrían ayudarnos a demostrar el impacto de estos microorganismos en la modulación intestinal (2). El presente trabajo de investigación tiene como objetivo reconstruir y ajustar dos modelos metabólicos a escala genómica de dos especies representativas de la microbiota intestinal humana -*E.coli* y *Sacharomyces boulardii*- para analizar y estudiar el efecto de los flavonoides cítricos durante el proceso de la digestión. Resultados *in silico* sobre la distribución de sus flujos de carbono en sus metabolismos centrales son analizados y posteriormente serán correlacionados con datos experimentales.

Metodología. Análisis de Balance de Flujo (FBA en inglés), es empleada para elucidar la interacción entre estos microorganismos y determinar las correlaciones con las modulaciones intestinales. Los metabolismos centrales de *E. coli* y *S. boulardii* son reconstruidos a través de modelos estequiométricos con el conjunto de reacciones bioquímicas del metabolismo celular (la glucólisis, la vía de las pentosas fosfato y el ciclo de Krebs), que consideran la síntesis de biomasa, como función objetivo. La metodología que se realiza es la siguiente: 1) Modelo estequiométrico de cada microorganismo 2) Estimación de la distribución de flujos metabólicos, empleando FBA de los dos microorganismos en simbiosis 3) Realización de cinéticas de crecimiento de los microorganismos para la validación de los modelos 4) Experimentación en sistema ARIS.

Resultados. Estos modelos fueron construidos con el propósito de operar tanto en condiciones anaeróbicas como aeróbicas. Los modelos estequiométricos construidos comprenden 117 reacciones y 78 metabolitos para *S. boulardii*. De las 117 reacciones consideradas, 97 corresponden a reacciones internas y 20 a flujos de transporte o intercambio entre el medio externo y la célula.

En el caso de *E. coli*, 193 reacciones y 91 metabolitos, 165 corresponden a reacciones internas y 28 a flujos de transporte o intercambio entre el medio externo y la célula.

Conclusiones

Los modelos reconstruidos fueron validados *in silico* satisfactoriamente en condiciones anaeróbicas y aeróbicas y predicen los valores de flujo de los principales metabolitos reportados en literatura. El modelo permitió obtener una estimación de la distribución del flujo metabólico de la cepa *S. boulardii*, con base en el modelo para *Saccharomyces cerevisiae*. Los flujos de carbono estimados por los modelos están de acuerdo con los resultados experimentales reportados en la literatura. La glucosa se utiliza como precursor de la masa celular y fuente de energía.

Agradecimiento

Beca CONACYT no. 861645. CONACYT Proyecto de Ciencia Básica A1-S-34273. MODELADO *in silico* DE LA MICROBIOTA INTESTINAL MODULADA POR FLAVONOIDES PROVENIENTES DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES. CIATEJ.

Bibliografía

1. Devaraj, S., Hemarajata, P. y Versalovic, J. (2013) La microbiota intestinal humana y el metabolismo corporal: Implicaciones con la obesidad y la diabetes”, *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 47(2), pp. 421–434.
2. Kelk, S., Olivier, B., Stougie, L., Bruggeman, F. (2012) “Optimal flux spaces of genome-scale stoichiometric models are determined by a few subnetworks”, *Scientific Reports*, 2, pp. 44–46. doi: 10.1038/srep00580.
3. Morales, P., Brignardello, J. y Gotteland, M. (2010) La microbiota intestinal: Un nuevo actor en el desarrollo de la obesidad”, *Revista Médica de Chile*, 138(8), pp. 1020– 1027. doi: 10.4067/s0034-98872010000800013.

GENES DE RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS EN UN LAGO HIPEREUTRÓFICO SUBTROPICAL DE JALISCO

Díaz-Torres, O., Verduzco-Garibay, M., Senés-Guerrero, C., Gradilla-Hernández, M.S.
Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Zapopan 45201
osiris.diaz@tec.mx

Palabras clave: Metagenómica Shotgun, Antibióticos, Lago Hipereutrófico.

Introducción. El Lago Cajititlán está altamente contaminado por descargas de aguas residuales y de residuos de la agricultura y ganadería, lo que ha provocado eutrofización (1). Esta contaminación puede tener graves implicaciones para la salud de la población local debido al consumo de peces contaminados con antibióticos, los cuales tienden a bioacumularse en los peces y pueden causar toxicidad, alergias y resistencia a los antibióticos en las personas (2). Además, estos compuestos no están incluidos en los programas de monitoreo de rutina de los reguladores mexicanos, lo que genera una falta de información sobre su distribución en los sistemas acuáticos, aumentando el riesgo para la salud de la población. El objetivo del estudio es investigar los genes de resistencia a antibióticos (ARGs) en el lago y entender los riesgos ambientales asociados con la contaminación.

Metodología. Se realizó un análisis metagenómico shotgun en muestras de agua del Lago de Cajititlán. Se extrajo el ADN microbiano de las muestras y se secuenciaron mediante la plataforma Illumina Novaseq6000. Luego, se procesaron las lecturas utilizando el software bioinformático OmicsBox y se analizaron los contigs para identificar ARGs utilizando el software Abricate. Finalmente, los resultados se representaron gráficamente utilizando RStudio.

Resultados.

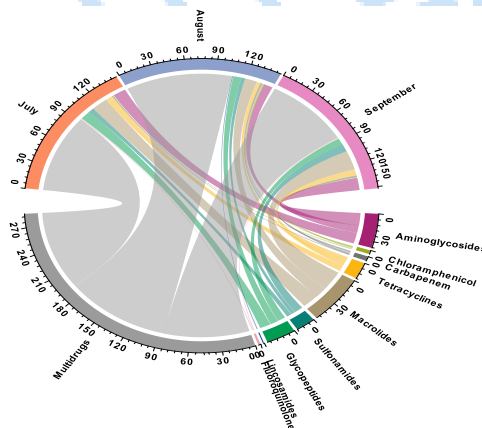


Fig. 1. Distribución de diferentes clases de antibióticos por meses de muestreo.

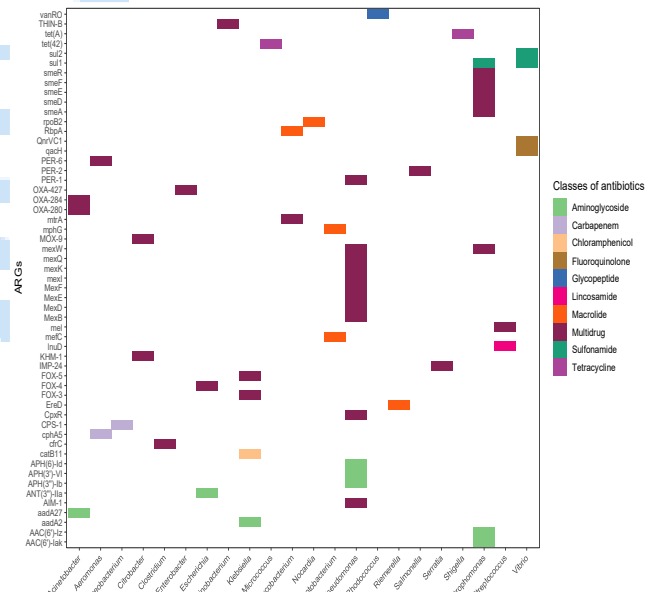


Fig. 2. Distribución de los ARGs y clases de antibióticos en géneros bacterianos.

Conclusiones. En el Lago de Cajititlán se identificaron como las más abundantes tres clases de antibióticos (macrólidos, aminoglucósidos, glicopéptidos) y genes de resistencia multidroga como los productos de los ARGs detectados. Los géneros bacterianos *Pseudomonas* y *Stenotrophomonas* presentaron la mayor cantidad de genes de resistencia, lo que podría estar relacionado con su papel en infecciones en humanos y animales, así como con el uso de antibióticos en la agricultura y la ganadería. Se debe tomar medidas para reducir la contaminación del agua y fomentar prácticas sostenibles y responsables en la agricultura y la ganadería para proteger la salud humana y la biodiversidad acuática.

Agradecimiento. Gracias al Tecnológico de Monterrey por financiar la secuenciación de muestras a través del Fondo de Semillas Tec-BASE de Genómica 2022.

Bibliografía.

- Díaz-Torres O, Lugo-Melchor OY, de Anda J, Orozco-Nunnelly DA, Gradilla-Hernández MS y Senés-Guerrero C. (2022). Front. Microbiol. 13:1037626.
- Arguello-Pérez MÁ, Ramírez-Ayala E, Mendoza-Pérez JA, Monroy-Mendieta MM, Vázquez-Guevara M, Lezama-Cervantes C, ...Tintos-Gómez A. (2020). Water. 12(10): 2721.

CARACTERIZACION BACTERIANA DE UN LAGO PLAYA EN MÉXICO

Marycarmen Verduzco Garibay¹, Osiris Díaz Torres¹, Alberto Fernández del Castillo¹, Diego Díaz Vazquez¹, Ingrid Hernández Guardado¹, Martín Esteban González-López¹, Danielle A. Orozco-Nunnelly, Carolina Senes-Guerrero^{1*}, Misael Sebastián Gradilla-Hernández^{1*}. Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Laboratorio de Sostenibilidad y Cambio Climático, Zapopan, CP 45138. msgradilla@tec.mx

Palabras clave: comunidades microbianas, lagos playa, metagenómica.

Introducción. Los lagos playa son cuencas cerradas de poca profundidad presentando un balance negativo de agua [1,2]. La laguna de Atotonilco se localiza en la zona metropolitana de Guadalajara designada como sitio Ramsar en 2006 [3] y clasificada como lago playa. Aun así, grandes cantidades de aguas residuales son vertidas en ella afectando el estado trófico [4]. En los últimos años los volúmenes de captación han disminuido, causando un proceso de intermitencia. El objetivo de este estudio es la caracterización de los cambios en las comunidades bacterianas de la laguna durante las diferentes temporadas del año.

Metodología. Se tomaron muestras de la laguna de Atotonilco considerando las temporadas fría, cálida y de lluvias. Se midieron parámetros fisicoquímicos de acuerdo con el método [5]. Se realizó una secuenciación de nueva generación del gen 16S rRNA sobre la región V3-V4 en la plataforma Illumina NovaSeq6000 PE250. Se procesaron las lecturas con el software QUIIME 2.0 (v.2022.11). El análisis bioinformático se realizó en RStudio (v.4.2.3).

Resultados. Las variables, profundidad y temporalidad fueron estadísticamente significativas respecto a la composición de las comunidades microbianas. En la Fig 1 se pueden observar que los parámetros OD, EC, TP, SS, CN y TSS tienen una gran influencia en los géneros *Alishewanella*, *Cyanobium_PCC-6307* y *CL500-29* y están presentes en el estiaje cálido. Mientras que para *Gemmatimonas*, *Bacillus* y *Nitrolancea* los parámetros NH₄, ORP, DBO y DQO tienen gran influencia en el estiaje de lluvias.

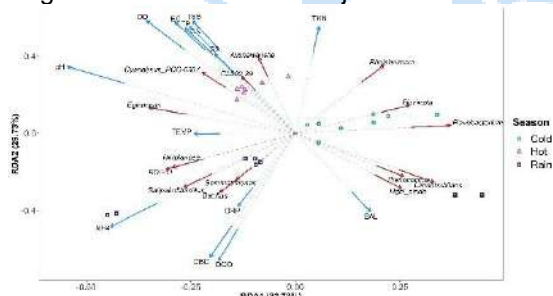


Fig. 1. Análisis de redundancia observando correlaciones entre los parámetros fisicoquímicos y las bacterias a nivel de género.

Se realizó un mapa de calor (Fig 2) para obtener las bacterias que estuvieran presentes en todas las muestras y poder identificar a las bacterias resilientes y robustas a los cambios que ocurren en la laguna. *Bacillus*, *Salipaludibacillus*, *Nitrospira*, BD2-11, *TRA3-20* y *Gemmatimonas* fueron los géneros que estuvieron presentes en cada una de las muestras con mayor abundancia. Este grupo de bacterias pueden contribuir al equilibrio de la degradación de nutrientes beneficiando la calidad de agua de la laguna.

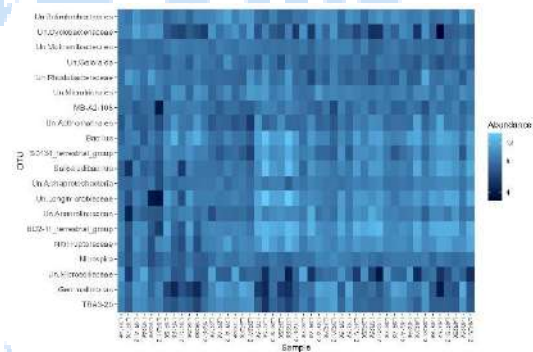


Fig. 2. Mapa de calor en donde se muestra el top 20 de las bacterias a nivel de género más abundantes en cada muestra.

Conclusiones. En la laguna de Atotonilco se identificaron diferencias en las comunidades microbianas en el agua, sedimentos y por temporalidad. Se observó que ciertos géneros son sensibles a los parámetros fisicoquímicos en estiaje cálido y de lluvias. Por otra parte, se logró identificar aquellas bacterias resilientes y robustas a los cambios de nivel de agua, además pueden estar involucradas en el equilibrio de los ciclos biogeoquímicos manteniendo la calidad de agua del ecosistema.

Bibliografía.

- Rosen, M. (1994). En: *Paleoclimate and Basin Evolution of Playa Systems*. GSA, U.S.A., Vol (289): 1-18
- Yecheili, Y., & Wood, W. W. (2002). *Earth-Science Reviews*. Vol (58): 343-365.
- SEMADET. (2005). Laguna de Atotonilco. Ficha informativa
- De Anda, J. (2021). CIATEJ. Laguna de Atotonilco: Santuario de aves en el sur de jalisco

ANÁLISIS *IN SILICO* DE LA INTERACCIÓN ENTRE SUSTRATOS EMPLEADOS EN LA SÍNTESIS DE OLIGOSACÁRIDOS FUCOSILADOS Y UNA FUCOSIDASA DE *BIFIDOBACTERIUM LONGUM*

Mauricio Eduardo Pavón-Chimal¹, Carlos Jiménez Pérez¹, Francisco Guzmán-Rodríguez¹, Lorena Gómez-Ruiz¹, Gabriela Rodríguez-Serrano¹, Mariano García-Garibay¹, Sergio Alatorre-Santamaría¹, Luis González-Olivares², Alma Cruz-Guerrero¹. ¹Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, CDMX, C.P. 09340. ²Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, C.P. 42067. mepcbt@xanum.uam.mx.

Palabras clave: fucosidasa, docking, fucooligosacáridos

Introducción. La leche humana se considera la forma natural y óptima de nutrir al recién nacido, porque aporta en un solo alimento todos los nutrientes necesarios para su crecimiento, además de proporcionar otros beneficios como una menor incidencia de infecciones y protección ante algunos padecimientos crónicos (1). Algunos de estos beneficios son proporcionados por los oligosacáridos de la leche humana (OLH), que favorecen el crecimiento selectivo de bifidobacterias, las cuales cuentan con el 13% de su genoma dedicado al transporte y metabolismo de carbohidratos (2). Entre el 35-50% de los OLH son fucosilados (3). Los OLH pueden sintetizarse enzimáticamente empleando glicosil hidrolasas como la α -L-fucosidasa, la cual cataliza la hidrólisis de residuos de fucosa, pero mediante el control de las condiciones de reacción, cataliza la transfucosilación, sintetizando oligosacáridos nuevos (4).

El objetivo de este trabajo fue evaluar teóricamente la afinidad entre los donadores de fucosilo *pNP-fucosa* (*pNP-F*), 2'-fucosil lactosa (2'-FL), 3-fucosil lactosa (3-FL) y lactosa, que actúa como aceptor de fucosilo con la fucosidasa de *Bifidobacterium longum* subsp. *Infantis* (*BiAfcB*), mediante un acoplamiento molecular.

Metodología. Se realizó el acoplamiento molecular con la α -L-fucosida *BiAfcB* (3MO4) obtenida de RCSB-PDB (5) y los ligandos *pNP-F*, 2'-FL, 3-FL y lactosa. El docking se realizó con AutoDock 4.2, la constante de unión (*Kb*) y la energía libre de unión (ΔG_b) se calcularon con el algoritmo genético de Lamarckian, realizando 250 corridas.

Resultados. Al realizar el acoplamiento molecular entre *pNP-F*, 2'-FL, 3-FL, lactosa y *BiAfcB*, se obtuvieron complejos en donde los ligandos se colocaron en la cavidad del sitio activo y a una distancia adecuada para que los residuos catalíticos GLU y ASP realicen su acción catalítica. En el caso particular de 3-FL y la lactosa, la galactosa presente en ambos ligandos se posicionó en una cavidad adyacente al sitio

activo. Como puede verse en la Tabla 1, La energía libre de unión obtenida en los complejos de *BiAfcB* con *pNP-F* y 2'-FL fue muy similar, seguidas de la lactosa, que contó con mejor interacción, mientras que la ΔG_b en el complejo formado con 3-FL fue la menor, obteniendo además una *Kb* varias veces menor a los demás ligandos, indicando que el complejo entre *BiAfcB* y 3-FL formó interacciones con mayor estabilidad y mayor afinidad.

Tabla 1. Energía libre de unión, y constante de afinidad de la interacción entre *BiAfcB* y sustratos donadores de fucosilo

Ligando	ΔG_b (kcal/mol)	<i>Kb</i> (μ M)
Lactosa	-4.6	424
<i>pNP-F</i>	-3.88	1420
2'-FL	-3.76	1740
3-FL	-5.6	78.15

La lactosa podría causar inhibición competitiva a *BiAfcB* con algunos donadores de fucosilo como *pNP-F* y 2'-FL, al colocarse dentro del sitio activo gracias a la presencia de galactosa en la molécula.

Conclusiones. Se comprobó mediante métodos *in silico* que *BiAfcB* cuenta con mayor afinidad hacia el sustrato 3-FL, que hacia 2'-FL y *pNP-Fuc*. Además, la lactosa, podría causar inhibición competitiva al sustrato donador.

Agradecimiento. Este trabajo fue realizado con apoyo del CONACyT (Becario 638147).

Bibliografía.

1. Xi, S., Ban, X., Kong, H., Li, C., Gu, Z., Li, Z. (2023). *Food Chem.* 412, 135510.
2. Arboleña, S., Bottacini, F., O'Connell-Motherway, M., Ryan, C.A., Ross, R.P., van Sinderen, D., Stanton, C. (2018). *BMC Genomics* 19, 33.
3. Okburan, G., Kızıler, S. (2023). *Pediatr. Neonatol.* (In Press).
4. Zeuner, B., Jers, C., Mikkelsen, J.D., Meyer, A.S. (2014). *J. Agric. Food Chem.* 62, 9615–9631.
5. Berman, H.M., Westbrook, J., Feng, Z., Gilliland, G., Bhat, T.N., Weissig, H., Shindyalov, I.N., Bourne, P.E. (2000). *Nucleic Acids Res.* 28, 235–242.

IDENTIFICACIÓN DE DEPOLIMERASAS DE PHB'S EN MUESTRAS DE METAGENOMAS PROVENIENTES DE UN LAGO SODADO DE LA ISLA ISABEL

Abigail Hernández Vázquez, Luis Mario Hernández Soto, José Abraham Canales Meza, Marcos López Pérez, José Félix Aguirre Garrido, Rina María González Cervantes, Humberto García Arellano, Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma, Departamento de Ciencias Biológicas y de la Salud, Lerma 52005, abigail_00hv@outlook.com, hgarcia2274@gmail.com.

Palabras clave: haloalcalófilos, polihidroxicanoatos, depolimerasas de PHB's

Introducción. Los hábitats salino-alcálinos presentan una alta salinidad (>60 g/L) y alcalinidad (pH>9) [1]. En México existen diversos ambientes salinos, entre ellos el lago de cráter de soda salina moderada ubicada en Isla Isabel (Nayarit) [2]. Estos entornos presentan gran diversidad de microorganismos (halófilos, alcalófilos y haloalcalófilos). Los microorganismos haloalcalófilos muestran características estructurales, metabólicas y energéticas que les permiten proliferar en ambientes con alta concentración de sal de hasta un 33% (p/v) y un pH mayor a 9 [1], por lo que la comunidad científica se ha centrado en la búsqueda de biomoléculas con potencial aplicación en procesos biotecnológicos. Los microorganismos haloalcalófilos se han descrito como buenos productores de bioplásticos (PHB's) así como de las enzimas encargadas de degradarlos (depolimerasas de PHB's) y sintetizarlos. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es identificar potenciales enzimas degradadoras de PHB's en metagenomas aislados de un lago de cráter de soda salina moderada ubicado en Isla Isabel (Nayarit).

Metodología. Las muestras de los metagenomas del lago de la Isla Isabel se tomaron a diferentes profundidades debido a que es un lago estratificado. Una vez que los metagenomas se ensamblaron (metaSPAdes), la estrategia que se siguió para la identificación de las posibles PHB depolimerasas consistió en realizar alineamientos de las proteínas identificadas en esos metagenomas (anotación con prokka) vs una familia de proteínas que ha sido reportada para depolimerasas de PHB PF10503 (esterasas de PHB depolimerasas) [3]. Posteriormente, con las proteínas que presentaron mayor similitud (i-value más cercano a cero, número de falsos positivos) respecto a PF10503 se realizó una predicción de dominios (NCBI domain), las proteínas que presentaron dominios para posibles PHB depolimerasas se alinearon (seaview.exe, método Clustal W) para identificar el dominio catalítico (caja lipasa, G,S,G) de las depolimerasas de PHB's y los aminoácidos conservados (H,D).

Resultados. En la Tabla 1 se enlistan las posibles depolimerasas de PHBs identificadas con la familia de proteínas PF10503.

Tabla 1. Proteínas problema con mayor similitud a depolimerasas de PHB identificadas en los metagenomas

PF10503 Esterasas de phb depolimerasas				
Profundidad (m)	Clasificación	i-value	Microorganismo identificado	% identidad
5	α/β-hidrolasa	2.1x10 ⁻⁸	<i>Halomonas sp</i>	87.64
	α/β-hidrolasa	3.2x10 ⁻⁷	<i>Halomonas sp</i>	79.55
Sedimento	poli (3-hidroxi-butilato) depolimerasa	0.0014	<i>Chloroflexi bacterium</i>	60.95

En la Figura 1 se muestra el alineamiento de las posibles depolimerasas de PHB's, se observa la caja lipasa que contiene la serina catalítica correspondiente a las lipasas/esterasas y los aminoácidos conservados (H, D).



Fig. 1. Alineamiento de las secuencias aminoacídicas de las posibles depolimerasas de PHB identificadas en el metagenoma correspondiente a 5 m de profundidad.

Conclusiones. Se identificaron posibles depolimerasas de PHB's así como su dominio catalítico y los aminoácidos conservados en el metagenoma correspondiente a 5 m de profundidad y en el sedimento. Dichas depolimerasas posteriormente serán evaluadas experimentalmente para verificar su actividad.

Agradecimiento. Al CONACyT por el otorgamiento de la beca (CVU 798752) para los estudios de doctorado.

Bibliografía.

- Uma, G., Babu, M.M., Prakash, V.S.G., Nisha, S.J., Citarasu. (2016) *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36 1-13.
- Aguirre-Garrido, J.F., Ramírez-Saad, H.C., Toro, N., Martínez-Abarca, F. (2016) *Microbial ecology*. 71(1): 68-77.
- Knoll, M., Hamm, T. M., Wagner, F., Martínez, V., Pleiss, J. (2009) *BMC Bioinformatics*. 10 1-8.

ANÁLISIS *IN SILICO* DEL CAMBIO CONFORMACIONAL DE LA CAVIDAD DEL CÁLIZ DE LA β -LACTOGLOBULINA BOVINA Y SU EFECTO EN LA INTERACCION CON LA AFLATOXINA M1

Carlos Jiménez-Pérez¹, Carlos Z. Gómez-Castro², Sergio Alatorre-Santamaría¹, Lorena Gómez-Ruiz¹, Francisco Guzmán-Rodríguez¹, Gabriela Rodríguez-Serrano¹, Mariano García-Garibay^{1,3}, Alma Cruz-Guerrero¹.

¹Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CDMX, C.P. 09340.

²Área Académica de Química, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, C.P. 42067.

³Departamento de Ciencias de la Alimentación, Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma, Edo. de México, 52006.

ibi.cjimenez@xanum.uam.mx.

Palabras clave: β -lactoglobulina, *acoplamiento molecular*, *aflatoxina M1*, *dinámica molecular*

Introducción. En los últimos años se ha reportado una alta incidencia de aflatoxina M1 (AFM1) en la leche y sus derivados en especial en los quesos (1). Además, la β -lactoglobulina bovina (β -LG) es la proteína más abundante en el suero de leche y es considerada un vehículo para compuestos bioactivos y tóxicos en la región del Cáliz (2). El acceso de los compuestos a la cavidad del Cáliz depende de la conformación que presenta el loop EF (abierto o cerrado), el cual es sensible al cambio de pH (3). Por otro lado, con el uso de herramientas computacionales se pueden observar los cambios conformacionales de las proteínas, así como predecir la forma de unión de la AFM1 con las proteínas de la leche (4).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del pH en los cambios conformacionales de la cavidad del Cáliz, así como la estabilidad de los complejos entre la β -LG y la AFM1.

Metodología. Se realizó la optimización de los modelos de la β -LG a pH de 4.0 y 6.5 por dinámica molecular (DM) con el programa *NAMD 2.13* empleando los campos de fuerza de *CHARMM36*. El acoplamiento molecular se realizó con el programa *Autodock 4.2*, se calculó la energía libre de unión (ΔG_u) de cada complejo mediante 100 evaluaciones del *Algoritmo Genético de Lamarckian*.

Resultados. Con los resultados obtenidos en la optimización de los modelos de la β -LG a pH de 4.0 y 6.5 se observó que el cambio de conformación del loop EF durante los 500 ns de la simulación de DM es variable en su forma cerrada y abierta, es decir, no adquiere una configuración estable como se observa en la Fig. 1.

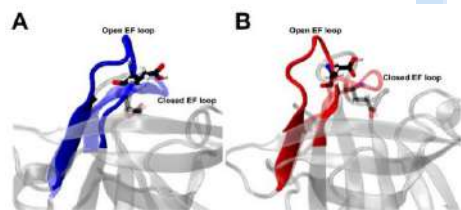


Figura 1. Cambio de conformación del loop EF de la cavidad del Cáliz para los dos modelos de la β -LG (A) pH 4.0 y (B) pH 6.5 a los 500 ns.

Con base a lo anterior se puede inferir que la AFM1 tiene la posibilidad de unirse en la cavidad del Cáliz a los dos pH evaluados.

En la Tabla 1 se reportan los parámetros termodinámicos obtenidos de la formación de los complejos β -LG-AFM1, los cuales reflejan que la micotoxina se une con mayor estabilidad a un pH de 4.0 en comparación al modelo a pH de 6.5. Debido a que no hay reportes de complejos de la β -LG a pH menores a 7.0, se realizó la comparación con complejos formados con compuestos polifenólicos; como se puede ver en la Tabla 1 la ΔG_u reportada de la rutina es cercana a la obtenida en este trabajo a pH 6.5, mientras que los otros dos complejos presentan valores inferiores a los reportados en este trabajo. Por lo tanto, la disminución del pH favorece la estabilidad del complejo β -LG-AFM1.

Tabla 1. Parámetros termodinámicos de la interacción de la β -LG con diferentes compuestos.

Compuesto	pH Modelo	ΔG_u (kJ/mol)	Referencia
AFM1	4.0	-42.59	Este trabajo
	6.5	-32.00	
Resveratrol	7.4	-27.61	(5)
Curcumina	7.4	-30.12	
Rutina	7.5	-38.43	(6)

Conclusiones. Se obtuvo la formación del complejo β -LG-AFM1 a los dos pH evaluados, y se puede inferir que al disminuir el pH la afinidad de la β -LG hacia la AFM1 aumenta.

Agradecimiento. Al Laboratorio de Supercómputo y Visualización en Paralelo (LSVP) de la UAM-Unidad Iztapalapa donde se realizaron los cálculos computacionales.

Bibliografía.

1. Jiménez-Pérez y col. (2021). *World Mycotoxin J.* 14(3):269-285.
2. Xiang. y col. (2018). *Encycl. Food Chem.* 2: 560-565.
3. Bello. (2022). *J. Biomol. Struct.* 104: 15346-51.
4. Jiménez-Pérez y col. (2020). *J. Photochem. Photobiol. B* 209: 111957.
5. Zhang y col. (2022). *Food Hydrocoll.* 124:107331.
6. Al-Shabib y col. (2018). *J. Mol. Liq.* 269:511-520.

INVESTIGATION OF PREVALENCE OF ANTIBIOTIC RESISTANCE GENES IN THE COMPOST MADE FROM COW MANURE

Balaji Muthukrishnan, Yendi Navarro Noya, Luc Dendooven, Department of Biotechnology and Bioengineering, Cinvestav, Mexico City, 07360, balaji.muthukrishnan@cinvestav.mx.

Keywords: metagenomics, resistome, compost

Introduction. Due to the misuse of antimicrobials like antibiotics, multidrug resistance in bacterial pathogens has become a global concern. Clinical pathogens have spread across the globe and acquired genes for antibiotic resistance, which has decreased the number of available viable treatments for resistant diseases. Exposure of livestock to antimicrobials can lead to resistance microbes in feces which are then composted and added to the soil for agricultural use. Although composting is a common method for lowering the danger of infections, some drug-resistant genes continue to exist and may even become more prevalent when added to soil. It is crucial to investigate the compost's microbiome to comprehend the presence and persistence of drug-resistant genes linked to that microbiome to lower the risk to the public's health. The objective of the work is to determine the presence of antibiotic resistance genes in the microbiome of compost and to investigate how composting affects antibiotic resistance genes in the microbial population of cow manure.

Methodology. Cow manure samples was collected from Altamira, Tlaxcala, Mexico. DNA was extracted from the cow manure on day 0 and day 56 of composting. Libraries were constructed from the DNA extracts and Shotgun sequenced using Illumina NovaSeq 6000 (161 PE). The obtained raw sequences were preprocessed (host DNA and contamination removal, cut adapters and trimming of low-quality reads) and then cleaned reads were assembled into contigs of high quality using metagenomic assemblers. Different programs and algorithms were used for detection of antibiotic resistance genes in both the reads and assembled contigs. The results from both types of inputs (read and contig) were compared statistically and interpreted for designing an efficient workflow to investigate the prevalence of resistance genes during composting.

Results. Sequencing of DNA from the compost yielded 22,447,492 reads (Day 0) and 55,055,314 reads (Day 56) and of average quality 36. After preprocessing by cleaning and trimming, nearly 98% of raw reads were retained. In terms of the first objective, to determine the presence of antibiotic resistance genes in the compost, the cleaned reads, obtained after the series of filtration

and trim, were analyzed by using AMR++ pipeline that uses MEGARes database (Table 1).

Table 1. Number of genes found in the sample – Day 0 Vs Day 56

Type	Number of genes in sample	
	Day 0	Day 56
Biocides	2893	8275
Drugs	153762	154485
Metals	18711	21645
Multi-compound	24403	42417

Among the antibiotics that are associated with the resistance genes in the compost, the top three groups were MLS (Macrolide-Lincosamide-Streptogramin), Rifampin and Aminoglycosides and moreover the abundance of these genes were sustained during the process of composting.

Conclusions. The biocide category of resistance genes has increased many folds from day 0 which is contrary to the concept of composting. More studies need to be conducted for understanding the proliferation of resistance genes during composting. The research will be continued with the assembly of reads and detection of antibiotic resistance genes in the contigs.

Gratitude. The research was funded by Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Bibliography.

1. Bonin N, Doster E, Worley H, Pinnell L, Bravo J, Ferm P, Marini S, Prosperi M, Noyes N, Morley P, Boucher C. (2023) *NAR*. Vol 51: D744 – D752.
2. Qiu T, Huo L, Guo Y, Gao M, Wang G, Hu D, Li C, Wang Z, Liu G, Wang X. (2022) *EM*. Vol 17:42
3. Heuer H, Smalla K. (2007) *EM*. 9(3):657-66
4. Boolchandani M, D'Souza A, Dantas G. (2019). *NRG*. Vol 20: 356-370

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área XIII. Biotecnología de productos naturales y desarrollo de nuevos fármacos

XIIIC04	ESTUDIO MICOQUÍMICO DE EXTRACTOS DEL HONGO <i>Amanita rubescens</i> DEL VOLCÁN LA MALINCHE. Autores: María Isabel Torres-García, José Luis Torres-García, Fabiola Eloísa Jiménez-Montejo, Francisco José Fernández-Perrino, Miriam Ahuactzin-Pérez.	742
XIIIC05	EVALUATION OF THE ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITY OF BIOACTIVE EXTRACTS FROM AVOCADO (<i>PERSEA AMERICANA</i>) RESIDUES ON BREAST CANCER CELLS. Autores: Berni Esquivel Gonzalez, Mayela Govea Salas, Roberto Arredondo Valdés, Rafael Gomes Araújo, Anna Iliná, Rodolfo Ramos González, Héctor Arturo Ruiz Leza, María Carmen Rodríguez Salazar, Elda Patricia Segura Cenicerros, Sandra Cecilia Esparza González, Virginia García Cañas, Carolina Simó Ruíz.	743
XIIIC06	DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE NANOEMULSIONES ACARREADORAS DE CURCUMINA. Autores: Abigail Varela Pérez, Ana G. Castillo Olmos, Hugo S. García Galindo, Cynthia Cano Sarmiento.	744
XIIIC08	EFFECTO IN VITRO DE NANOEMULSIONES O/W DE ACEITE DE ÁRBOL DE TÉ EN CÁNCER DE MAMA: UN POTENCIAL AGENTE TERAPÉUTICO. Autores: Esther de J. Medina Magariño, Juan M. Pinos Rodríguez, Miguel Canales Rubio, Argel Flores Primo, Rubén Loeza Limón, Edgar Torres Maravilla, Cynthia Cano Sarmiento.	745
XIIIC09	PRODUCCIÓN DE FICOCIANINA DE LA MICROALGA ROJA TERMOACIDÓFILA <i>Cyanidioschyzon</i> sp. Autores: Ingrid Hernández, León Sánchez, Laura González, Marcia Morales.	746
XIIIC11	LISINA COMO PRECURSOR EN LA PRODUCCIÓN DE HUPERZINA A DE <i>Phlegmariurus taxifolius</i> . Autores: Jacqueline Marchan Martínez, Martín Vázquez Velázquez, María Luisa Villareal, Alexandre Toshirrico Cardoso Taketa, Anabel Ortiz Caltempa.	747
XIIIC12	OPTIMIZACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO PARA EL CRECIMIENTO CELULAR DE DAUCUS CAROTA Y LA PRODUCCIÓN DE LA PROTEÍNA LTB-SYN. Autores: Christian Carreño Campos, Ma. Luisa Villarreal Ortega, Anabel Ortiz Caltempa, Sergio Rosales-Mendoza.	748

XIIIC13	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE BAYAS DE PHYTOLACCA DIOICA L. (OMBU). Autores: Viridiana Hernández Cruz, Diana González Contreras, Lezly Abigail Peral Gómez, Mariana Zuleima Pérez González, Ignacio García Martínez.	749
XIIIC14.	PRODUCCIÓN DE HUPERZINA A POR PHLEGMARIURUS TAXIFOLIUS EN CULTIVOS ELICITADOS IN VITRO. Autores: Martín Vázquez Velázquez, María Luisa Villarreal, Anabel Ortiz Caltempa, Alexandre Toshirrico Cardoso Taketa.	750
XIIIC15	ESTUDIO BIODIRIGIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS FRACCIONES ACTIVAS DE BIDENS ODORATA. Autores: Cinthia Jaquelinee Mañon Blanco, Gabriela Rosas Salgado, Alejandro Zamilpa.	751
XIIIC16	CARACTERIZACIÓN DEL VENENO DEL ALACRÁN DE CHIHUAHUA MÉXICO: CHIHUAHUANUS COAHUILAE. Autores: Carolina Alvarado-González, Karla Sofia López-Contreras, Herlinda Clement, María Lourdes Ballinas, Angelica Escarcega-Avila, Iván Arenas-Sosa, Gerardo Corzo, Gerardo Pável Espino-Solis.	752
XIIIC17.	TAMIZAJE FITOQUÍMICO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE HOJAS DE PHYTOLACCA DIOICA L. (OMBÚ). Autores: Adriana Aguilar Piedras, Andrea Guadalupe Pérez Pichardo, Viridiana Hernández Cruz, Mariana Zuleima Pérez González, Ignacio García Martínez.	753
XIIIC19.	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE GANODERMA LUCIDUM Y HERICIUM ERINACEUS. Autores: De Vega-Luttmann Gabriela, Espitia-López Josefa, Arce-Cervantes Oscar.	754
XIIIC20	EVALUACIÓN DEL CONTENIDO FENÓLICO TOTAL DE DOS CEPAS DE HONGO PLEUROTUS SPP. Autores: Rosa Mareyli Gayosso-San Juan, Silvia Armenta-Jaime, Teresita Spezzia-Mazzocco, Ricardo Omar Navarro-Cortes, Fabian Ricardo Gómez-de Anda, Oscar Arce-Cervantes.	755
XIIIC21.	EVALUACIÓN DEL CONTENIDO FENÓLICO TOTAL DE DIFERENTES EXTRACTOS DE <i>Tagetes</i> spp. L. Autores: Angélica Manzur-Chávez, Ricardo Omar Navarro-Cortez, Fabian Ricardo Gómez-de Anda, Oscar Arce-Cervantes, Silvia Armenta-Jaime.	756
XIIIC22.	ANÁLISIS COMPARATIVO PARA LA DETERMINACIÓN DE CAPSAICIONOIDES EN CHILE DE AGUA (<i>Capsicum annum</i>) MEDIANTE HPLC-PDA, UPLC-PDA Y UPLC-ESI-MS. Autores: Iván E. Herrera – Pool, Antony J. Castellero-Rosas, Sofía M. Pezzarossi-Paz, Neith Pacheco.	757
XIIIC23.	SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS DE CURCUMINA-QUITOSÁN Y EFECTO SOBRE LA BIOPELÍCULA DE AISLAMIENTOS CLÍNICOS DE STAPHYLOCOCCUS RESISTENTES A METICILINA. Autores: Humberto Antonio Salazar-Sesatty, Edeer Iván Montoya-Hinojosa, Cynthia A. Alvizo-Baez, Luis D. Terrazas-Armendariz, Itza E. Luna-Cruz, Juan M. Alcocer-González, Licet Villarreal-Treviño, Adrián Camacho-Ortiz, Samantha Flores-Treviño.	758
XIIIC24.	INDUCCIÓN IN-VITRO DE CALLOS Y ORGANOGÉNESIS INDIRECTA A PARTIR DE EXPLANTES DE HOJA DE BRUMANSIA ARBOREA. Autores: Mariana Zuleima Pérez González, Gabriel Alfonso Gutiérrez Rebolledo, Ignacio García Martínez.	759

XIIIC25.	IDENTIFICACIÓN DE CLÚSTERES DE GENES BIOSINTÉTICOS PRODUCTORES DE LANTIPÉPTIDOS EN ACTINOBACTERIAS ENDÓFITAS MEDIANTE MINERÍA GENÓMICA. Autores: Aguilar Cabrera Andrea, Sergio Sánchez Esquivel, Carlos Adrian García Ausencio.	760
XIIIC26.	BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS CONTRA PATÓGENOS DE INTERÉS EN ACUICULTURA Y SALUD HUMANA. Autores: Mauricio Muñoz Ochoa, Ruth Noemí Aguila Ramírez, Dora Luz Arvizu Higuera, Yoloxochitl Elizabeth Rodríguez Montesinos, Martha Patricia Agúndez Salas.	761
XIIIC27.	LAURENCIA PACÍFICA: PERFIL FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD CONTRA BACTERIAS FORMADORAS DE BIOPELÍCULAS. Autores: Martha Patricia Agúndez Salas, Mauricio Muñoz Ochoa, Ruth Noemí Águila Ramírez.	762
XIIIC28.	ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA DE SALVIA ELEGANS VAHL PROPAGADA VEGETATIVAMENTE Y DESARROLLADA EN DIFERENTES INTENSIDADES DE LUZ. Autores: Monterrosas Brisson Nayeli, Ocampo-Arenas Martha L, Jiménez-Aparicio Antonio R, Jiménez- Ferrer E, Herrera-Ruiz Maribel.	763
XIIIC29.	ESTUDIO DE LA REGULACIÓN DEL TERPENOMA DE HUMPHREYA COFFEATA POR LA FUENTE DE CARBONO. Autores: Ricardo A. González-Hernández, Norma A. Valdez-Cruz, Mauricio A. Trujillo-Roldán.	764
XIIIC30.	CARACTERIZACIÓN FENÓLICA, ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIANA DE PLEUROTUS ALBIDUS. Autores: Oscar A. Sánchez-Aguirre, Fabiola C. Elvira-San Juan, Omar G. Malagón-Avilés, Régulo Llarena-Flores, Marina Guevara-Valencia.	765
XIIIC31.	ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE LAS HOJAS DE JÍCARO (CRESCENTIA CUJETE L.). Autores: Javier Camacho Morales, Oscar Antonio Sánchez Aguirre, Karla Adriana Olmos Esteban, Daniel Salazar Vela, Marina Guevara Valencia.	766
XIIIC33.	TOXICIDAD AGUDA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE BRUGMANSIA ARBOREA (L.) LAGERTH. Autores: Isabel Ayala Aguilar; Alexis García Fernández; Ignacio García Martínez; Gabriel Alfonso Gutiérrez Rebolledo; Mariana Zuleima Pérez González.	767
XIIIC34.	EFEECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL MEDIO MURASHIGE & SKOOG (MS) EN LA GERMINACIÓN IN VITRO DE DATURA STRAMONIUM. Autores: Alexis García-Fernández; Isabel Ayala-Aguilar; Ignacio García Martínez; Gabriel Alfonso Gutiérrez Rebolledo; Mariana Zuleima Pérez-González.	768
XIIIC36	AISLAMIENTO DE ANTIMICROBIANOS PRODUCIDOS POR ACTINOMICETOS ENDÓFITOS DE <i>Justicia spicigera</i> . Autores: Thalía Serrano, Sergio Sánchez.	769
XIIIC39	CLONACIÓN Y EXPRESIÓN DEL GEN LANA DE UN CLÚSTER PARA LA PRODUCCIÓN DE UN LANTIPÉPTIDO BACTERIANO. Autores: Susana Elena Barrera Gutiérrez, Beatriz Ruiz Villafán, Sergio Sánchez.	770

XIIIC40.	BÚSQUEDA DE HONGOS ENDÓFITOS DE JUSTICIA SPICIGERA CON ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA. Autores: Karen González Sánchez, Beatriz Ruiz Villafán, Sergio Sánchez.	771
XIIIC41.	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA CREMA FACIAL, SÓLIDA Y NATURAL. Autores: Gabriela Giles Buzo; Natalia Reséndiz Ríos.	772
XIIIC44.	PRODUCCIÓN DE BIOPELÍCULAS DE MAÍZ MEDICADAS CON DATURA STRAMONIUM PROMOTORA EN LA CICATRIZACIÓN DÉRMICA. Autores: Jarumi Aguilar Guggembuhl, Edmundo Roman Andrade Lira, Daney Sarahi Rivera Morales, Nora Ibarra Araujo, Eulalia Ventura Mojica.	773
XIIIC45.	APLICACIÓN DEL EXTRACTOS DE LÚPULO, ROMERO, BERGAMOTA Y NARANJA PARA EL DESARROLLO DE UN DESODORANTE ORGÁNICO. Autores: Astrid Bravo Pozos, Natalia Nieto Salas, Diana Salinas Parada, Sara Anzorena Licea, María Fernanda Serrano Barrera, Ana Laura Torres Huerta, Aurora Antonio Pérez.	774
XIIIC46.	ESTUDIO IN SILLICO DE LA POSIBLE ACCIÓN DE CANNABIDIOL (CBD) Y GALATO DE EPIGALOCATEQUINA (EGCG) SOBRE LA INDUCCIÓN TERMOGÉNICA COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LA OBESIDAD. Autores: Ricardo Pérez-Almazán, Cristoper Emanuel Ramírez-Sandoval, Maria Elena Campos-Aldrete.	775
XIIIC47.	RESPUESTA ANTILEISHMANIAL DE LIGANTES DE COORDINACIÓN DE AZODERIVADOS Y SU POSIBLE MECANISMO DE ACCIÓN. Autores: Cristoper Emanuel Ramírez-Sandoval, María Elena Campos-Aldrete.	776
XIIIC48.	ANÁLISIS DE COMPUESTOS TRITERPÉNICOS CON ACTIVIDADES BIOLÓGICAS EN LOPEZIA RACEMOSA CAV. Autores: Lizbeth Coronel Pastor, José de Jesús Arellano García, María Luisa Villarreal Ortega, Irene Perea Arango, Alejandro Zamilpa Álvarez, Mario Rodríguez Monroy.	777
XIIIC49.	CLONACIÓN DEL GEN QUE CODIFICA PARA UNA METILTRANSFERASA DE MICROMONOSPORA ECHINOSPORA PARA LA SÍNTESIS DE UN LANTIPÉPTIDO. Autores: Yvette Ximena González López, Sergio Sánchez.	778
XIIIC50.	ESTUDIO IN SILICO DE LA INTERACCIÓN DEL PÉPTIDO ANTIPOBESOGÉNICO CROTAMINA CON EL RECEPTOR DE PÉPTIDOS TIPO GLUCAGON-1. Autores: David Meléndez-Martínez, Adriana Morales-Martínez, Francisco Sierra-Valdez, Karla Mayolo-Deloisa, Omar Lozano-García, Marco Rito-Palomares, Jorge Benavides.	779
XIIIC51.	METABOLITOS BIOACTIVOS DE ACREMONIUM PERSICINUM: UN HONGO AISLADO DE UN LAGO-CRÁTER ALCALINO. Autores: César Espinoza Ramírez, César Franceschy Rodríguez, José Javier Fernández Castro, Ángel Trigos Landa.	780
XIIIC52.	EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAROTENOIDES EN LA MICROALGA OOCYSTIS SP. Autores: Mauricio Carrasco González, Blanca Urbina Medina, León Sánchez-García, Marcia Morales-Ibarra.	781
XIIIC53.	IDENTIFICACIÓN DE INHIBIDORES DE ORNITINA DESCARBOXILASA ANÁLOGOS A LA LISINA, CON ACTIVIDAD ANTITUMORAL. Autores: Arroyo-Sánchez Beatriz Irene, Morales-Ríos Edgar, Olin-Sandoval Viridiana.	782

XIIIC55.	FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS POLIMÉRICAS CON ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO PARA SU APLICACIÓN ANTIVIRAL. Autores: Nancy Espinosa-Carranza, Rocío Álvarez-Román, Catalina Leos-Rivas, Catalina Rivas-Morales, Juan Báez-González, Sergio A. Galindo-Rodríguez.	783
XIIIC56	EFFECTO DE LA NANOENCAPSULACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE SCHINUS MOLLE SOBRE LA CONCENTRACIÓN LETAL 50 UTILIZANDO EL MODELO DE HEMÓLISIS ERITROCITARIA INDUCIDA Y ARTEMIA SALINA. Autores: Anahí Zamora-Mendoza, Rocío Álvarez-Román, Catalina-Leos-Rivas, Catalina Rivas-Morales, Mayra-Treviño-Garza, Sergio Galindo-Rodríguez.	784
XIIIC57.	EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIPROLIFERATIVA DE PROTEÍNAS EXTRAÍDAS DE TECOMA STANS. Autores: Eduardo Anaya Esteban, Miguel Ángel Peña Rico, Edgar García López, Ariana Arlene Huerta.	785
XIIIC58.	EXTRACTO DE MUÉRDAGO E INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO DE BACTERIAS PATÓGENAS IN VITRO. Autores: Maricruz Gómez-Ramírez, Luis Ángel Xoca-Orozco, Gustavo Hernández-Mendoza, Raúl Reyes-Bautista y José de Jesús Flores-Sierra.	786
XIIIC59	INFLUENCIA DE LA QUERCETINA SOBRE LA FOSFORILACIÓN OXIDATIVA DEPENDIENTE DEL METABOLISMO ENERGÉTICO EN SACCHAROMYCES CEREVISIAE. Autores: Andrés Carrillo Garmendia, Juan Carlos González Hernández, Sofía María Arvizu Medrano, Jorge Gracida, Luis Alberto Madrigal Pérez, Carlos Regalado González.	787
XIIIC60	DESARROLLO DE NANOEMULSIONES DE LANOSTEROL: CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA REVERSIÓN DE CATARATAS. Autores: Ana Guadalupe Castillo Olmos, Abigail Varela Pérez, Hugo S. García Galindo, Cynthia Cano Sarmiento.	788

ESTUDIO MICOQUÍMICO DE EXTRACTOS DEL HONGO *Amanita rubescens* DEL VOLCÁN LA MALINCHE

María Isabel Torres-García¹, José Luis Torres-García¹, Fabiola Eloísa Jiménez-Montejo³, Francisco José Fernández-Perrino¹, Miriam Ahuactzin-Pérez^{2*}

miriamahuactzin@gmail.com

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. CDMX, 09340, México. ²Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Agrobiología, Ixtacuixtla, Tlax., 90120, México. ³Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Ingeniería Genética de Microorganismos Industriales, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tepetitla de Lardizabal, Tlax., 90700, México.

Palabras clave: fenoles, A. rubescens, extractos

Introducción. El parque Nacional La Malinche (PNLM) cuenta con bosques de clima templado en donde habitan una gran diversidad de hongos, *Amanita rubescens*¹, posee escamas marrón grisáceas en el sombrero, el borde no presenta estrías, el velo es color crema y al cortar o maltratar la carne se mancha de color blanco, estos organismos son una fuente de compuestos bioactivos como antiinflamatorios, antioxidantes, antibacterianos, antifúngicos, entre otros².

Metodología. Se colectó 1.5 kg de hongo en el PNLM, se deshidrataron a 55 °C/72 h. Los extractos se obtuvieron por maceración, utilizando metanol y etanol. Se hizo un análisis micoquímico en cromatografía de capa fina (TLC) con fase móvil AcOEt, H₂O, MeOH, Heptano (16:1:3:2), cuantificación de fenoles totales, polifenoles y flavonoides por el método Folin-Ciocalteu y AlCl₃ respectivamente y actividad antioxidante por el método DPPH³.

Resultados. En la Figura 1(a) se observa la presencia de flavonoides de alta polaridad en ambos extractos, se puede observar una mayor concentración en el extracto metanólico (7) a diferencia del extracto etanólico (8). En la Figura 1(b) resalta la presencia de compuestos terpenos, isoprenoides y saponinas en dos bandas diferentes para ambos extractos, la primera banda mostró compuestos de alta polaridad en mayor concentración a diferencia de la segunda banda que resalta compuestos de menos polaridad. En la Figura 1(c) se muestra la presencia de compuestos polares pertenecientes al grupo de los alcoholes, aldehídos, aminas, sulfóxidos y compuestos insaturados para ambos extractos. En la Figura 2 se puede observar que la mayor concentración de fenoles totales y polifenoles se obtuvo en el extracto metanólico, la mayor concentración de flavonoides se obtuvo en el extracto etanólico. En la Figura 3 se observa una curva de dosis respuesta en donde la IC₅₀ se obtuvo

a 2877 ppm para el extracto metanólico y a 4929 ppm para el extracto etanólico, respectivamente.

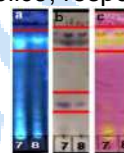


Fig. 1 Revelados colorimétricos por el método tricloruro de aluminio al 10% (a), vainillina (b) y KMnO₄ (c).

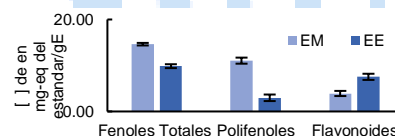


Fig. 2 Concentración de fenoles totales, polifenoles y flavonoides en extractos metanólicos (EM) y extractos etanólicos (EE).

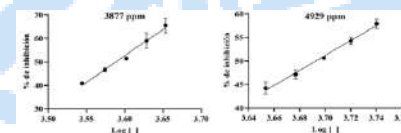


Fig. 3 Curva dosis respuesta de la actividad antioxidante del extracto metanólico y etanólico.

Conclusiones. El extracto metanólico del hongo *A. rubescens* presentó mayor concentración de fenoles totales y polifenoles, así como la concentración mínima inhibitoria, a diferencia del extracto etanólico, que presentó la mayor concentración de flavonoides.

Agradecimiento. Al CONACyT por la beca No. 1011584 otorgada a MITG.

Bibliografía.

- Sánchez C. (2017). *Synth. Syst. Biotechnol.* 6:13-22.
- Espinosa-García A, Mendoza G, Shnyreva AV, Padrón JM y Trigos A. (2021). *Int. J. Med. Mushrooms.* 23(2):67-77.
- Sánchez-Moreno. (2002). *Food Sci Technol Int.* 8(3):121-137.

EVALUATION OF THE ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITY OF BIOACTIVE EXTRACTS FROM AVOCADO (*Persea americana*) RESIDUES ON BREAST CANCER CELLS

Berni Esquivel Gonzalez¹, Mayela Govea Salas¹, Roberto Arredondo Valdés¹, Rafael Gomes Araújo², Anna Iliná¹, Rodolfo Ramos González¹, Héctor Arturo Ruiz Leza¹, María Carmen Rodríguez Salazar³, Elda Patricia Segura Cenicerros¹, Sandra Cecilia Esparza González¹, Virginia García Cañas⁴, Carolina Simó Ruíz⁴

¹Food Research Department, Faculty of Chemical Sciences, Autonomous University of Coahuila, 25280, Saltillo, Mexico.

²Sustainable applied biotechnology group, Technological of Monterrey, 64700, Monterrey, Mexico.

³Faculty of Chemical Sciences, Autonomous University of Coahuila, 25280, Saltillo, Mexico.

⁴Molecular Nutrition and Metabolism, Institute of Food Science Research, CSIC, 28049, Madrid, Spain

* E-mail: m.govea.salas@uadec.edu.mx

Key words: Avocado waste, breast cancer, antiproliferative activity, Persea americana.

Introduction. The extract of avocado *Hass* variety has been shown to possess biological activity as antioxidants, anticancer and others [1]. The objective of this work was the extraction and evaluation of avocado *Hass* variety residue extracts on breast cancer cells *in vitro*.

Methodology. The extraction was microwave-assisted (MAE), obtaining 4 extracts: ethanolic seed (ES), aqueous seed (AS), ethanolic peel (EP) and aqueous peel (AP), the extracts were identified by HPLC-MS, total phenols by Folin-Ciocalciu and DPPH and ABTS antioxidant assay were performed. Finally, the extract was evaluated on 4T1 and MDA-MB-231 breast cancer cells with MTT assay in cell culture. The following compounds was identified in the HPLC-MS with the highest presence: catechins, hydroxycinnamic and methoxycinnamic acids, procyanidins, flavones and proanthocyanidins.

Results. The extracts showed high antioxidant activity with 1.08 ± 0.11 and 2.20 ± 0.12 mg ET/mg extract ranges. Total phenols were in a range of 0.60 ± 0.02 and 0.74 ± 0.03 mg Eq Gallic acid/ mg dry matter. A significant decrease in the percentage range of viability was 1% to 37% in MDA-MB-231 cells with 2 mg/mL to 5 mg/mL with the 4 extracts, while in 4T1 cells the percentage of viability was 80% with 0.2 mg/mL to 1 mg/mL with all the extracts. Also, the pH was maintained between a range of 7.5 - 8 for all extracts indicating that the extracts do not affect the pH level of the culture medium.

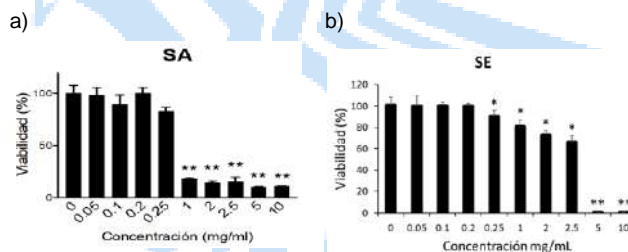


Fig 1. Viability effect of extracts on breast cancer cells, a) 4T1; b) MDA-MB-231.

Conclusions. This work demonstrated that we could obtain bioactive compounds from food residues such as avocado and take advantage of their high antioxidant activity to treat tumor cells and decrease their cell viability. This is important because large amounts of avocado waste are generated annually in the world, which have no commercial value, but this study shows that they can be considered for use as adjuvants in cancer treatments and can be used to valorize this waste.

Acknowledgments. Special thanks to the Food Research Department of the Universidad Autónoma de Coahuila and also to CONACYT for funding this research.

Bibliography.

1. Velderrain G, Quero J, Osada J, Martin O, Rodriguez M. (2021) Phenolic-Rich Extracts from Avocado Fruit Residues as Functional Food Ingredients with Antioxidant and Antiproliferative Properties. MDPI, Biomolecules,7:977.

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE NANOEMULSIONES ACARREADORAS DE CURCUMINA

Abigail Varela Pérez, Ana G. Castillo Olmos, Hugo S. García Galindo, Cynthia Cano Sarmiento
CONACYT— Tecnológico Nacional de México Campus Veracruz, Unidad de Investigación y
Desarrollo en Alimentos, Veracruz, 2779. cynthia.cs@veracruz.tecnm.mx.

Palabras clave: compuestos bioactivos, nanoemulsiones, alta energía

Introducción. Los compuestos bioactivos (CB) varían en estructura y función química, lo cual influye en su biodisponibilidad y propiedades biológicas. Los posibles efectos sobre la salud dependen de la forma de administración y del sistema en el que se encuentren [1]. La curcumina es un compuesto al que se le ha atribuido actividades anticancerígenas, antioxidantes, antiinflamatorias, además de efectos benéficos en afecciones oculares y degenerativas [2]. Una desventaja es la baja biodisponibilidad al ser administrado, por ello se emplean las nanoemulsiones (NE), ya que ha demostrado generar tratamientos terapéuticos más efectivos y permite solucionar diversos problemas. Para obtener una NE, debe existir un adecuado proceso de emulsificación, así como una correcta selección del surfactante y su concentración. Si hay un alto aporte de energía, puede conducir a un exceso de trabajo y provocar la recoalescencia de las gotas, o, si la concentración de surfactante es baja el tamaño de las gotas formadas se verá limitado. En el presente trabajo se evaluó el efecto de la concentración de CB, curcumina, sobre las características fisicoquímicas de las nanoemulsiones.

Metodología. Las concentraciones utilizadas se seleccionaron de la literatura, ya que se ha reportado que tienen un efecto benéfico al ser administrada de forma libre. La formulación consistió en curcumina (15, 20 y 25 mg), fosfatidilcolina, glicerol, ácidos grasos de cadena media y agua. Las NE se generaron con un método de alta energía: ultrasonido. Se caracterizaron por distribución de tamaño de partícula (DTP) y potencial zeta (ζ), por 30 días a 4°C.

Resultados. Las NE desarrolladas mostraron un comportamiento monomodal, lo que indica una buena estabilidad, descartando la presencia de fenómenos de inestabilidad física [3]. Según el análisis estadístico realizado a los datos de la DTP, no existe diferencia estadística entre el tiempo 0 y 30 días para las NE con concentraciones de 15 y 20 mg, sin embargo, sí hubo diferencia en la nanoemulsión con 25 mg de curcumina entre día 0 y 30 (Fig. 1). Por otro lado, al no existir más de una media de diferencia entre el DTP y el percentil D90 todas las NE se consideraron estables y

homogéneas, con una distribución de tamaño adecuada. Los valores del potencial ζ en los sistemas variaron entre -9.5 y -21 mV, a pesar de ser valores relativamente bajos, las NE mostraron una adecuada estabilidad física, lo que puede indicar que el surfactante propicia una interfaz estable y, junto con el estabilizante, se logra una interacción de repulsión adecuada para la estabilidad entre las gotas, lo que evita fenómenos de inestabilidad [3]. Aunque los sistemas presentaron buenos tamaños, la NE con 15 mg de curcumina presentó mayor dispersión en la DTP y tamaños mayores que la de 20 mg.

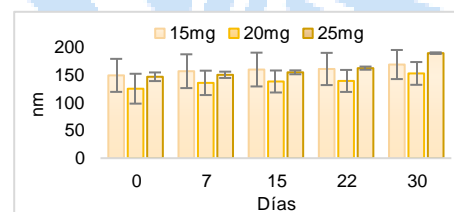


Fig. 1. DTP durante 30 días de las nanoemulsiones con 15, 20 y 25 mg de curcumina, ($p < 0.05$).

Conclusiones. La NE con 20 mg presentó una buena carga de CB, los mejores tamaños y menores variaciones en DTP y percentil D90, además de valores de potencial ζ reportados como adecuados para mantener su estabilidad, por lo que se consideró el mejor sistema. Con la obtención de una nanoemulsión de curcumina estable, se abre un camino para la valoración y evaluación de su efecto farmacológico en diferentes enfermedades.

Agradecimiento. Al TecNM, CONACYT y a UNIDA-ITVER.

Bibliografía.

1. Carbonell-Capella J. M., Buniowska M., Barba F. J., Esteve M. J. and Frígola A. (2014) *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 13 (2) 155-171.
2. Manikandan, R., Thiagarajan, R., Beulaja, S., Sudhandiran, G. and Arumugam, M. (2010) *Free Radic. Biol. Med.* 48 (4) 483-492.
3. McClements D. J. (2015). *Food emulsions: Principles, practices and techniques*. CRC Press Taylor and Francis Group, US.

EFFECTO *IN VITRO* DE NANOEMULSIONES O/W DE ACEITE DE ÁRBOL DE TÉ EN CÁNCER DE MAMA: UN POTENCIAL AGENTE TERAPÉUTICO

Esther de J. Medina Magariño, Juan M. Pinos Rodríguez, Miguel Canales Rubio, Argel Flores Primo, Rubén Loeza Limón, Edgar Torres Maravilla y Cynthia Cano Sarmiento. CONACYT-Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz, Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, M. A. de Quevedo 2779, Veracruz 91897, Veracruz, México, cynthia.cs@veracruz.tecnm.mx

Nanoemulsión, aceite de árbol de té, nanotecnología.

Introducción. El aceite esencial de *Melaleuca alternifolia*, mejor conocido como aceite de árbol de té, se destaca por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas, anticancerígenas y cicatrizantes. Además, ha demostrado efecto citotóxico en células cancerígenas de melanoma y cáncer de mama (1). No obstante, su aplicación se ha visto limitada debido a su volatilidad e hidrofobicidad. Sin embargo, existe la posibilidad de incorporarlo a un sistema nanoestructurado, como las nanoemulsiones (NE), para superar estas limitantes. Estas son dispersiones bifásicas de 2 líquidos inmiscibles, formadas por agua, aceite, y agentes emulsificantes, entre otros elementos. Estos sistemas aumentan la solubilidad de los compuestos, y le confieren protección contra factores que promuevan su degradación, mejorando su actividad biológica, controlando la volatilidad y su liberación (2). Es por ello, que el objetivo del presente trabajo fue desarrollar una NE aceite en agua (O/W) utilizando el aceite de árbol de té como fase oleosa, evaluando su estabilidad con respecto al tiempo, y posteriormente su efecto en la viabilidad celular en una línea celular de cáncer de mama triple negativo (MDA-MB-231).

Metodología. Se optó por una proporción agua - aceite 95:5, se utilizó como emulsificantes Tween 80 (T80) y fosfatidilcolina (PC), y glicerol como estabilizante. Las NE se formaron mediante métodos de alta energía utilizando un ultrasonificador de acuerdo con lo reportado por Wu et al. 2020 con modificaciones (3). Se monitorearon los parámetros que se muestran en la Tabla 1 mediante dispersión de luz dinámica (4). Además, se determinó la viscosidad del mejor sistema. Posteriormente se realizó un ensayo MTT (1) probando diluciones seriadas de la NE para ver su efecto en la viabilidad celular en 24 h y 48 h de incubación en la línea celular MDA-MB-231.

Resultados. Se obtuvo una NE con un tamaño promedio de partícula (z-Average) dentro de la escala nanométrica y parámetros deseables. Se almacenó a 4 °C y se monitorearon las características

mencionadas en la Tabla 1 durante 30 días. En cuanto a viscosidad, presentó una tendencia constante, semejante al agua, debido a la proporción de fase acuosa (95:5). Las NE mostraron una disminución de la viabilidad celular (Figura 1) en 3 de las diluciones con concentraciones finales de aceite de árbol de té: 50 ug/mL, 62.5 ug/mL y 15 ug/mL a las 24 y 48 h con respecto al grupo testigo (células sin tratamiento, únicamente con medio de cultivo DMEM).

Tabla 1. Características de la nanoemulsión al día 1 y al día 30.

Día	Z-Average (nm)	Índice de polidispersidad (Pdl)	D(90)	Potencial ζ
Día 0	37.59 ± 0.74	0.17 ± 0.01	79.7 ± 11.1	-9.37 ± 1.64
Día 30	52.73 ± 0.27	0.121 ± 0.011	93.1 ± 3.07	-11.4 ± 1.25

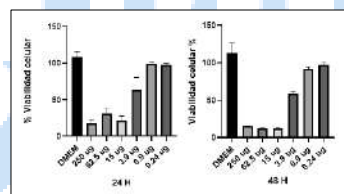


Figura 1. Efecto del tratamiento con NE después de 24 h y 48 h. Ensayo MTT con células MDA-MB-231.

Conclusiones.

Se desarrolló una NE con características deseables con respecto al tiempo, que inhibió la viabilidad de células cancerígenas en al menos 3 de las concentraciones evaluadas, demostrando su potencial como agente terapéutico. Con esta propuesta se espera contribuir al desarrollo de nuevos tratamientos de cáncer de mama en un futuro.

Agradecimiento. A CONACYT, a la Universidad Veracruzana, a UNIDA-ITVER y a la UABC.

Bibliografía.

1. Assman, C.E., Cadona, F.C. *Biomedicine & Pharmacotherapy* (2018) Vol. (103): 1253 - 1261
2. Singh Y. *J Control Release.* (2017) Vol. (252): 28-49
3. Wu Q. *Hans J. Food Sci* (2002) Vol. (9-1): 114 – 120
4. McClements, D. J. (2016). *Food emulsions: Principles, practices, and techniques.* Boca Raton, US. CRC Press, Taylor and Francis Group.

**PRODUCCIÓN DE FICOCIANINA DE LA MICROALGA ROJA TERMOACIDÓFILA
Cyanidioschyzon sp.**

Ingrid Hernández¹, León Sánchez², Laura González², Marcia Morales².

¹Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa.

²Departamento de Procesos y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Ciudad de México, 05348.

hernandezmingrid@gmail.com ; mmorales@cua.uam.mx

Palabras clave: *Cyanidioschyzon* sp., termoacidófila, ficocianina

Introducción. La Ficocianina (FC) es uno de los pigmentos naturales de mayor interés presentes en las microalgas/cianobacterias debido a sus propiedades bioactivas y alto valor comercial (1). *Arthrospira platensis* es la única fuente que ha sido explotada comercialmente para la obtención de FC, sin embargo, su cultivo presenta algunas desventajas, como el alto contenido de sales que afecta el posterior proceso de extracción y purificación de la FC (1,2). Por lo tanto, no solo es necesario explorar fuentes alternativas de FC, también es importante considerar que la FC obtenida de cepas termófilas o termotolerantes posee una mayor estabilidad fisicoquímica a altas temperaturas, característica a considerar para su utilización en la industria alimentaria (3). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del aumento en la concentración de la fuente de nitrógeno en el medio de cultivo sobre el crecimiento y la acumulación de FC en una microalga roja termoacidófila.

Metodología. *Cyanidioschyzon* sp. se cultivó en un fotobiorreactor de tanque agitado de 1.0 L operado en modo lote (Fig. 1). La temperatura se mantuvo a 40 °C con una irradiancia continua de 300 μmol m⁻² s⁻¹ y pH de 2. Se realizó un experimento a una concentración 3X de la fuente de nitrógeno con respecto al medio MAM base que contiene 0.5 gL⁻¹ de (NH₄)₂SO₄. La concentración de biomasa se determinó mediante peso seco, y se le cuantificaron las proteínas, carbohidratos, lípidos, clorofilas y carotenos [1]. Para la extracción y cuantificación de FC, la biomasa se recuperó mediante centrifugación y las ficobiliproteínas se extrajeron mediante ciclos repetidos de homogeneización, seguidos de una incubación a 36 °C durante 20 h. La presencia de FC y la pureza se estimó por espectrofotometría [4].

Resultados. En la **Tabla 1** se presentan los parámetros cinéticos de *Cyanidioschyzon* sp. obtenidos de los dos experimentos realizados. Se observa que los valores más altos se obtuvieron cuando se usa el medio 3X. Por otra parte, el rendimiento de FC fue de 127.82 mg g⁻¹ de biomasa en

el caso del medio MAM 3X en comparación de los 71 mg g⁻¹ de biomasa cuando se utilizó medio MAM base.



Fig. 1. Fotobiorreactor de tanque agitado y ficocianina obtenida.

Así mismo, el radio de pureza A₆₂₀ / A₂₈₀ del extracto crudo fue de 0.66 para el medio MAM base y 1.12 en el caso del medio MAM 3X, ambos con potencial para una aplicación en el sector alimentario

Tabla 1. Parámetros cinéticos de crecimiento de *Cyanidioschyzon* sp., tasa de fijación de CO₂, acumulación y pureza de FC.

Parámetros	Medio MAM base	Medio MAM 3X
C _{b,max} (g L ⁻¹)	1.1	1.26
P _{Cb,max} (mg L ⁻¹ d ⁻¹)	114.83	126.77
P _{CO2,max} (mg L ⁻¹ d ⁻¹)	210.5	232.41
μ (d ⁻¹)	0.34	0.45
td (d)	2.03	1.54
FC (%)	7.10	12.78
P _{FC} (mg L ⁻¹ d ⁻¹)	8.15	16.19
Pureza FC	0.66	1.12

Conclusiones. En este trabajo se demuestra la importancia de la concentración de la fuente de nitrógeno en el medio de cultivo. Esto contribuye a determinar el potencial de nuevas especies extremófilas para la producción de FC, condición que evita contaminación durante su cultivo y mejor estabilidad de la FC obtenida.

Agradecimientos. a CONACyT por la beca de doctorado otorgada, y al proyecto 75 S114-15 de la DCNI-UAM Cuajimalpa.

Bibliografía.

- Hernández-Martínez, I., et al., (2023). *Bioresour. Technol.* 369: 128431.
- Rahman, D. Y., et al., (2017). *J Appl Phycol* 29: 1233-1239.
- Vera-López Portillo, F., et al., (2022). *Algal Research* 65: 102752.4
- A. Bennett, L. Bogobad, (1973). *J. Cell Biol.* 58: 419-435

LISINA COMO PRECURSOR EN LA PRODUCCIÓN DE HUPERZINA A DE
Phlegmariurus taxifolius

Jacqueline Marchan Martínez¹, Martín Vázquez Velázquez¹, María Luisa Villareal¹, Alexandre Toshirrico Cardoso Taketa¹ y Anabel Ortiz Caltempa¹. Laboratorio de Plantas Medicinales (CEIB), Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, 62210, Cuernavaca, Morelos, marchan_jacqueline@hotmail.com

Palabras clave: Enfermedad de Alzheimer, Huperzina A, *Phlegmariurus taxifolius*

Introducción. La enfermedad de Alzheimer (EA) es el principal tipo de demencia en el mundo. El alcaloide Huperzina A (HupA) posee una selectiva, potente y reversible actividad anticolinesterásica que permite su aplicación en el tratamiento de la EA¹. Este alcaloide se ha extraído en bajas concentraciones en diversas especies vegetales de la familia *Lycopodiaceae*, incluyendo *Phlegmariurus taxifolius*². En el Laboratorio de Investigación de Plantas Medicinales (LIPM) se logró el establecimiento del cultivo *in vitro* de *P. taxifolius* (Hup21), obteniendo una fuente constante de HupA.

El objetivo de este trabajo es utilizar el aminoácido lisina como precursor metabólico para incrementar la síntesis de HupA en cultivos de la especie (Hup21Lys).

Metodología. Durante este trabajo se optimizó el medio de cultivo con lisina (10 mg/L) para incrementar la producción de biomasa y HupA en la línea Hup21Lys. Partiendo del medio optimizado se realizó una cinética de crecimiento a nivel matraz. Los cultivos se mantuvieron a 120 rpm, en luz constante (24μmol/m²/s) a 25°C por 45 días. Se evaluaron los parámetros cinéticos de crecimiento por duplicados: Peso fresco y seco, variación de pH, viabilidad celular, consumo de azúcares y producción del alcaloide de interés.

Resultados. El crecimiento de la línea Hup21Lys (Fig. 1) mostró una fase exponencial (día 5-30) donde ocurrió el máximo crecimiento de biomasa (17.8 gPS/L), con una velocidad de crecimiento de $\mu=0.058$ y un tiempo de duplicación $td=11.95$ días. La fuente de carbono se consumió por completo el día 30 del cultivo. La máxima biomasa se alcanzó el día 30, coincidiendo con el tiempo de agotamiento de la fuente de carbono.

La producción de HupA en la línea Hup21Lys (Fig. 2) fue incrementando constantemente, alcanzando su máxima producción al día 30. La máxima concentración de HupA en biomasa (X) fue de 117.30 μgHupA/gPS, lo que representa 57.78 veces más a las concentraciones obtenidas anteriormente en los cultivos sin lisina³.

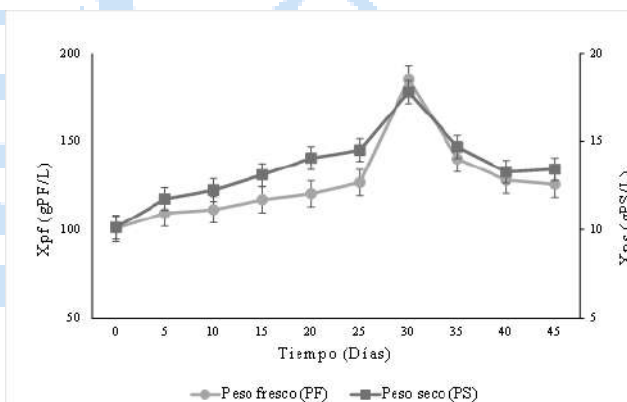


Fig. 1. Caracterización de la línea Hup21Lys de *P. taxifolius*. A) Crecimiento de biomasa.

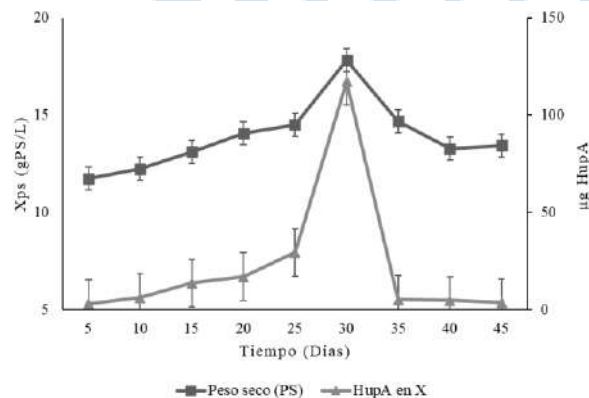


Fig. 2. Caracterización de la concentración de HupA en la línea Hup21Lys de *P. taxifolius*.

Conclusiones. La adición de lisina a los cultivos de *P. taxifolius* incrementó las concentraciones de HupA (117.30 μgHupA/gPS), siendo la mayor concentración reportada del alcaloide HupA en la especie *Phlegmariurus taxifolius*.

Bibliografía.

- Ma X, Gang DR. (2008). *Phytochemistry*, 69(10), 2022–2028. <https://doi.org/10.1016/i.phytochem.2008.04.017>.
- Ramírez-Estrada K., Vidal-Limón H, Hidalgo D, Moyano E, Golenioski M, Cusidó RM, Palazon J. (2016). *Molecules* (Basel, Switzerland), 21(2), 182. <https://doi.org/10.3390/molecules21020182>
- Pérez, R. (2019). [Tesis maestría], Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

OPTIMIZACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO PARA EL CRECIMIENTO CELULAR DE *Daucus carota* Y LA PRODUCCIÓN DE LA PROTEÍNA LTB-Syn

Christian Carreño Campos¹, Ma. Luisa Villarreal Ortega¹, Anabel Ortiz Caltempa¹ y Sergio Rosales-Mendoza²

Laboratorio de Plantas Medicinales (CEIB)¹, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, 62210, Cuernavaca, Morelos, chrcam12@gmail.com

Laboratorio de Biofármacos Recombinantes², Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 6, 78210, SLP México.

Palabras clave: *Daucus carota*, proteína recombinante, optimización

Introducción. Recientemente se desarrolló una vacuna candidata de origen vegetal contra α -Syn basada en una proteína quimérica que comprende la subunidad B de la enterotoxina termolábil de *E. coli* y tres epítomos específicos de α -Syn (LTB-Syn) (1). Se transformó genéticamente el antígeno LTB-Syn en callos de *D. carota* (zanahoria) con *Agrobacterium* y se indujeron respuestas humorales cuando se administró por vía oral en ratones (2). Sin embargo, existe la necesidad de desarrollar enfoques prácticos que incrementen la producción de la proteína LTB-Syn mediante cultivos en suspensión celular de *D. carota*. En este sentido, los modelos factoriales y el método de superficie de respuesta (MSR) se han utilizado para la optimización en la composición de los medios de cultivo como una manera atractiva para aumentar la producción de proteínas recombinantes (3,4). El objetivo de este trabajo es diseñar y optimizar las condiciones del medio de cultivo con células en suspensión de *D. carota* para incrementar la producción de la proteína LTB-Syn.

Metodología. Se optimizó el medio de cultivo para incrementar la producción de biomasa y proteína LTB-Syn utilizando estrategias de diseños factoriales en cultivos de suspensión de la especie *D. carota*. Se utilizó el modelo de Plackett-Burman (PB) con el fin de determinar qué factores nutritivos y físicos son los más influyentes sobre el crecimiento celular y producción de la proteína. Para obtener las condiciones nutritivas óptimas del medio de cultivo se utilizó *in silico* la metodología de superficie de respuesta (MSR). Con los resultados de PB y MSR optimizado, se realizó experimentalmente una cinética de crecimiento en matraz con la línea MSRZ4 de *D. carota*. Los cultivos se mantuvieron a 120 rpm, en luz constante ($24\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) a 25°C por 24 días. Se evaluaron los parámetros cinéticos de crecimiento por triplicado (peso fresco y seco, μ , td, variación de pH, consumo de azúcares y producción de proteína).

Resultados. Los diseños factoriales de PB mostraron siete factores esenciales para el medio de cultivo, pero solo tres tenían mayor significancia (inóculo, urea, y pH) sobre la producción de biomasa y proteína de interés. En la fase de optimización con MSR utilizando el diseño Box-Behnken se analizaron las condiciones óptimas estimadas en el medio de cultivo para tener la máxima producción de biomasa: inóculo 9.97g/L, urea 3g/L y pH 5.0. Una vez validado el modelo con el medio de cultivo MSR se realizó la cinética de crecimiento en matraz, en donde se obtuvo 17.9 g/L de biomasa en peso seco a los 15 días, con un tiempo de duplicación de 6 días ($\mu = 0.12\text{ d}^{-1}$), dos días menos que en los cultivos en medio MS estándar.

La variación de pH del medio en la cinética permaneció estable entre 5.1 y 5.6 desde el día 9 al 24. El consumo de azúcares se observó que durante los primeros 6 días de cultivo se fue hidrolizando la sacarosa a glucosa y fructosa, teniendo una preferencia por la glucosa y después por la fructosa hasta su consumo total entre los días 12 y 15 (Figura 1).

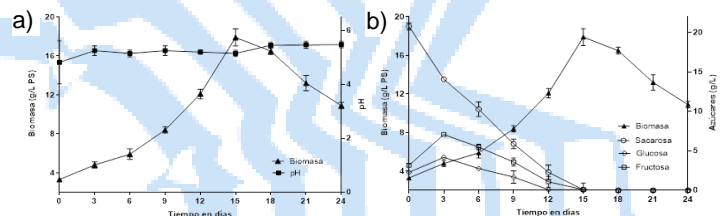


Fig. 1 Curva de crecimiento de la línea MSRZ4 de *D. carota* en matraz. (a) variación de pH, (b) consumo de azúcares.

Se observó que la máxima producción de la proteína LTB-Syn estaba a los 15 días del cultivo, obteniéndose 5 veces más los rendimientos de la proteína respecto al medio MS estándar (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimientos de biomasa y proteína LTB-Syn de la línea MSRZ4 de *D. carota* en matraz

Sistema	Biomasa (g/L PS)	LTB-Syn ($\mu\text{g}/\text{g PS}$)	$Y_{P/X}^C$ ($\mu\text{gP}/\text{gX}$)
Matraz (medio MSR)	17.9	2.83	0.16
Matraz (medio MS estándar)	15.4	0.92	0.03

Conclusiones. Los modelos experimentales estadísticos permitieron incrementar los rendimientos de biomasa y proteína LTB-Syn a nivel de matraz.

Agradecimiento. A CONACyT por la beca otorgada para la realización de este proyecto No. 858164.

Bibliografía.

- Masliah E, Rockenstein E, Adame A, et al. (2005) *Neuron*. 46(6):857-868.
- Arévalo-Villalobos JI, Govea Alonso DO, Rosales-Mendoza S (2020). *J Biotechnol*. 309:75-80.
- Vasilev N, Grömping U, Lipperts A, Raven N, Fischer R, Schillberg S (2013). *Plant Biotechnol J*. 11, 867-874.
- Holland T, Sack M, Rademacher T, Schmale K, Altmann F, Stadtmann J, Fischer R, Hellwig S (2010). *Biotechnol Bioeng*. 107(2), 278-289.

Capacidad antioxidante y tamizaje fitoquímico de bayas de *Phytolacca dioica* L.(Ombú).

Viridiana Hernández Cruz¹, Diana González Contreras¹, Lezly Abigail Peral Gómez¹, Mariana Zuleima Pérez González¹, Ignacio García Martínez¹

¹Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (División de Ingeniería Química y Bioquímica). Laboratorio de Bioproductos y Mediomambiente. Av. Tecnológico S/N, Valle de Anáhuac, 55210 Ecatepec de Morelos, México. viri5_095@hotmail.com

Palabras clave: Plantas medicinales, Antioxidantes, *Phytolacca dioica*

Introducción. El uso de las plantas medicinales no está limitado ni restringido a ninguna región del mundo. Es una práctica antigua con fines tanto preventivos como curativos. Existe un interés continuo en la evaluación de productos naturales como posibles agentes terapéuticos. Esto es alentado por el aislamiento de compuestos bioactivos con potencial biológico⁽¹⁾. Se ha informado que las bayas de *Phytolacca dioica* (PD), son fuentes ricas en saponinas, triterpenos, que muestran importantes actividades antioxidantes, antiinflamatorias, antifúngicas y antibacterianas⁽²⁾. Las bayas muestran importante capacidad antioxidante debido a la presencia de compuestos fenólicos ayudando a la neutralizar radicales libres generados por mala alimentación y estrés.

El estudio nos proporcionara información acerca del uso adecuado y responsable del consumo seguro de plantas medicinales.

Metodología. La colecta se realizó en el mes de septiembre-octubre. Las bayas se limpiaron y se secaron a 35 °C, se maceró con EtOH obteniendo un rendimiento de 7.32%. Se detectó metabolitos secundarios por cromatografía en capa fina (ccf) con el sistema de solvente Acetato-Hexano (9:1) y el tamizaje fitoquímico cualitativo (n=3) para la identificación de saponinas, flavonoides, terpenos y alcaloides. La capacidad antioxidante (n=3) se realizó por el método de captación de radicales libres 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS) a distintas concentraciones desde 5000 a 156 µg/ml y 2,2 difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH)⁽³⁾ a las concentraciones de 5000 a 16 µg/ml.

Resultados. Se determinó la presencia de ácido gálico, ácido ferulico, quercetina, y rutina, (Tabla 1) de *Phytolacca Dioica* por ccf.

Tabla 1. Compuesto obtenido por cromatografía en capa fina del extracto EtOH de bayas de *Phytolacca Dioica* L.

Compuestos	Metabolitos secundarios	Revelador	RF
Ácido gálico	Fenólico	H ₂ SO ₄	0.21
Quercetina	Flavonoide	Polietilenglicol al 3%	0.56
Ácido ferulico	Flavonoide	Luz UV	0.83
Rutina	Flavonoide	Polietilenglicol al 3%	0.56

El tamizaje fitoquímico indicó la presencia de diferentes metabolitos secundarios como saponinas, flavonoides y terpenos. Para la capacidad antioxidante por ABTS presento un IC₅₀ de 1.98 ± 0.95 mg/ml sobre el fármaco de referencia Trolox con una 0.6 ± 2.08 mg/ml. Para la

capacidad antioxidante por DPPH presento un IC₅₀ de 6.92 ± 2.7 mg/ml sobre el control Quercetina de 0.61 ± 0.78 mg/ml (Tabla 2).

Tabla 2. Actividad antioxidante de las Bayas de *Phytolacca dioica* (Ombú) por el método de inhibición del radical ABTS y DPPH.

ABTS			
Compuesto	Concentración (µg/mL)	Porcentaje de Inhibición (%)	CL ₅₀ (mg/mL)
Trolox	250	96.23 ± 0.31	0.6 ± 2.08
PD (Bayas)	5000	73.33 ± 3.96	1.98 ± 0.95
DPPH			
Compuesto	Concentración (µg/mL)	Porcentaje de Inhibición (%)	CL ₅₀ (mg/mL)
Quercetina	250	81.55	0.6 ± 0.78
PD (Bayas)	5000	36.11	6.92 ± 2.7

Conclusiones. Se identificaron compuestos como ácido ferulico, quercetina y ácido gálico por CCF, y por pruebas bioquímicas se determinó la presencia de saponinas, flavonoides y terpenos. La capacidad antioxidante para del radical ABTS se obtuvo una IC₅₀ de 1.98 ± 0.95 mg/ml y se estableció una IC₅₀ de 6.92 ± 2.7 mg/ml sobre el radical DPPH.

Agradecimiento. Al laboratorio de Bioproductos y Medio Ambiente, ubicado en las instalaciones del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, por brindarnos los recursos para realizar la investigación.

Bibliografía.

- Azaizeh H, Fulder S, Khalil K, Said O. (2003). Conocimiento etnobotánico de practicantes árabes locales en la región del Medio Oriente. *Fitoterapia* ;74: 98 – 108
- Da Rocha, A. (2001). Natural products in anticancer therapy. *Current Opinion in Pharmacology*, 1(4), 364–369. doi:10.1016/s1471-4892(01)00063-7
- Pérez-González, M. Z., Nieto-Trujillo, A., Gutiérrez La rez-Rebolledo, G. A., García-Martínez, I., Estrada-Zúñiga, M. E., Bernabé-Antonio, A.,... Cruz-Sosa, F. (2019). Producción de acetato de lupeol y actividad antioxidante de un cultivo de suspensión celular de hojas de *Cnidocolus chayamansa*. *Revista sudafricana de botánica*, 125, 30–38. doi:10.1016/j.sajb.2019.06.030

PRODUCCIÓN DE HUPERZINA A POR *Phlegmariurus taxifolius* EN CULTIVOS ELICITADOS *in vitro*

Martín Vázquez Velázquez¹, María Luisa Villarreal¹, Anabel Ortiz Caltempa¹, Alexandre Toshirrico Cardoso Taketa¹

Laboratorio de Plantas Medicinales (CEIB)¹, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, 62210, Cuernavaca, Morelos, martin.v.vel@gmail.com

Palabras clave: huperzina A, *Phlegmariurus taxifolius*, alzheimer

Introducción. La enfermedad de Alzheimer es un tipo de demencia que causa problemas con la memoria, el pensamiento y el comportamiento. El tratamiento consiste en preservar las capacidades funcionales y cognitivas mediante fármacos inhibidores de la acetilcolinesterasa como huperzina A (HupA), la cual es producida en bajas cantidades tanto por licopodios silvestres como por cultivos *in vitro* en células de *Phlegmariurus taxifolius* establecidos en nuestro laboratorio, por lo que se plantea que la elicitación de estos cultivos incrementa la producción del alcaloide⁽²⁾. El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto del metil jasmonato (MeJA) como elicitor de células en suspensión de *Phlegmariurus taxifolius* para incrementar la producción de HupA.

Metodología. El presente trabajo parte de cultivos de células en suspensión de *P. taxifolius* en medio optimizado con un inóculo del 10% (p/v) bajo condiciones de luz constante (24 μmol/m²/s), agitación de 120 rpm y 25°C. Se probaron 3 distintas concentraciones de MeJA a los 30 días de incubación con distintos tiempos de contacto, revisando a las 120 h la viabilidad celular. Se realizó la extracción ácido-base de alcaloides, para después realizar la cuantificación de HupA por cromatografía líquida de alta eficiencia (CLAE) en biomasa y en el sobrenadante del medio para la selección del mejor tratamiento.

Resultados. Una vez analizadas todos los extractos alcaloideos de biomasa y medio de cultivo se encontró que los cultivos elicitados con MeJA obtuvieron un incremento de 19.5 veces (79.45 μg/g peso seco) en la producción de HupA en biomasa respecto a su control (4.08 μg/g peso seco) después de estar en contacto con el elicitor (Figura 1). Para el medio de cultivo ninguna de las concentraciones mostró diferencias significativas en las concentraciones detectadas respecto al control. Cabe destacar que las células presentaron viabilidad mayor al 90% después de 120 h de contacto con el elicitor, lo que es contrario a reportes que indican que altas concentraciones de un elicitor induce la muerte celular⁽³⁾. Los resultados de este trabajo logran superar las concentraciones de HupA

obtenidas en cultivos de células en suspensión de esta misma especie.

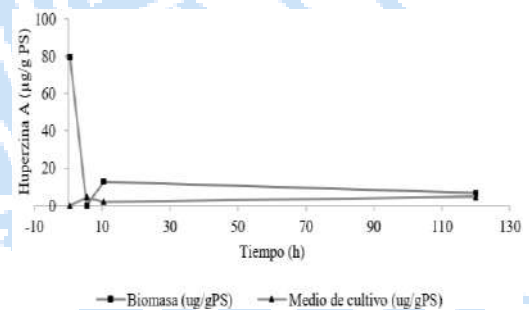


Fig. 1. Huperzina A en medio de cultivo y biomasa de *P. taxifolius* elicitados con MeJA

Se corroboró la presencia de HupA en los extractos mediante una coelución en CLAE con un estándar de HupA comercial (Figura 2).

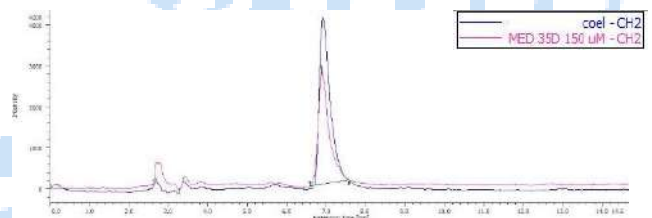


Fig. 2. Coelución de extracto alcaloideo de *P. taxifolius* y estándar comercial HupA.

Conclusiones. Los cultivos en suspensión de *P. taxifolius* elicitados con MeJA incrementaron 19 veces más la producción de HupA en biomasa después de 30 min de exposición.

Agradecimiento. Al CONACYT por la beca otorgada para la realización del proyecto.

Bibliografía.

- Buckley J, Salpeter, S (2015). *Drugs & Aging*, 32(6), 453–467.
- Taylor J, McKeith I, Burn D, Boeve B, Weintraub D, Bamford C, Allan L, Thomas A, O'Brien J. (2020) *Lancet Neurol.* Feb;19(2):157-169.
- Namdeo A (2007) *Pharmacognosy reviews* :1(1) 69-79.

ESTUDIO BIODIRIGIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS FRACCIONES ACTIVAS DE *Bidens odorata*

Cinthia Jaquelinee Mañón Blanco,^{1*} Gabriela Rosas Salgado,² y Alejandro Zamilpa.³

¹Departamento de Fitoquímica, Centro de Investigación Biomédica del Sur, IMSS. ²Laboratorio de Inflamación y Enfermedades Crónico-degenerativas, Facultad de Medicina, UAEM. ³ Departamento de Fitoquímica, Centro de Investigación Biomédica del Sur, IMSS. *Correo: cinthia_jaquelinee@outlook.com

Palabras clave: Macrófagos, *Bidens*, Antiinflamatorio

Introducción. *Bidens odorata* (Bo) pertenece a la familia *Asteraceae* y es utilizada en la medicina tradicional mexicana para el tratamiento de diversas enfermedades en las que la inflamación juega un papel determinante¹. Estudios preliminares indicaron que el extracto hidroalcohólico de Bo (Bo-Ha) suprime la inflamación tanto *in vivo* como *in vitro*^{2,3}, sin embargo, no se conoce la composición farmacológica del extracto, objetivo de este trabajo.

Se plantea conocer a través de estudios fitoquímicos las moléculas responsables de la eficiencia del extracto y, por otro lado, evaluar el efecto antiinflamatorio de las fracciones activas de la planta en un modelo de inflamación *in vitro* Macrófagos Raw 264.7 inducida por LPS.

Metodología. Se utilizaron las partes aéreas de *Bidens odorata*, procedentes de la comunidad de Chamilpa Estado de Morelos. El material vegetal se secó, molió y maceró en C₂H₆O/H₂O 60:40 (v/v), seguido se realizó una bipartición del extracto hidroalcohólico con C₄H₈O₂, para obtener dos fases, la acuosa y la orgánica. La fracción orgánica (FAEBo) se fraccionó en una columna cromatográfica con sílica gel fase normal que se eluyó con un sistema CH₂Cl₂:CH₃OH a diferentes proporciones. Se obtuvieron 57 fracciones, las cuales, con base a sus características coloridas se agruparon en 8 reuniones. Con la finalidad de evaluar la toxicidad de cada una de las fracciones se utilizó la técnica de cristal violeta en un modelo *in vitro* Macrófagos RAW 264.7, mismo modelo biológico se utilizó para la cuantificación de la producción de TNF α en medio de cultivo por ELISA y así determinar el efecto antiinflamatorio de las fracciones.

Resultados. Al fraccionar la fase orgánica del extracto hidroalcohólico mediante cromatografía en columna, se obtuvieron 57 fracciones, las cuales, se agruparon en 8 reuniones. En el siguiente esquema se puede observar la agrupación de dichas fracciones en base a sus características químicas similares.

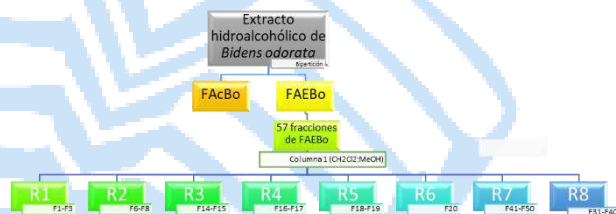


Fig. 1. Separación química de Bo.

En los cromatogramas de HPLC se pudo observar que hay cumarinas en R5 y flavonoides, poliacetilenos, ácidos cumáricos, cafeato y ácido protocatechuico en R3, R4, R5 y R6.

Al evaluar la toxicidad de todas las fracciones incluido el extracto hidroalcohólico mediante la técnica de cristal violeta se determinó que los tratamientos experimentales no tienen efectos citotóxicos sobre el modelo biológico (Macrófagos RAW 264.7). Además, se determinó que todas las fracciones en una concentración de 2 μ g/ml controlan de manera eficiente la producción de TNF α en medio de cultivo por ELISA.

Conclusiones. El extracto hidroalcohólico de *Bidens odorata* presenta compuestos químicos como cumarinas en R5 y flavonoides, poliacetilenos, ácidos cumáricos, cafeato y ácido protocatechuico en R3, R4, R5 y R6. Todas estas moléculas tienen propiedades antiinflamatorias lo que podría explicar las bondades de la planta.

Agradecimiento. Esta tesis conto con el apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) a través de la beca de posgrado con número de registro 1179783

Bibliografía.

1. Vibrans, H. Acta Botánica Mexicana 1995, 31, 85-89.
2. Castro, G. UAEM 2008, 1, 40-65.
3. Hernández, B. UAEM 2019, 1, 27-51.

Caracterización del veneno del Alacrán de Chihuahua México: *Chihuahuanus coahuilae*

Carolina Alvarado-González, Karla Sofia López-Contreras, Herlinda Clement, María Lourdes Ballinas, Angelica Escarcega-Avila, Iván Arenas-Sosa, Gerardo Corzo y Gerardo Pável Espino-Solis. Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua 31125. p274265@uach.mx

Palabras clave: Alacranes, veneno, péptidos antimicrobianos

Introducción. Los alacranes son uno de los artrópodos más antiguos, hasta la fecha se han descrito más de 2000 especies (1). México tiene la mayor diversidad de alacranes del mundo, incluidas especies de importancia médica. La familia *Vaejovidae*, que incluye cerca de 240 especies, es la más diversa de México (2). En el norte del país, en el Estado de Chihuahua se han encontrado especies pertenecientes al género *Chihuahuanus* de las cuales aún no se ha estudiado su veneno. La composición del veneno de alacrán es altamente compleja y heterogénea, por lo tanto, conocer la composición del veneno de estas especies puede orientar el desarrollo de nuevos compuestos de interés biomédico (3).

Se lleva a cabo el estudio del veneno de la especie *Chihuahuanus coahuilae*, endémica del Sureste del Estado de Chihuahua con el fin de caracterizar su veneno y buscar compuestos con actividad antimicrobiana.

Metodología. Se realizó la colecta de los especímenes en el Sureste del Estado de Chihuahua durante los meses de junio a septiembre del año 2022, se extrajo el veneno por medio de electroestimulación (4). El veneno se fraccionó por RP-HPLC (5), se seleccionaron algunas fracciones y se realizaron pruebas de actividad biológica y de actividad antimicrobiana en cepas ATCC Gram-positiva y Gram-negativa.

Resultados. La Figura 1 muestra el cromatograma del veneno de *Chihuahuanus coahuilae* y se señalan las fracciones que se probaron en las cepas ATCC *Staphylococcus aureus* 29213 y *Escherichia coli* 25922, cuatro de ellas presentaron inhibición del crecimiento bacteriano (Figura 2).

Tabla 1. Peso Molecular de las fracciones que presentaron inhibición del crecimiento bacteriano.

Fracción	MW (Da)
50	5212.51, 4822.66, 4980.79, 1888.58
51	2157.34, 845.08, 1377.16
54	1364.17
59	1536.4

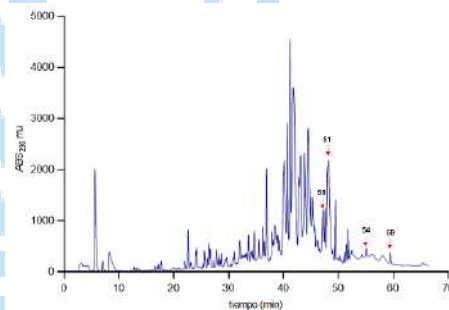


Figura 1. La separación por HPLC se realizó utilizando una columna C18 en un gradiente de 0 a 60% de ácido trifluoroacético (TFA) al 0,1% en acetonitrilo en 60 min. Las fracciones señaladas con flechas se analizaron mediante espectrometría de masas.

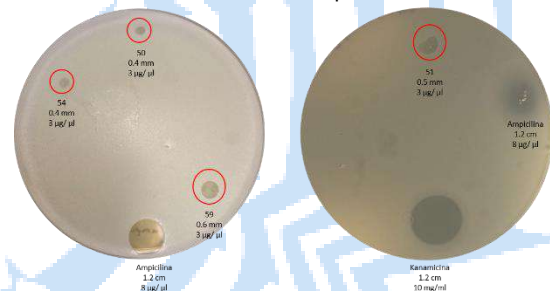


Figura 2. Actividad antimicrobiana. Se probaron las fracciones a una concentración de 3 µg/µl en una cepa Gram-positiva *S. aureus* ATCC 29213 y Gram-negativa *E. coli* ATCC 25922. Se usó ampicilina y kanamicina como control positivo y H₂O como control negativo. Los círculos rojos muestran la inhibición de las fracciones.

Conclusiones. El veneno de *Chihuahuanus coahuilae* contiene compuestos con actividad antimicrobiana, por lo que se continuará con la caracterización de estas fracciones.

Agradecimiento. CONACYT con los proyectos A1-S-53789 y CF: 1564468, así como proyectos obtenidos a través de Laboratorios Nacionales.

Bibliografía.

- Zhang ZQ. (2013) *Zootaxa*, 3703:1–82.
- Santibáñez-López CE, Francke OF, Ureta C, Possani LD. (2015) *Toxins*.
- Ortiz E, Gurrola GB, Schwartz EF, Possani LD. (2015) *Toxicon* Vol. 93, p. 125–35.
- Carcamo-Noriega EN, Possani LD, Ortiz E. (2019) *Toxicon*.
- Rojas-Azofeifa D, Sasa M, Lomonte B, Diego-García E, Ortiz N, Bonilla F, et al. *Toxicology and Pharmacology*. Part -C:1;217:54–67.



Tamizaje fitoquímico y capacidad antioxidante del extracto etanólico de hojas de *Phytolacca dioica* L. (ombú)

Adriana Aguilar Piedras¹, Andrea Guadalupe Pérez Pichardo¹, Viridiana Hernández Cruz¹, Mariana Zuleima Pérez González¹, Ignacio García Martínez¹.

¹Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (División de Ingeniería Química y Bioquímica), Laboratorio de Bioproductos y Medioambiente. Av. Tecnológico S/N, Valle de Anáhuac, 55210 Ecatepec de Morelos, México. Correo adriana-aguilar-piedras@hotmail.com andreapichardo1908@gmail.com

Palabras clave: *Phytolacca dioica*, Antioxidante, Plantas medicinales

Introducción. En los últimos años, la evaluación de plantas medicinales y el aislamiento de sus compuestos bioactivos se han incrementado sustancialmente debido a su potencial uso como fármacos en la medicina moderna ¹. Las especies del género *Phytolacca*, son conocidas por su uso en la medicina popular, sin embargo, la aceptabilidad general de las plantas medicinales se ha visto limitada por la falta de información y caracterización química de sus compuestos definidos ². Tomando en cuenta los beneficios potenciales para la salud de esta planta, y la escasez de información previa en la literatura científica sobre su evaluación antioxidante, este estudio nos ayudará a proporcionar información sobre la seguridad y la capacidad antioxidante del extracto de hoja de *P. dioica* (PD) para el consumo humano.

Metodología. Las hojas de PD se recolectaron, limpiaron y se secaron a 35 °C. Posteriormente se pulverizaron y la extracción se realizó por maceración con etanol. Se realizó la identificación de metabolitos mayoritarios por ccf y el tamizaje fitoquímico (n=3). La capacidad antioxidante por el método de captación de radicales 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS) a distintas concentraciones desde 5000 a 156 µg/mL, mientras que para el y 2,2 difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH)³ fue a las concentraciones de 5000 a 16 µg/mL utilizando como referencia trolox y quercetina respectivamente (n=3).

Resultados. Se determinó la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides en las hojas de *Phytolacca Dioica* por ccf (Tabla 1).

Tabla 1. Compuestos obtenidos por cromatografía en capa fina del extracto Etanólico de Hojas de *Phytolacca Dioica* L.

Compuestos	Metabolitos secundarios	Revelador
Ácido gálico	Fenólico	H ₂ SO ₄
Quercetina	Flavona	Polioligénico al 3%
Ácido ferúlico	Flavona	Luz UV
Vainillina	Fenólico	Luz UV

El tamizaje fitoquímico indicó la presencia de diferentes grupos de metabolitos mayoritarios (Tabla 2).

Tabla 2. Tamizaje fitoquímico de hojas de *Phytolacca Dioica* L.

Método	Extracto hoja
Saponinas	
Agua caliente	-
Rosenthaler	++
Terpenos	
H ₂ SO ₄	+++
Flavonoides	
NaOH	+++
Alcaloides	
HCl	+

Se presentan como resultados los porcentajes de inhibición del extracto de hojas de PD y la concentración inhibitoria

media (CI₅₀) donde para Trolox fue de 0.06 mg/mL mientras que en las hojas se obtuvo un valor de 2.57 mg/mL (Tabla 3).

Tabla 3. Actividad antioxidante de las hojas de *Phytolacca dioica* (Ombú) por el método de inhibición del radical ABTS.

Compuesto	Concentración (µg/mL)	Porcentaje de Inhibición (%)	CI ₅₀ (mg/mL)
Trolox	250	96.23 ± 0.31	0.06 ± 0.28
	125	63.22 ± 0.51	
	63	49.44 ± 0.08	
	31	20.29 ± 0.77	
	16	6.38 ± 0.82	
	0	0 ± 0	
PD	5000	71.87 ± 0.18	2.57 ± 0.29
	2500	48.63 ± 0.29	
	1250	29.9 ± 0.37	
	625	21.33 ± 0.19	
	313	14.03 ± 0.98	
	156	14.41 ± 0.47	
	0	0 ± 0	

A continuación, se muestran los porcentajes de inhibición del extracto de hojas de PD por el radical DPPH obteniendo una CI₅₀ de 0.06 mg/mL en quercetina y 7.95 mg/mL en extracto de hojas (Tabla 4).

Tabla 4. Capacidad antioxidante de las hojas de *Phytolacca dioica* (Ombú) por el método de inhibición del radical DPPH.

Compuesto	Concentración (µg/mL)	Porcentaje de Inhibición (%)	CI ₅₀ (mg/mL)
Quercetina	250	81.55 ± 0.29	0.06 ± 0.78
	125	67.23 ± 1.01	
	63	51.5 ± 0.52	
	31	38.08 ± 0.26	
	16	24.62 ± 0.55	
	8	12.66 ± 0.38	
	0	0 ± 0	
PD (Hojas)	5000	8.85 ± 0	7.95 ± 0.21
	2000	12.57 ± 29	
	1000	7.99 ± 0.47	
	500	7.89 ± 0.15	
	250	7.79 ± 0.19	
	125	6.38 ± 0.19	
	63	5.88 ± 0.37	
	31	6.18 ± 0.29	
16	5.95 ± 0.18		

Conclusiones. Se identificaron compuestos como ácido ferúlico, vainillina, quercetina y ácido gálico por ccf, en el tamizaje fitoquímico se determinó la presencia de saponinas, terpenos, flavonoides y alcaloides. Se determinó la capacidad antioxidante del extracto de hojas de P.D. de la inhibición del radical ABTS se obtuvo una CI₅₀ de 2.57 mg/mL y se estableció una CI₅₀ 7.95 mg/mL sobre el radical DPPH.

Bibliografía.

- Azaizeh H, Fulder S, Khalil K, Said O. (2003). Fitoterapia ;74: 98 – 108
- Da Rocha, A. (2001).. Current Opinion in Pharmacology, 1(4), 364–369. doi:10.1016/s1471-4892(01)00063-7
- Pérez-González, M. Z., Nieto-Trujillo, A., Gutiérrez La rez-Rebolledo, G. A., García-Martínez, I., Estrada-Zúñiga, M. E., Bernabé-Antonio, Cruz-Sosa, F. (2019). Revista sudafricana de botánica, 125, 30–38. doi:10.1016/j.sajb.2019.06.030

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE *Ganoderma lucidum* Y *Hericium erinaceus*

De Vega-Luttmann Gabriela, Espitia-López Josefa, Arce-Cervantes Oscar

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hgo. 43600. gab.devega@gmail.com

Palabras clave: *Ganoderma lucidum*, *Hericium erinaceus*, DPPH

Introducción. Los hongos tienen compuestos bioactivos antioxidantes que exhiben potencial inhibitoria e inmunológica. Estas biomoléculas desempeñan funciones vitales, como la eliminación de radicales libres en el cuerpo y, por lo tanto, la inhibición de la carcinogénesis. Además, los hongos se utilizan en gran medida como alimento y suplementos debido a sus abundantes niveles de fibra dietética, proteínas, minerales y vitaminas [1]. Respecto a los extractos preparados a partir de hongos, se ha comprobado que a mayor polaridad del solvente del extracto (como el extracto acuoso), mayor es la actividad antioxidante sobre el radical DPPH [2]. La exposición del micelio a altas temperaturas puede intensificar y concentrar la actividad antioxidante del hongo. Por lo tanto, podría incorporarse como ingrediente alimentario en productos que involucran alguna cocción para reemplazar a los antioxidantes artificiales como posibles agentes protectores en las dietas humanas para reducir el daño oxidativo [3].

El objetivo de la presente investigación es evaluar la actividad antioxidante del extracto acuoso de suplementos comerciales hechos de los hongos *Ganoderma lucidum* y *Hericium erinaceus*.

Metodología. Los extractos de *G. lucidum* y de *H. erinaceus* se prepararon usando 0.45 y 0.5g, respectivamente. Ambos se prepararon usando el equivalente a una cápsula con 10 mL de agua destilada por ebullición [4]. Se usaron concentraciones desde 0.3 a 0.9 mg/mL de *G. lucidum* y de 5 a 25 mg/mL de *H. erinaceus* para reaccionar con DPPH 133.33 µM en un periodo de 30 min y se midió la absorbancia a una longitud de onda de 517nm [5].

Resultados. El IC50 de los extractos de *G. lucidum* (Figura 1) y *H. erinaceus* (Figura 2) fue de 0.46 y 18.07 mg/mL respectivamente, con este proceso se requiere de menor cantidad que usando el extracto metanólico (11-14 mg/mL y 60-90 mg/mL) [6, 7].

Conclusiones. El extracto de *G. lucidum* presentó 38 veces más actividad antioxidante que el de *H. erinaceus*.

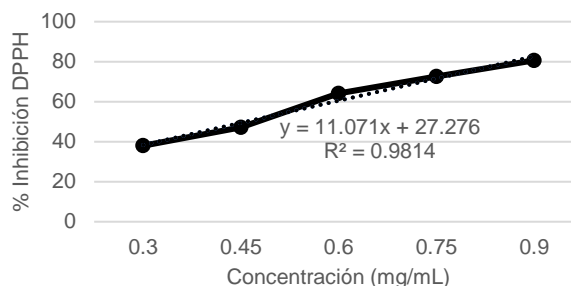


Fig. 1. Inhibición del radical DPPH (%) por el extracto acuoso de *Ganoderma lucidum* (mg/mL).

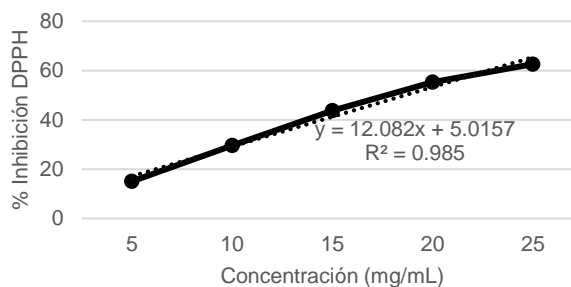


Fig. 2. Inhibición del radical DPPH (%) por el extracto acuoso de *Hericium erinaceus* (mg/mL).

Agradecimiento. La autora le agradece al CONACyT por el apoyo otorgado a través de la Beca para Estudios de Doctorado (CVU #1013225).

Bibliografía.

- Mwangi, R. W., Macharia, J. M., Wagara, I. N. y Bence, R. L. (2022). *Biomedicina y farmacoterapia*, 147, 112621.
- Jiang, S., Wang, Y., & Zhang, X. (2016). *Exp. Ther. Med.*, 12(1), 513-517.
- Wong, K. H., Sabaratnam, V., Abdullah, N., Kuppusamy, U. R., & Naidu, M. (2009). *Food Technol. Biotechnol.*, 47(1), 47-55.
- De Vega-Luttmann, G., Espitia-López, J., Arce-Cervantes, O. (2020). *CONATEBIA. Rev. Dig. IPN*. No. 17. Septiembre - Diciembre 2020. p. 104.
- Shimamura, T., Sumikura, Y., Yamazaki, T., Tada, A., Kashiwagi, T., Ishikawa, H. & Ukeda, H. (2014). *Anal. Sci.*, 30(7), 717-721.
- Darsih, C., Apriyana, W., Hayati, S. N., Rosyida, V. T., & Poeloengasih, C. D. (27). *Mater. Sci. Eng.* (Vol. 172, No. 1, p. 012010).
- Tachabanjarong, N., Rungsardthong, V., Ruktanonchi, U., Poodchakarn, S., Thumthanaruk, B., Vatanyoopaisam, S., & Uttapap, D. (2022). *E3S Web Conf.* Vol. 355, p. 02016.

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO FENÓLICO TOTAL DE DOS CEPAS DE HONGO *Pleurotus* spp.

Rosa Mareyli Gayosso-San Juan, Silvia Armenta-Jaime, Teresita Spezzia-Mazzocco, Ricardo Omar Navarro-Cortes, Fabian Ricardo Gómez- de Anda, Oscar Arce-Cervantes. Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hgo, C.P. 43600, oarce@uaeh.edu.mx

Palabras clave: Pleurotus, compuestos fenólicos, parámetros colorimétricos.

Introducción. Los hongos del género *Pleurotus* tienen propiedades gastronómicas, nutricionales y medicinales con potencial biotecnológico para obtener productos naturales y nuevos fármacos [1]. El género presenta una gran diversidad genética las cuales presentan diversas tonalidades, entre las más comunes se encuentran el hongo gris y el blanco. Por otro lado, los antioxidantes de los hongos están presentes en los cuerpos fructíferos y el micelio, estos incluyen polisacáridos, tocoferoles, compuestos fenólicos, entre otros. Estos compuestos fenólicos como el pirogalol, miricetina, ácido cafeico, quercetina y catequina, por mencionar algunos [2] están presentes en todas las setas, pero la concentración y existencia de estos compuestos antioxidantes se ve modificada por la cepas y las condiciones de cultivo. El objetivo inicial de este proyecto es evaluar y comparar los compuestos fenólicos presentes en la cepa gris y blanca de *Pleurotus* spp.

Metodología. Se midió color con un colorímetro 3nh, siguiendo la metodología descrita por [3]; las mediciones se realizaron a cada cepa de hongo *Pleurotus* spp. (gris y blanco), en estado fresco, deshidratado y molido. Posteriormente, de cada cepa molida y tamizada, se obtuvieron extractos acuosos, hidroalcohólicos (70 etanol: 30 agua) y etanólicos para cuantificar el contenido fenólico total [4].

Resultados. En la Tabla 1 se observan que los valores del parámetro L fueron los más altos para los hongos molidos, en ambas cepas, luminosidad (L*, 0%= blanco, 100%= negro). Para el hongo *Pleurotus* spp., cepa blanca deshidratado (PBD) se observaron tonalidades blancas amarillentas. Por otro lado, en la Tabla 2 se muestran los contenidos fenólicos totales de los extractos, el orden obtenido fue: agua > hidroalcohólico > etanol, esta tendencia se observó en ambas cepas.

Tabla 1. Análisis de color de *Pleurotus* spp. en estado fresco, deshidratado y molido, cepas gris y blanco.

Muestra	L*	a*	b*
PGF	52.00±2.56 ^b	3.06±0.48 ^b	12.87±0.92 ^b
PGD	44.08±2.21 ^c	5.03±0.34 ^a	20.32±1.34 ^a
PGM	74.77±1.96 ^a	2.23±0.45 ^c	21.79±1.17 ^a
PBF	60.54±4.12 ^c	2.96±0.79 ^b	16.30±2.08 ^b
PBD	72.11±2.89 ^b	4.32±0.94 ^A	37.84±3.98 ^A
PBM	78.72±0.78 ^A	1.97±0.43 ^B	20.38±0.76 ^B

Media ± error estándar. Valores con diferente letra en una misma columna son estadísticamente diferentes (p<0.05). PGF= *Pleurotus* spp. cepa gris en estado fresco; PGD= *Pleurotus* spp cepa gris en estado deshidratado; PGM= *Pleurotus* spp. cepa gris en estado molido; PBF= *Pleurotus* spp. cepa blanca en estado fresco; PBD= *Pleurotus* spp. cepa blanca en estado deshidratado; PBM= *Pleurotus* spp. cepa blanca en estado molido.

Tabla 2. Contenido fenólico total de *Pleurotus* spp. en extracto acuoso, hidroalcohólico y etanólico.

Extracto	mgEqAg/g de muestra
EHAG	100.70±3.8 ^b
EAG	286.13±4.0 ^a
EETG	87.09±2.3 ^c
EHAB	133.66±6.4 ^B
EAB	332.90±9.6 ^A
EETB	86.32±8.2 ^C

Media ± error estándar. Valores con diferente letra son estadísticamente diferentes (p<0.05). EHAG= Extracto hidroalcohólico de *Pleurotus* spp. cepa gris; EAG= Extracto acuoso de *Pleurotus* spp cepa gris; EETG= Extracto etanólico de *Pleurotus* spp. cepa gris; EHAB= Extracto hidroalcohólico *Pleurotus* spp. cepa blanca; EAB= Extracto acuoso de *Pleurotus* spp. cepa blanca; EETB= Extracto etanólico *Pleurotus* spp. cepa blanca.

Conclusiones. En las condiciones realizadas en este ensayo el extracto acuoso permitió solubilizar y extraer una mayor proporción de componentes fenólicos de *Pleurotus* spp. en ambas cepas. La extracción acuosa de estos compuestos es de particular importancia para aplicaciones en el diseño de alimentos funcionales, suplementos dietéticos y formulaciones farmacéuticas.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca otorgada para la realización de estos estudios.

Bibliografía.

- Wolff, E.R.S., et al., *Applied biochemistry and biotechnology*, (2008). **151**(2): p. 402-412.
- Sánchez, C.,. *Synthetic and Systems Biotechnology*, (2017). **2**(1): p. 13-22.
- Vélez-Uribe, T., et al., *Physicochemical, antioxidant, and technofunctional properties of mushroom (*Pleurotus* sp) flour obtained by hot air drying*. (2023). **90**(225): p. 85-94.
- Avella, D.M.G., C.A.O. García, and A.M. Cisneros. Medición de fenoles y actividad antioxidante en malezas usadas para alimentación animal. in *Memorias del simposio de metrología. Centro Nacional de Querétaro*. 2008.

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO FENÓLICO TOTAL DE DIFERENTES EXTRACTOS DE *Tagetes* spp L.

Angélica Manzur-Chávez, Ricardo Omar Navarro-Cortez, Fabian Ricardo Gómez-de Anda, Oscar Arce-Cervantes, Silvia Armenta-Jaime. Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hgo, C.P. 43600, silvia_armenta@uaeh.edu.mx

Palabras clave: Tagetes, color, compuestos fenólicos

Introducción. En México las flores de *Tagetes* spp., también conocida como cempasúchil o flor de muerto, se utilizan principalmente de manera ornamental por costumbres y tradiciones. En algunas regiones es cultivada con fines alimenticios, como especie y pigmento. La flor se distingue por su intensa coloración de amarillo a naranja, colores que se pueden ver afectados por diferentes procesos de deshidratación reflejándose directamente en sus compuestos activos, dentro de los que destacan los terpenos, flavonoides, carotenoides y sesquiterpenos [1,2]. Los cuales presenta beneficios farmacológicos, antimicrobianos, antiinflamatorios, insecticidas, antioxidantes y antiedematosas, lo que los hace importantes para futuras aplicaciones fitoterapéuticas, dermatológicas y cosméticas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue cuantificar el contenido fenólico total del extracto etanólico (EET), acuoso (EAT), e hidroalcohólico (70:30) (EHAT) de *Tagetes* spp (T), así como la determinación de parámetros de color de la flor fresca y seca.

Metodología. Para la determinación del contenido fenólico total (CFT), se adicionó 50 µL de extracto, 250 µL reactivo de Folin 1N, se agitó durante 5 min, posteriormente se agregó 250 µL Na₂CO₃ al 20% y agua destilada. Después de 2 h de reacción se cuantificó CFT a una longitud de onda de 760 nm [3]. Los parámetros de color de la muestra se determinaron a través de un colorímetro Marca 3nh, Modelo NR110, No. Serie 1105815. Se calibró el equipo y se determinaron las escalas de color: L*, a*, b*; L* representa la luminosidad, a* se refiere a los valores positivos y negativos que determinan el rojo y el verde, b* se refiere a los valores positivos y negativos que determinan el amarillo y azul [4].

Resultados. El contenido fenólico total presentó diferencias significativas (p<0.05) en todos los tratamientos, siendo el extracto hidroalcohólico (EHAT) el que obtuvo mayor contenido fenólico, seguido el extracto acuoso (EAT) y el extracto etanólico (EET) con 16.90, 6.15, 3.38 mg EAG/g muestra, respectivamente (Tabla 1). En los

parámetros de color, la planta fresca presentó valores más altos en luminosidad, así como mostrando mayor tendencia al rojo y amarillo, en comparación de la planta seca (Tabla 2).

Tabla 1 Contenido fenólico total de los extractos de TE

Muestras	mg EAG/g muestra
EETE	3.38±0.47 ^c
EATE	6.15±0.11 ^b
EHATE	16.90 ±1.57 ^a

Los valores son la media ± desviación estándar, n=3. Las letras diferentes indican diferencia significativa (p<0.05). EET= Extracto etanólico; EAT= Extracto acuoso; EHAT= Extracto hidroalcohólico.

Tabla 2 Determinación de color

Muestra	L*	a*	b*
TF	62.67±3.24 ^a	30.65±3.03 ^a	108.03± 5.58 ^a
TS	44.32±2.13 ^b	18.98±1.85 ^b	39.55±3.53 ^b

Los valores son la media ± desviación estándar, n=10. Las letras diferentes indican diferencia significativa (p<0.05). TF=Flor de *Tagetes* fresca, TS= Flor de *Tagetes* seca. L*= Luminosidad, a*=Verde-rojo b*= Azul-Amarillo.

Conclusiones. El extracto EHAT presentó el mayor contenido en compuestos fenólicos en comparación con el extracto EET y EAT. Los parámetros de color presentaron valores más altos en el TF, en comparación con TS, esto puede estar relacionado con el CFT en la muestra. Lo anterior contribuye en la caracterización de extractos obtenidos de *Tagetes*.

Agradecimiento. Al CONACyT por la beca otorgada al primer autor (929809) para la realización de estudios de posgrado registrado en el SNP.

Bibliografía.

1. Meurer, M. C., Mees, M., Mariano, L. N. B., Boeing, T., Somensi, L. B., Mariott, M., ... & da Silva, L. M. (2019). *Nutrition Research*, 66, 95-106.
2. (2) Campos, L. M., Michielin, E. M., Danielski, L., & Ferreira, S. R. (2005). Experimental data and modeling the supercritical fluid extraction.
3. (3) Velioglu, Y., Mazza, G., Gao, L., & Oomah, B. D. (1998). *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(10), 4113-4117. (4) Ballester-Sánchez, J., Gil, J. V., Haros, C. M., & Fernández-Espinar, M. T. (2019). *Plant Foods for Human Nutrition*, 74, 185-191.

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA LA DETERMINACIÓN DE CAPSAICINOIDES EN CHILE DE AGUA (*Capsicum annuum*) MEDIANTE HPLC-PDA, UPLC-PDA Y UPLC-ESI-MS

Iván E. Herrera – Pool, Antony J. Castellero-Rosas, Sofía M. Pezzarossi-Paz, Neith Pacheco

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ).
Subsede Sureste. Merida, Yucatán. CP: 97302. npacheco@pacheco.mx

Palabras clave: Chile de agua, capsaicinoides, espectrometría de masas.

Introducción. Los capsaicinoides son metabolitos secundarios del género *Capsicum*; frecuentemente son determinados mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) en combinación con detectores de UV y arreglo de fotodiodos (PDA), sin embargo, la aplicación de herramientas analíticas emergentes como la cromatografía líquida de ultra-alta eficiencia (UPLC) acoplada a espectrometría de masas (MS) representa una importante mejora en la eficiencia del análisis de capsaicinoides en el área de investigación de productos naturales [1].

El objetivo de este trabajo fue comparar el alcance de HPLC-PDA y UPLC-PDA-ESI-MS para el análisis de capsaicinoides (Capsaicina (C), dihidrocapsaicina (DHC), nor-dihidrocapsaicina (n-DHC), homo-capsaicina (h-C) y homo-dihidrocapsaicina (h-DHC)) de una especie del género *Capsicum* típica del estado de Oaxaca que es de importancia social y económica, el chile de agua (*Capsicum annuum*).

Metodología. Los frutos de chile de agua (*C. annuum*) se obtuvieron del estado de Oaxaca, México. Las muestras frescas de fruto fueron liofilizadas y posteriormente pulverizadas. La extracción de capsaicinoides se realizó mediante método de Collins [2]. La determinación de capsaicinoides se realizó mediante HPLC-PDA, UPLC-PDA y UPLC-ESI-MS. La detección en PDA se realizó a 280 nm, mientras que el análisis de MS se realizó en modo de registro selectivo de iones (SIR).

Resultados. El análisis en MS permitió detectar y cuantificar de forma selectiva los capsaicinoides mayoritarios (C y DHC) y minoritarios (n-DHC, h-C y h-DHC) en chile de agua; esto se debe a que el modo SIR permite la detección selectiva de los iones moleculares ($[M - H]^-$) correspondientes a cada uno de los capsaicinoides de interés [3]. Por otra parte, el análisis empleando PDA solo permitió observar adecuadamente las bandas correspondientes a C y DHC. La Tabla 1 muestra el contenido de C, DHC, n-DHC, h-C y h-DHC obtenido mediante HPLC-PDA, UPLC-PDA y UPLC-ESI-MS. Se observó que el contenido de capsaicina se encuentra en un rango de 0.87 a 1.10 mg/g base seca (bs), mientras que el contenido de dihidrocapsaicina en un rango de 0.32 a 0.49 mg/g bs. El análisis indicó que el chile de agua

tiene una pungencia equivalente de aproximadamente 20,000 unidades Scoville (SHU).

Figura 1. Perfil de capsaicinoides de chile de agua obtenido mediante UPLC-ESI-MS.

CEM2 20221011 E35

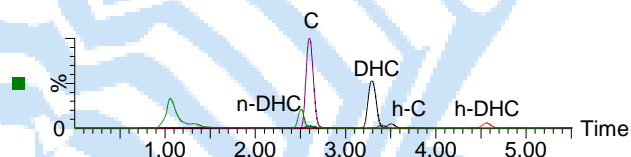


Tabla 1. Determinación del contenido de capsaicinoides (C, DHC, n-DHC, h-C, h-DHC; mg/g base seca) en chile de agua mediante HPLC-PDA, UPLC-PDA y UPLC-ESI-MS.

Capsaicinoides*	HPLC-DAD	UPLC-DAD	UPLC-MS
C	0.97 ± 0.04	1.10 ± 0.05	0.87 ± 0.05
DHC	0.32 ± 0.05	0.43 ± 0.03	0.49 ± 0.03
n-DHC	ND	0.10 ± 0.02	0.15 ± 0.01
h-C	ND	ND	0.05 ± 0.00
h-DHC	ND	ND	0.03 ± 0.00

Conclusiones. El análisis mediante HPLC-PDA, UPLC-PDA y UPLC-ESI-MS resultó adecuado para la determinación de C y DHC, sin embargo, UPLC-ESI-MS tuvo un mayor alcance para la cuantificación de otros capsaicinoides minoritarios (n-DHC, h-C, h-DHC). Por lo tanto, el empleo de instrumentos analíticos como UPLC-ESI-MS en la investigación de productos naturales como el chile de agua proporciona otras ventajas complementarias para el análisis de capsaicinoides debido a sensibilidad y selectividad.

Bibliografía.

1. Alothman Z. A., Wabaidur S. M., Khan, M. R., Ghafar A. A., Habila M. A., Yacine B. H. A. (2012). *J. Sep. Sci.* Vol. 35:2892-2896.
2. Medina-Torres N., Cuevas Bernardino J.C., Patrón-Vázquez J. A., Rodríguez-Buenfil I., Pacheco N. (2021). *Rev. Mex. Ing. Quim.* Vol. (20): 195 – 212.
3. Schweiggert U., Carle R., Schieber A. (2006). *Anal. Chim. Acta.* Vol. 557: 236-244.

SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS DE CURCUMINA-QUITOSÁN Y EFECTO SOBRE LA BIOPELÍCULA DE AISLAMIENTOS CLÍNICOS DE *Staphylococcus* RESISTENTES A METICILINA

Humberto Antonio Salazar-Sesatty¹, Edeer Iván Montoya-Hinojosa², Cynthia A. Alvizo-Baez¹, Luis D. Terrazas-Armendariz¹, Itza E. Luna-Cruz¹, Juan M. Alcocer-González¹, Licet Villarreal-Treviño², Adrián Camacho-Ortiz³, Samantha Flores-Treviño^{3*}

¹Laboratorio de Inmunología y Virología, ²Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, ³Servicio de Infectología, Hospital Universitario “Dr. José E. González” y Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México. 64451.

*samflorest@gmail.com

Palabras clave: curcumina, biopelícula, Staphylococcus.

Introducción. Las bacterias *Staphylococcus aureus* y estafilococos coagulasa negativos (ECN) resistentes al antibiótico meticilina (MRSA y MR-ECN) son causantes de infecciones intrahospitalarias (torrente sanguíneo y asociadas a dispositivos médicos). La producción de biopelícula en estas bacterias complica el tratamiento de estas infecciones, lo que representa un importante problema de salud (1). Por ello, se requieren opciones terapéuticas alternativas para combatir estas infecciones. Una opción es la curcumina, la cual se obtiene de una planta medicinal y que también presenta actividad antimicrobiana, aunque presenta limitada biodisponibilidad y baja solubilidad, lo cual podría resolverse con la nanoformulación de este compuesto (2).

El objetivo de este estudio fue la síntesis de nanopartículas magnéticas de curcumina-quitosán (NPM-Cur) y la evaluación de su efecto en la erradicación de biopelícula de aislamientos clínicos de MRSA y MR-ECN.

Metodología. Los aislamientos clínicos de *Staphylococcus* se obtuvieron del Hospital “Dr. José E. González” de 2019 a 2022 y se identificaron mediante espectrometría de masas MALDI-TOF. La susceptibilidad a los antibióticos se realizó mediante microdilución en caldo (3). La síntesis de las nanopartículas se realizó mediante co-precipitación de las partículas magnéticas y encapsulación mediante gelación ionotrópica de curcumina y quitosán (4). Las NPM-Cur se caracterizaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y microscopía electrónica de transmisión (TEM) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). El efecto de las NPM-Cur sobre la inhibición y erradicación de biopelícula se evaluó mediante microdilución con la técnica de cristal violeta y usando el dispositivo Calgary (5).

Resultados. Se observaron a las NPM-Cur como formas esféricas dispersas de ~258.6 nm con carga positiva. Las NPM-Cur mostraron actividad contra la inhibición de biopelícula de *S. aureus* independientemente de su perfil de resistencia a meticilina. No se observó actividad de erradicación de biopelícula ni sobre los ECN.

Tabla 1. Concentraciones mínimas de inhibición y erradicación de biopelícula de *Staphylococcus* por las nanopartículas magnéticas de curcumina-quitosán.

Aislamientos de <i>Staphylococcus</i>	Inhibición (µg/mL)	Erradicación (µg/mL)
<i>S. aureus</i> resistente	9.38	300
<i>S. aureus</i> susceptible	37.5	150
<i>S. epidermidis</i> resistente	> 300	> 300
<i>S. epidermidis</i> susceptible	150	> 300

Conclusiones. Las NPM-Cur mostraron actividad contra la inhibición de biopelícula en *S. aureus* y no en su erradicación, sugiriendo que su mecanismo de acción ocurre antes de que se forme la biopelícula y no sobre biopelículas maduras. Las NPM-Cur podrían considerarse como opción potencial de tratamiento en las infecciones causadas por MRSA asociadas a biopelícula.

Agradecimiento. Este estudio fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) [A1-S-16392].

Bibliografía

1. Becker K, Both A, Weisselberg S, et al (2020). *Expert Rev Anti Infect Ther.* 18(4):349-366.
2. Karthikeyan A, Senthil N, Min T (2020). *Front. Pharmacol.* 11:487.
3. Christensen GD, Simpson WA, Younger JJ, et al (1985). *J Clin Microbiol.* 22(6):996-1006.
4. Calvo P, Remuñán-López C, Vila-Jato JL, et al (1997). *J Appl Polym Sci.* 63(1):125-132.
5. Clinical and Laboratory Standards Institute. M100 (2022).

Inducción *in-vitro* de callos y organogénesis indirecta a partir de explantes de hoja de *Brumansia arborea*.

Mariana Zuleima Pérez González ^{a*}, Gabriel Alfonso Gutiérrez Rebolledo ^b, Ignacio García Martínez ^a

^a Departamento de Bioproductos y Medioambiente, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico S/N C.P. 55210 Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos, Estado de México

*mzperezgonzalez@tese.edu.mx

^b Departamento de Toxicología de Productos naturales, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Av. Wilfrido Massieu 399, Nueva Industrial Vallejo, Gustavo A. Madero, 07738 Ciudad de México, CDMX.

Palabras clave: *Brumansia arborea*, organogénesis, antiinflamatorio.

Introducción. En la actualidad, las plantas medicinales constituyen un recurso valioso para complementar los tratamientos alopáticos y mejorar la calidad de vida debido al alto costo de los fármacos convencionales, aunado a los efectos adversos que provocan. *Brumansia arborea*, conocida popularmente como "floripondio o trompeta de angel" es una alternativa para tratar diferentes padecimientos antiinflamatorios debido a que el principal uso contra padecimientos inflamatorios como la artritis reumatoide, por lo que en este trabajo se pretende establecer un cultivo controlado de *B. arborea* estimulando la producción de callos y obtención de brotes. Los resultados indican que para la producción de callos se utilizó zeatina como regulador de crecimiento vegetal (RCV) a distintas concentraciones sin la concentración de 2.5 mg/L la ideal para la formación de brotes observando que al día 30 se puede tener un cultivo controlado de *B. arborea* para la producción de metabolitos secundarios con posible actividad antiinflamatoria.

Metodología. Material vegetal: *B. arborea* se colectó en Nezahualcóyotl, Estado de México durante los meses de julio-agosto. **Callogénesis:** las hojas fueron desinfectadas con un tren de lavado utilizando, detergente, antibiótico (Ampicilina [100mg/L] y cefuroxima [50 mg/L]), fungicida (Celeste 720 [1ml/L]), etanol al 70% v/v, NaClO al 20% v/v y agua estéril [2]; los explantes de hoja se cortaron (1cm²) y se incubaron en medio Murashige and Skoog (MS) suplementado con 30 mg/L de sacarosa durante 15 días [3]. La inducción de callogénesis se realizó con explantes asépticos en medio MS con 30g/L de sacarosa y Zeatina en diferentes concentraciones (0.5, 1.0, 2.5 y 5 mg/L) por otro lado, se utilizó como control medio MS con sacarosa (30g/L). **Organogénesis:** los callos procedentes del subcultivo fueron cortados a un tamaño aproximado de 0.5 cm² cada uno para posteriormente incubarlos en medio MS con sacarosa (30g/L) y Zeatina a la concentración de 2.5 mg/L durante 30 días con un fotoperiodo de 16 horas luz (35 μmol/m²/s) y 8 horas oscuridad.

Resultados. Para la inducción de callos se colocaron hojas inmaduras en medio MS suplementado con sacarosa 30g/L y zeatina a diferentes concentraciones dando como resultado que todas las concentraciones probadas indujeron callogénesis en distintos porcentajes (Tabla 1), la concentración de 2.5 mg/L (ZEA3) fue la que mostró un 100% de callogénesis, con callos verdes y friables (Figura 1A).

Tabla 1 Formación de callos de *B. arborea*

ZEA (RCV)	Clave	Morfología	% de callogénesis
Control	ZEA0	SN	0 ± 0.0
0.5	ZEA1	O, CC	30 ± 0.3 ^a
1.0	ZEA2	V, CF	55 ± 0.3
2.5	ZEA3	V, CF	100 ± 0.0
5.0	ZEA4	V, CC	28 ± 0.2 ^a

Medias desviación estándar (±) seguidas de la misma letra en superíndice son estadísticamente similares a un nivel $p \leq 0.05$ de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey. RCV: Reguladores del crecimiento vegetal. ZEA: zeatina; V: callo verde; O: callo oxidado; CF: callo friable; CC: callo compacto; SN: sin respuesta; n=25.

Los callos obtenidos de *B. arborea* con la condición ZEA3 previamente descrita, comenzó a mostrar caulogénesis sobre callos de hojas al día 10, al día 20 mostraron la formación de hojas y al día 30 ya se observa la proliferación de brotes mostrando una organogénesis indirecta del 100% (n=30) con formación de raíz (Figura 1).

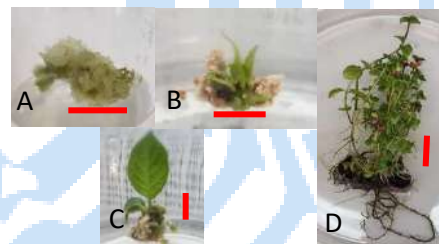


Fig. 1. Respuesta organogenica del cultivo de callos de *B. arborea*. A) Callogénesis; B) Caulogénesis (día 10) C) Brote (día 20) D) Brote y rizogénesis (día 30). Barras en colores rojo corresponden a 1 cm. n=30

Conclusiones. Los explantes de hojas desarrollaron callos, sin embargo, solo una concentración (zeatina 2.5 mg/L) fue la más apta para desarrollar el 100% de callogénesis, esta misma concentración, se subcultivo mostrando brotes, por lo que podemos concluir que *B. arborea* es una buena candidata para producir brotes en condición controlada como fuente de metabolitos secundarios con posible actividad antiinflamatoria.

Agradecimiento. Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) por la beca otorgada número CAT2021-0160.

Bibliografía. 1. Swanaa, J., Yanga, Y., Behnamb, M., Thompson, R. "An analysis of net energy production and feedstock availability for biobutanol and bioethanol". *Bioresource Technology* 2 (2011) 2112–2117. 2. Abdehagh, N., Tezel, F.H., Thibault, J. "Separation techniques in butanol production: Challenges and developments". *Biomass and Bioenergy* 60 (2014) 222–246. 3. Moosemiller, M. "Development of algorithms for predicting ignition probabilities and explosion frequencies". *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 24 (2011) 259-265

IDENTIFICACIÓN DE CLÚSTERES DE GENES BIOSINTÉTICOS PRODUCTORES DE LANTIPÉPTIDOS EN ACTINOBACTERIAS ENDÓFITAS MEDIANTE MINERÍA GENÓMICA

Aguilar Cabrera Andrea, Sergio Sánchez Esquivel & Carlos Adrian García Ausencio, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 04510. andreaquilarc@ciencias.unam.mx

Palabras clave: actinobacterias, minería genómica, lantipéptidos

Introducción. Las actinobacterias son un grupo de bacterias grampositivas con un genoma lineal alto en guanina-citosina (GC) (1), que habitan de forma predilecta en los suelos, aunque pueden encontrarse también en ambientes diferentes a dicho hábitat, como en los lechos marinos, ambientes extremos y en unión con otros organismos. Cuando habitan dentro de una planta se les conoce como endófitos, y se ha visto que estas bacterias tienen un gran potencial biosintético para producir metabolitos secundarios con estructuras, actividades y aplicaciones variadas (2). Dentro de estos destacan los péptidos producidos ribosomalmente y modificados postraduccionalmente (RiPPs), una clase de metabolitos secundarios que por sus modificaciones tienen estructuras novedosas difíciles de ser producidas directamente de manera natural y que son codificados por clústeres de genes biosintéticos (BGCs) (3). Los lantipéptidos son uno de los grupos más grandes de RiPPs, y se ha descrito que presentan actividades que no se limitan a las antibióticas, sino que también se incluyen las antifúngicas, antivirales, antialodínicas y antinociceptivas (4), por lo que son ideales para la investigación biomédica de nuevos fármacos.

En este trabajo se plantea la identificación mediante minería genómica de BGCs productores de lantipéptidos en el genoma de las actinobacterias endófitas *Embleya* sp. NF3, *Streptomyces* sp. L06, *Actinoplanes* sp. TFC3, aisladas de la planta *Amphipterygium adstringens*.

Metodología. Utilizando el programa bioinformático AntiSMASH v7.0beta se realizará la identificación de BGCs productores de lantipeptidos en el genoma de los microorganismos endófitos.

Resultados. Se identificaron 47 BGCs productores de metabolitos secundarios en el genoma de *Embleya* sp. NF3, 17 en *Streptomyces* sp. L06 y 33 en *Actinoplanes* sp. TFC3; dentro de los cuales únicamente 6 producen lantipéptidos en *Embleya* sp. NF3, 1 en *Streptomyces* sp. L06 y 0 en *Actinoplanes* sp. TFC3.

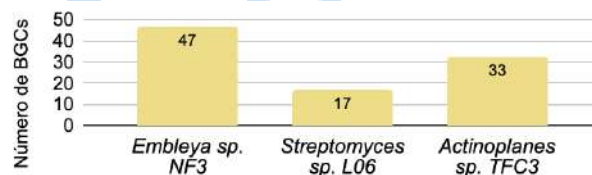


Fig. 1. Comparación entre la cantidad de BGCs identificados dentro del genoma de los endófitos.

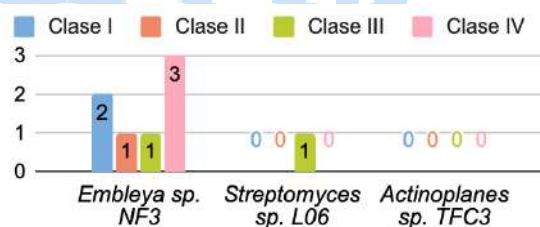


Fig. 2. Comparación entre los BGCs que codifican para lantipeptidos de distintas clases (I, II, III, IV).

La gran diversidad de BGC puede estar relacionada al tamaño de sus genomas, tal es el caso de *Embleya* sp. NF3 que presenta el genoma más grande de los tres microorganismos analizados y el mayor número de BGCs no sólo de lantipeptidos, sino también de otro tipo de RiPPs. Se plantea seguir explorando la producción de estos clústeres mediante herramientas de clonación heteróloga.

Conclusiones. Se identificaron una mayor cantidad de BGCs productores de lantipeptidos en el genoma de *Embleya* sp. NF3.

Agradecimiento. Agradezco a DGAPA- PAPIIT, UNAM IN205922 por el financiamiento otorgado al proyecto.

Bibliografía.

1. Barka EA, et al. (2016). *Microbiol Mol Biol Rev.* 80(4): 3.
2. Jose PA, Maharshi A, & Jha B. (2021) *Microbiol Res.* 246: 126708.
3. Arnison PG, et al. (2013) *Nat prod rep.* 30(1): 108–160.
4. Repka LM, Chekan JR, Nair SK, & van der Donk WA. (2017) *Chem Rev.* 117(8): 5457–5520.

BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS CONTRA PATÓGENOS DE INTERÉS EN ACUICULTURA Y SALUD HUMANA

Mauricio Muñoz Ochoa, Ruth Noemí Aguila Ramírez, Dora Luz Arvizu Higuera, Yoloxochitl Elizabeth Rodríguez Montesinos, Martha Patricia Agúndez Salas

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Departamento de Desarrollo de Tecnologías, La Paz, Baja California Sur, México, CP23096, mmunozo@ipn.mx

Palabras clave: Antibacterianos, peces, camarón

Introducción. La necesidad de nuevos biomateriales y fármacos útiles en salud humana y animal para combatir diferentes padecimientos, es prioritaria a nivel mundial. Debido a la alta resistencia bacteriana se hace necesario contar con nuevas fuentes de compuestos bioactivos (1). Al respecto existen organismos capaces de desarrollar defensas químicas con estructuras novedosas con potencial aplicación como fármacos (2). El objetivo del presente trabajo es evaluar extractos obtenidos del hongo *Ganoderma lucidum* así como las inflorescencias del *Agave desmettiana* y del árbol de Neem (*Azadirachta indica*) como fuente de compuestos contra cepas patógenas de interés en acuicultura y salud humana.

Metodología. *G. lucidum* y las inflorescencias de *A. desmettiana* y *A. indica* fueron recolectadas del medio silvestre en las inmediaciones de La Paz, BCS, México. El material previamente limpio, seco y molido, fue extraído exhaustivamente con etanol. Los tres extractos crudos obtenidos fueron sometidos al ensayo de actividad antibacteriana por el método de microdilución. Los extractos de *G. lucidum* y *A. desmettiana* fueron fraccionados por diversas técnicas cromatográficas guiados por el bioensayo. Los compuestos obtenidos y las fracciones enriquecidas activas fueron caracterizadas por espectroscopia de infrarrojo y espectrometría de masas.

Resultados. Los tres extractos evaluados mostraron actividad contra varias de las cepas probadas (Fig. 1). Del fraccionamiento de *A. desmettiana* y *G. lucidum* se aislaron dos compuestos de naturaleza esteroidal como responsables de la actividad mostrada por ambos extractos; estas estructuras están en proceso de elucidación. Es importante señalar que *S. aureus* es un patógeno considerado prioritario por la OMS (3), por lo que es de relevancia que los tres extractos tuvieran actividad contra este patógeno, principalmente *A. desmettiana*.

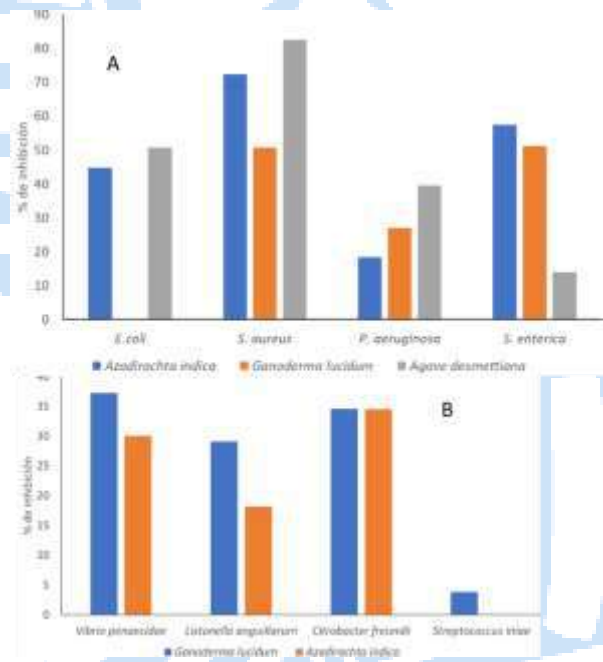


Fig. 1. Porcentajes de actividad de los extractos evaluados contra A) patógenos de humanos y B) patógenos de organismos marinos.

Conclusiones. Nuestros resultados demuestran que los tres organismos evaluados son fuente potencial de compuestos con actividad antibacteriana contra cepas patógenas de interés en salud humana y acuícola.

Agradecimiento. SIP20230947, Beca COFAA, EDI

Bibliografía.

1. Newman, D.J, Cragg GM, 2016 *J. Nat. Prod.* 79(3): 629–661
2. Song F. 2022. *Antibiotics.* 11:1765-68.
3. <https://www.who.int/es/news/item/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>.

LAURENCIA PACIFICA: PERFIL FITOQUIMICO Y ACTIVIDAD CONTRA BACTERIAS FORMADORAS DE BIOPELÍCULAS

Martha Patricia Agúndez Salas, Mauricio Muñoz Ochoa, Ruth Noemí Águila Ramírez, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Desarrollo de Tecnologías, La Paz, B.C.S., 23096, México.patricia.ibq16@gmail.com

Palabras clave: macroalga, antiincrustante, fitoquímico

Introducción. Los biofilms o películas bacterianas son comunidades de bacterias que se encuentran adheridas a superficies mediante uniones poliméricas compuestas de polisacáridos, proteínas secretadas y ADN extracelular (1). Se pueden encontrar biopelículas en cualquier medio donde existan las condiciones necesarias para que proliferen las bacterias, y su formación representa problemas en distintas áreas, además existe un gran número de enfermedades infecciosas asociadas a biopelículas (2).

Se ha demostrado que algunas especies de algas poseen compuestos bioactivos con potencial contra el crecimiento de microorganismos marinos colonizadores. Los extractos orgánicos de algas como *Laurencia johnstonii* y *Ulva lactuca* han sido evaluados con pruebas antimicrobianas y antiincrustantes, obteniendo resultados favorables inhibiendo diferentes bacterias patógenas y el crecimiento de organismos incrustantes (3). El objetivo del presente trabajo es evaluar la actividad del extracto obtenido de *L. pacifica* contra bacterias formadoras de biopelículas.

Metodología. Se realizó una selección de extractos activos a partir de la colección de extractos algales del Laboratorio de Química de Algas Marinas del CICIMAR por su actividad frente a un panel de bacterias formadoras de biopelículas y bioincrustaciones. Se calculó el porcentaje de inhibición que presentaron los extractos ante las cepas, observando que *L. pacifica* presentó mejor actividad que el resto de las algas evaluadas, siendo seleccionada para su posterior fraccionamiento cromatográfico. Las fracciones fueron evaluadas con cromatografía de capa fina en placas de sílica y aluminio, utilizando reveladores para identificar los metabolitos presentes.

Resultados. El extracto etanólico de *L. pacifica* mostró actividad anti biofilm contra *B. subtilis*, *B. pumilus* y *B. altitudinis* (Fig 1), a las 5 fracciones obtenidas se les analizó el perfil fitoquímico identificando triterpenos en las 5 fracciones, polifenoles en las fracciones F1, F2 y F4, así como alcaloides y péptidos en F5. Adicionalmente las fracciones 1 y 2 presentaron

inhibición >90% contra *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. cereus* y *B. altitudinis*.

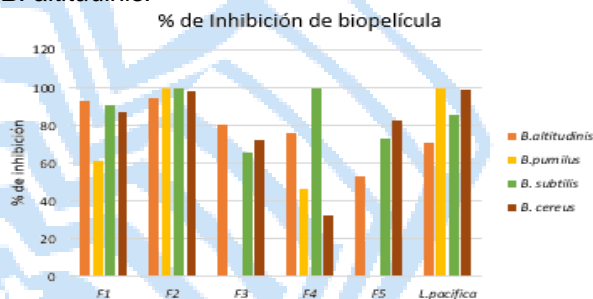


Fig. 1. Gráfica de actividad antibiopelícula de fracciones de *L. pacifica*.

Tabla 1. Identificación de metabolitos secundarios presentes en las fracciones de *Laurencia pacifica*.

	F1	F2	F3	F4	F5
Triterpenos	+	+	+	+	+
Flavonoides	-	-	-	-	-
Fenoles	-	-	-	-	-
Cumarinas	-	-	-	-	-
Saponinas	-	-	-	-	-
Alcaloides	-	-	-	-	+
Polifenoles	+	+	-	+	-
Péptidos	-	-	-	-	+

(+) Indica presencia, (-) Indica ausencia.

Conclusiones. Hasta el momento nuestros resultados demuestran que *L. pacifica* puede ser fuente de compuestos con actividad antibacteriana, antiincrustante y antibiopelículas.

Agradecimiento. Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), al grupo del Laboratorio de Química de Algas Marinas, así como el Laboratorio de Microbiología y Biología Molecular del CIMAR-IPN.

Bibliografía.

- Flemming, H.-C. (2020). Biofouling and me: My Stockholm syndrome with biofilms. *Water Res.*, Vol. (173), 115576
- Macià, M., del Pozo, J., Díez-Aguilar, M., & Guinea, J. (2018). *Enferm.Infecc.Microbiol.Clin.*, Vol.36(6), 375–381.
- Aguila-Ramírez, R., Arenas-González, A., Hernández-Guerrero, C., González-Acosta, B., Borges-Souza, J., Véron, Benoit, P., & Hellio, Claire. (2012). *Hidrobiológica*, Vol. 22(1), 8-15.

ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA DE *SALVIA ELEGANS* VAHL PROPAGADA VEGETATIVAMENTE Y DESARROLLADA EN DIFERENTES INTENSIDADES DE LUZ

¹Monterrosas Brisson Nayeli, ²Ocampo-Arenas Martha L, ²Jiménez-Aparicio Antonio R, ³Jiménez-Ferrer E, ³Herrera-Ruiz Maribel.

- 1.- Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Cuernavaca, Morelos, 62209, México. nayeli.monterrosas@uaem.mx
- 2.- Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional (IPN), Yautepec 62739, Mexico.
- 3.- Centro de Investigación Biomédica del Sur, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Xochitepec 62740, Mexico

Palabras clave: Antiinflamatorio, Salvia elegans, Hidroponía

Introducción. El género *Salvia* es uno de los más abundantes en la familia Lamiaceae e incluye especies con una diversidad de formas de crecimiento y metabolitos secundarios. *S. elegans* posee propiedades antioxidantes, ansiolíticas y antidepresivas. Se distribuye ampliamente en México y es probable que la composición y cantidad de principios activos varíe de acuerdo con su hábitat. Por ello, su propagación en condiciones controladas es una alternativa para asegurar la concentración homogénea de los principios activos (Uritu *et al.*, 2018). La biotecnología vegetal incluye procedimientos para propagar plantas, entre los que se encuentra la propagación clonal. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la luminosidad en la morfología y actividad antiinflamatoria en plantas *Salvia elegans* propagadas en dos diferentes condiciones de crecimiento.

Metodología. Las plantas fueron propagadas vegetativamente de yemas apicales en diferentes sustratos, incluyendo hidroponía, bajo dos condiciones de luminosidad: C1 (13.91 Klux) y C2 (4.94 Klux). Se evaluó el crecimiento y desarrollo de las plantas, como la densidad estomática según Delgado *et al.*, (2011), color de las hojas, según lo establecido por Nieto-Cervantes (2017), utilizando un patrón de color digital (CIE, 1964). De cada condición de planta propagada, se preparó un extracto hidroalcohólico de partes aéreas y raíces. Cada extracto fue evaluado farmacológicamente mediante bioensayo *in vivo* (Payá *et al.*, 1993).

Resultados. Se observó que la región adaxial en C1 presentaba una mayor densidad estomatal que C2, la región abaxial de C2 presentó mayor número de estomas ($p < 0.05$). Para los valores normalizados de

color con un iluminante D65 (luz de día), se encontró que el color de las hojas entre ambas condiciones es diferente (ΔE).

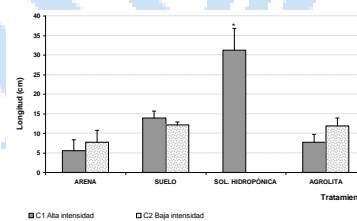


Fig. 1. Evaluación del crecimiento (cm) de *S. elegans* en diferentes sustratos y dos condiciones de luminosidad. (* ANOVA *post prueba* Bonferroni, $p < 0.05$).

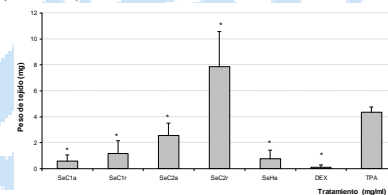


Fig. 2. Diferencial de peso de la administración local de *S. elegans* (180 mg/ml) sobre la inflamación inducida con TPA en el pabellón auricular de ratón. Dexametasona 4 mg/ml (Dex), Raíz C1 (SeC1r), Aéreo C1 (SeC1a), Raíz C2 (SeC2r), Aéreo C2 (SeC2a) y Extracto aéreo hidropónico (SeHa).

Conclusiones. La intensidad de luz tiene un efecto sobre los parámetros morfométricos debido a que las plantas producidas por hidroponía y condición C1 produjeron el mayor crecimiento, desarrollo y mejor efecto antiinflamatorio.

Agradecimiento. Financiamiento del fondo de investigación en salud-IMSS, registro: R-2007-1701-14

Bibliografía.

- 1.- Nieto-Cervantes J, Catzin-Pat O, Torres-Ovando R. (2017). *Rev. Ing. Inn.* 1(3): 10-18.
- 2.- Payá M, Ferrándiz M, Sanz M, Bustos G, Blasco R, Ríos J, Alcaráz M. (1993). *Phytoter. Res.* 7: 159-162.

ESTUDIO DE LA REGULACIÓN DEL TERPENOMA DE *HUMPHREYA COFFEATA* POR LA FUENTE DE CARBONO

Ricardo A. González-Hernández, Norma A. Valdez-Cruz, Mauricio A. Trujillo-Roldán.

Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM. Tercer Circuito s/n, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F. raghdz1608@gmail.com, maurotru@iibiomedicas.unam.mx

Palabras clave: basidiomicetos, terpenoides, regulación del metabolismo secundario

Introducción. *Humphreya coffeata* es un basidiomiceto, productor de terpenoides y polisacáridos con actividad citotóxica contra células de leucemia (1, 2). Los terpenoides son los metabolitos secundarios más abundantes en la naturaleza; por ejemplo, en hongos del género *Ganoderma*, están presentes en más del 50% de compuestos producidos (3). *H. coffeata* ha mostrado, en estudios previos, una producción diferencial de terpenoides al usar glucosa o lactosa como fuente de carbono (2). La regulación del metabolismo terpenoide en hongos se da a nivel de las terpeno sintasas (TPS) (4) y depende de factores ambientales como pH, especies reactivas de oxígeno, luz, temperatura y nutrientes, particularmente nitrógeno y carbono (5). Nuestro objetivo es determinar como la fuente de carbono impacta la expresión de las terpeno-sintasas de *H. coffeata* y eso se refleje en la producción diferencial de terpenoides.

Metodología. La cepa de *H. coffeata* fue donada por la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia), y cuyo genoma se tiene secuenciado. Cultivar el hongo en medio complejo líquido (suplementando con glucosa o lactosa). Extraer los terpenoides de biomasa (seca) y sobrenadantes con disolventes orgánicos y obtener sus perfiles cromatográficos en TLC. Comparar los terpenoides diferentes en cada condición revelando con Anisaldehído y H₂SO₄ (10%). Purificar los compuestos diferenciales mediante diferentes métodos cromatográficos para el posterior análisis por espectrometría de masas y RMN para elucidar una posible estructura. Realizar análisis transcriptómico del hongo con cada fuente de carbono en el medio de cultivo para comparar la expresión de las TPS e identificar las que están siendo reguladas.

Resultados. Al comparar los perfiles cromatográficos de los extractos, se observan cambios en el tipo y cantidad de metabolitos obtenidos (Fig. 1, 2). En los análisis por RMN, se identificaron señales compatibles con terpenoides; así como masas compatibles con sesqui y triterpenoides, por GC-MS. Al momento se han identificado 5 moléculas de tipo terpenoide producidas diferencialmente, mientras que en el sobrenadante se encontraron también alcaloides producidos diferencialmente.

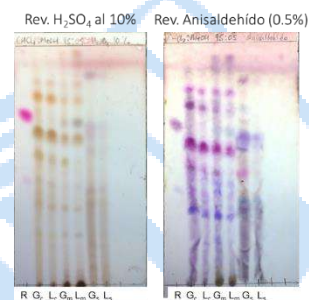


Fig. 1. Perfiles cromatográficos de los extractos R: Ácido ursólico; G: glucosa; L: lactosa; c: Extracto clorofórmico; m: Extracto metanólico; s: Extracto clorofórmico del sobrenadante @ 14 días de cultivo, 30 °C, 150 rpm

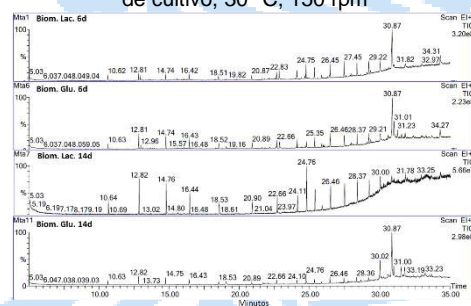


Fig. 2. Análisis cromatográfico (gases-masas), de los extractos clorofórmicos de la biomasa del hongo cultivado con glucosa o lactosa en el medio de cultivo @14 días de cultivo, 30 °C, 150 rpm

Conclusiones. La producción diferencial de los terpenoides debe relacionarse con la regulación en la síntesis mediada por las terpeno-sintasas.

Agradecimiento. Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT-UNAM IV201220, IN-211422) Beca Conacyt: 71783; CVU: 549452.

Bibliografía.

1. Porras-Arboleda et al. (2009) *Int J Med Mushrooms*. 11(4): 335-350.
2. Aspron-Moncada V. Tesis de maestría. Posgrado en ciencias bioquímicas, UNAM.
3. Baby S, Johnson AJ, Govindan B. (2015) *Phytochem*. 144: 66-101.
4. Quin MB et al. (2014). *Nat Prod Rep*. 31(10): 1449-1473.
5. Brakhage AA. (2013). *Nat Rev Microbiol*. 11(1):21-32.
6. Da Cheng H, Xiao-Jie G, Pe GX (2015) En: *Medicinal plants: chemistry, biology and omics*. Elsevier, UK. pag: 293-340

CARACTERIZACIÓN FENÓLICA, ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIANA DE *Pleurotus albidus*

Oscar A. Sánchez-Aguirre¹, Fabiola C. Elvira-San Juan², Omar G. Malagón-Avilés³, Régulo Llarena-Flores⁴ y Marina Guevara-Valencia²

¹Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana. Orizaba, Veracruz, México.

³Departamento de Química, Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.

⁴Facultad de Ciencias Biológico-Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Peñuela, Veracruz, México. *mguevara@uv.mx

Palabras clave: hongos, medicina tradicional, capacidad antioxidante y actividad antibacteriana.

Introducción. *Pleurotus albidus* (Figura 1) es un hongo comestible con un sombrero de forma irregular, con bordes ondulados y superficie lisa y blanca a blanco grisácea. Ha sido usado en la medicina tradicional en diversas partes del mundo. En México es utilizado tradicionalmente como un alimento funcional y se cree que tiene propiedades que pueden tratar las enfermedades respiratorias, infecciones y trastornos gastrointestinales. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar los compuestos fenólicos, la capacidad antioxidante y la actividad antibacteriana de cuerpos fructíferos de *Pleurotus albidus*.



Fig. 1. Cuerpos fructíferos de *Pleurotus albidus*

Metodología. Empleando como sustrato paja estéril se cultivó a *P. albidus*. Por extracción continua empleando acetato de etilo y metanol por 72 h, se prepararon extractos con los cuerpos fructíferos deshidratados. El contenido de fenoles totales se realizó utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu y espectrofotometría visible. Se determinó la capacidad antioxidante utilizando el radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y el ensayo con FRAP utilizando 2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) y cloruro férrico (FeCl₃·6H₂O). La actividad biológica se realizó con el método modificado de Kirby-Bauer y diez cepas de bacterias donadas por el Hospital Regional del IMSS de la región Orizaba – Córdoba. Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

Resultados. La tabla 1 muestra que el extracto metanólico de *P. albidus* presenta actividad antioxidante moderada con respecto al de acetato de

etilo. De acuerdo con Gąsecka *et al.* (2016) en especies del género *Pleurotus* se han identificado en los extractos metanólicos a los ácidos 4-hidroxibenzóico, ferúlico, *p*-coumárico, cinámico y vinílico los cuales les confieren propiedades antioxidantes.

Tabla 1. Actividad antioxidante de *P. albidus*

Extracto	mg ácido gálico/g de muestra	% de DPPH	μmol Fe ⁺²
AcOET	0.086 ± 0.0122	21.8966 ± 3.9760	351.505 ± 6.670
MeOH	0.0833 ± 0.0011	32.396 ± 2.2041	168.789 ± 24.551

La tabla muestra el promedio de tres replicas ± desviación estándar.

Por otro lado, con una concentración de 1 mg/mL del extracto metanólico, se encontró inhibición bacteriana en las cepas de *Pseudomonas aeruginosa* > *Escherichia coli* > *Streptococcus pyogenes* con halos de inhibición 8, 5 y 3 mm respectivamente. De acuerdo con Al-Faqeeh *et al.*, (2021) algunos alcaloides presentes en setas como *Pleurotus* contienen bufenina, baecositina, bisnoriagonina, aeruginasina, psilocibina entre otros compuestos y son considerados como los principales antibacterianos. Este es el primer reporte científico de esta especie, lo que resulta interesante conocer a profundidad sus propiedades.

Conclusiones. El extracto metanólico de *P. albidus* mostró moderada actividad antioxidante y efecto antibacteriano en bacterias Gram (+) y Gram (-) debido a baja concentración de compuestos fenólicos.

Bibliografía.

- Gąsecka, M., Mleczek, M., Siwulski, M., Niedzielski, P. (2016) Phenolic composition and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* enriched with selenium and zinc. *European Food Research and Technology*, 242:723-732.
- Al-Faqeeh, L. A. S., Naser, R., Kagne, S. R., & Khan, S. W. (2021). Review on anticancer and antimicrobial activities of mushrooms. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, vol. 10 no. 2, pp. 1922-1936.

ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE LAS HOJAS DE JÍCARO (*Crescentia cujete* L.)

Javier Camacho Morales¹, Oscar Antonio Sánchez Aguirre², Karla Adriana Olmos Esteban¹, Daniel Salazar Vela¹ y Marina Guevara Valencia^{1*}.

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana Orizaba, Ver., México. Prolongación de Oriente 6 N°1009, Colonia Rafael Alvarado, C.P. 94320, Orizaba, Ver., México ²Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Veracruzana. Dr. Luis Castelazo Ayala s/n col. Industrial Ánimas Xalapa, Veracruz, México.

*Correo: mguevara@uv.mx.

Palabras clave: Jícaro, plantas medicinales, y actividad antimicrobiana.

Introducción. En la medicina tradicional las hojas de *Crescentia cujete* L., se emplean en infusiones para tratar la hipertensión y los frutos para tratar la diarrea, dolor de estómago, resfriados, bronquitis, tos, asma y uretritis (Espitia-Baena *et al.*, 2011). Desde el punto de vista fitoquímico, a pesar del uso medicinal, existen pocos reportes sobre los metabolitos presentes en esta planta. De las especies veracruzanas se carece de información sobre las características fitoquímicas y biológicas que pudieran tener las hojas de *Crescentia cujete* L. El objetivo general de este trabajo consistió en evaluar la actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de las hojas *Crescentia cujete* L. (Bignoniaceae) frente a microorganismos de interés clínico.

Metodología. Las hojas del jícaro (*Crescentia cujete* L.) fueron recolectadas en julio de 2019 en Paso del Macho, Ver. Diversas partes del árbol fueron depositadas en el Herbario CORU de la Universidad Veracruzana para su identificación botánica. Se preparó un extracto etanol-agua (70:30) a partir de las hojas secas mediante maceración por 15 días. Posteriormente, se identificaron los grupos metabolitos secundarios mediante ensayos a la gota. La actividad antibacteriana se realizó con el método modificado de Kirby-Bauer, empleando agar Mueller-Hinton, en placas de 4 mm de grosor (Rojas *et al.*, 2005). Las diez cepas utilizadas en este proyecto fueron donadas por el Hospital Regional del IMSS de la región Orizaba – Córdoba.

Resultados. La evaluación de la actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de hojas de *C. cujete* L., dio como resultado inhibición ante *Citrobacter koseri*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* en una concentración de 62 mg/mL por difusión en disco. En la Figura 1 se muestra los valores de inhibición obtenidos por las bacterias en comparación con los resultados obtenidos por el control positivo (ciprofloxacino).

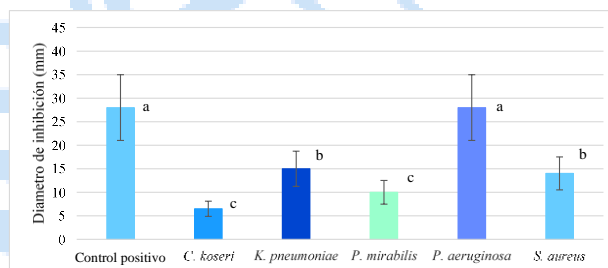


Fig. 1. Comparación de halos de inhibición con extracto hidroalcohólico de hojas de *Crescentia cujete* L.

El mejor efecto inhibitorio se observó ante *Pseudomonas aeruginosa*, con un diámetro de inhibición semejante al control positivo (ciprofloxacino). Las bacterias *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus* también fueron sensibles al extracto mostrando diámetros de inhibición semejante entre ellas y con menor grado de inhibición e igual comportamiento *Citrobacter koseri* y *Proteus mirabilis*. La actividad antibacteriana presentada puede ser debida a la acción sinérgica de alcaloides, taninos, iridoides y triterpenos.

Conclusiones. El extracto hidroalcohólico presenta la capacidad de inhibir el crecimiento de bacterias del tipo Gram (+) y Gram (-). Los resultados obtenidos muestran que las hojas de *Crescentia cujete* L., poseen una composición fitoquímica con un amplio potencial que avala su uso en la medicina tradicional, por lo que será interesante continuar el estudio de otras partes de la planta (flor, fruto, corteza y raíz) para avalar su aplicación farmacológica.

Bibliografía.

1. Espitia-Baena J. E., Duran-Sandoval H., Fandiño Franky J., y Gómez-Estrada H. (2011). Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* L. (totumo). Revista Cubana de Plantas Medicinales 16(4), 337-346.
2. Rojas, J. J., García, A. M., y López, A. J. (2005). Evaluación de dos metodologías para determinar la actividad antimicrobiana de plantas medicinales. Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas, 4(2), 28-32.

**TOXICIDAD AGUDA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE
*BRUGMANSIA ARBOREA (L.) LAGERTH***

Isabel Ayala Aguilar.^{1*}; Alexis García Fernández¹; Ignacio García Martínez¹; Gabriel Alfonso Gutiérrez Rebolledo²; Mariana Zuleima Pérez González¹;

¹ Departamento de Bioproductos y Medioambiente, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico S/N C.P. 55210 Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos, Estado de México. *isaya25@hotmail.com

²Laboratorio de Toxicología de Productos naturales, Departamento de Farmacia, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Av. Wilfrido Massieu 399, Nueva Industrial Vallejo, Gustavo A. Madero, 07738 Ciudad de México, CDMX. *Palabras clave:* Alcaloides, Antioxidante, Rendimiento, Extracto.

Introducción. Las plantas medicinales eran empleadas en tiempos prehistóricos, por lo que productos botánicos eran ingeridos con fines curativos o psicoterapéuticos¹. *Brugmansia arborea (L.) Lagerth* es un arbusto cuya procedencia es América del Sur, es cultivada comúnmente como especie ornamental, se utiliza como antiinflamatorio y en el tratamiento de dolores reumáticos además es conocida por actuar sobre el sistema nervioso central². Su toxicidad es por los alcaloides de tropano presentes en sus flores y pueden generar alucinaciones³. Debido a esto surgió la necesidad de realizar la evaluación toxicológica de *Brugmansia arborea (L.)*, así como la capacidad antioxidante.

Metodología. Las partes aéreas (tallo, peciolos y hojas) de *B. arborea* se sometieron a secado, molienda para su posterior maceración en CHCl₃:MeOH. Una vez obtenido el extracto se realizó, la toxicidad aguda se siguió el procedimiento recomendado por TG 423 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2008). La identificación de metabolitos mayoritarios presentes en el extracto por cromatografía en capa fina (CCF) utilizando estándares de referencia. Finalmente, la actividad antioxidante, fue evaluada mediante la técnica de ABTS y DPPH⁴.

Resultados. El extracto mostro un rendimiento de 10.12% y fue utilizado para la evaluación de la toxicidad aguda, arrojando una DL₅₀ mayor a 5 g/kg, por lo que no es considerado tóxico clasificando según la OECD dentro de la categoría 5 (no tóxicos). Los metabolitos mayoritarios identificados por CCF fue rutina (Rf =0.57) y la mezcla de los triterpenos α, β-amirina (Rf = 0.48). Por último, la capacidad antioxidante del extracto de partes aéreas mostró una IC₅₀ de 7.40±0.02 mg/ml sobre el radical DPPH, y para la inhibición del radical ABTS se obtuvo una IC₅₀ de 68.79 ±0.05 mg/ml (tabla 1).

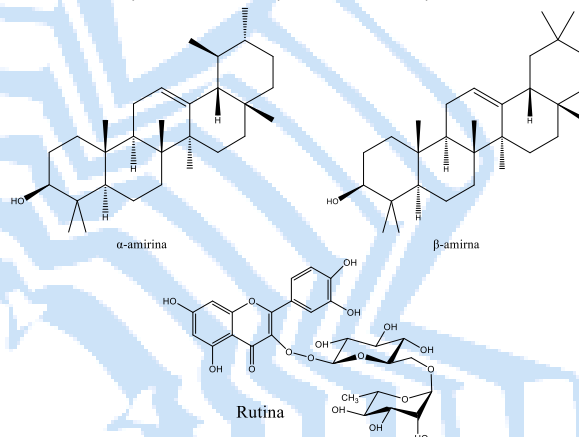


Fig. 1. Compuestos identificados por CCF.

Técnica	Compuesto	CI ₅₀ (mg/mL)
DPPH	Quercetina	0.06±0.22
	Extracto <i>B. arborea</i>	7.40 ± 0.02
DPPH ABTS	Trolox	0.126 ± 0.05
	Extracto <i>B. arborea</i>	68.79 ± 0.05

Tabla 1. Capacidad antioxidante radical DPPH

Conclusiones. Es importante conocer la toxicidad de los extractos de *B. arborea* para el consumo seguro de la especie, los metabolitos secundarios identificados y la capacidad antioxidante muestran que el extracto puede llegar a ser un buen antiinflamatorio, así mismo es candidato para la realización de un fitofármaco que resuelvan problemas de salud pública.

Agradecimiento.

Agradecemos al Consejo Mexiquense de ciencia y tecnología por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto con numero CAT-2021-0160

Bibliografía.

- Halberstein. (2005). ELSEVIER, 15(19), 686-699.
- Mattioli, L., y Bracci, A. (2012).
- Scarlato, E. (2016). Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC), 66(2), 6-19.
- Pérez, G. M., Nieto, T. A., Gutiérrez, R. G., García, M. I., Estrada, Z. M., Bernabé, A. A., & Cruz, S. F. (2019) South African Journal of Botany, 125, 30-38.

EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL MEDIO MURASHIGE & SKOOG (MS) EN LA GERMINACIÓN IN VITRO DE *Datura stramonium*.

Alexis García-Fernández^{1*}; Isabel Ayala-Aguilar¹; Ignacio García Martínez¹; Gabriel Alfonso Gutiérrez Rebolledo²; Mariana Zuleima Pérez-González¹.

¹Departamento Bioproductos y Medioambiente. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Av. Tecnológico S/N C.P. 55210 Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos, Estado de México. *alexis_garfer@hotmail.com

²Laboratorio de Toxicología de Productos naturales, Departamento de Farmacia, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Av. Wilfrido Massieu 399, Nueva Industrial Vallejo, Gustavo A. Madero, 07738 Ciudad de México, CDMX. *Palabras clave: Plántula, semillas, porcentaje.*

Introducción.

El nombre genérico, *Datura*, proviene del hindú *Dhatara* (manzana espinosa), referenciando a la forma de su fruto [1]. Es nativa de India y América Central, en México *D. stramonium* ha sido utilizada como analgésico y antiinflamatorio en el tratamiento de cólicos o para alterar el estado de conciencia [2]. Estudios recientes reportan que el aceite de *D. stramonium* contiene agentes antioxidantes, antiinflamatorios e inmunomoduladores naturales [3]. Actualmente se han desarrollado diversos estudios sobre la posible aplicación de *D. stramonium* en productos de interés industrial, por lo que, actualmente nos encontramos en la búsqueda de alternativas biotecnológicas para evitar depredar la especie, generando una mayor cantidad de metabolitos secundarios bioactivos para un posible fitofármaco antirreumático.

Metodología.

Las semillas de *D. stramonium* fueron colectadas en Texcoco, Estado de México en marzo 2022 posteriormente se desinfectaron con el siguiente tren de lavado: 1) detergente (10 min), 2) EtOH al 70% (45 s) 3) NaClO al 20% (20 min). Se colocaron las semillas en medio MS a distintas concentraciones (50%, 75% y 100%), como fuente de carbono, se utilizó sacarosa (30 g/L) y gelificante phytigel (3 g/L). Se observó el porcentaje de germinación en un periodo de 80 días.

Resultados.

El mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos de MS al 100% y MS al 50 % obteniendo 27.8 % y 22.2 % respectivamente al día 80, mientras que el tratamiento de MS al 75% solo mostro el 10% de germinación (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de germinación de *D. stramonium*

Concentración MS (%)	Media	Germinación (%)
100	18	27.8 ± 4.14 ^a
75	8	10.0 ± 0.45 ^b
50	19	22.2 ± 3.68 ^a

Porcentajes mostrados de germinación al día 80; a: MS 100% y b: MS al 75% prueba Tukey (P<0.05); n=90.

La siguiente grafica muestra el número de germinados con los diferentes tratamientos de MS en un periodo 80 días. Se observa que MS 100% su crecimiento fue exponencial hasta el día 80, mientras que en el tratamiento MS 75% se llega a la fase estacional al día 45, finalmente el MS 50% muestra su fase estacional al día 25 por lo que, este tratamiento es el ideal para seguir con la germinación de semillas de *D. stramonium*.

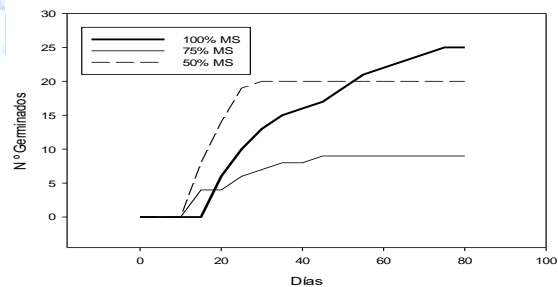


Fig. 1 Número de germinados de *D. stramonium* con distintos tratamientos de MS (50, 75 y 100%) al día 80.

Conclusiones.

Se determino que para la germinación de *D. stramonium* el tratamiento de **MS 50% es el ideal**, debido a que llego la germinar máxima al día 25 (22.2 ± 3.68) mientras que el tratamiento MS 100% fue al día 80 (27.8 ± 4.14), así reduciremos costo y tiempo para obtener plántulas sanas que se utilizaran para formulación de un posible fitofármaco antirreumático.

Bibliografía.

- [1] Gaire, B. y Subedi, L. (2013). A review on the pharmacological and toxicological aspects of *Datura stramonium* L., *Journal of Integrative Medicine*, vol. 11, nº 2, pp. 73-79.
- [2] Juárez, R., Aguilar, C., Juárez, R., Bugarán, M., Juárez, L. y Cruz, C. (2013). Herbs and medicinal plants in Mexico: Tradition and innovation, *Revista Bio ciencias*, vol. 2, nº 3, pp. 119-129.
- [3] Chandan, G., Kumar, C., Verma, M., Satti, N., Saini, A. y Saini, R. (2020). *Datura stramonium* essential oil composition and its immunostimulatory potential against colon cancer cells, *Biotech*, vol. 10, nº 10, pp. 1-14.
- [4] Aponte, H. y Pacherras, C. (2013) Crecimiento y propagación de *Limnium laevigatum* bajo diferentes condiciones de nutrientes. *The Biologist*, vol. 11, nº 1, pp. 69-78.

ASLAMIENTO DE ANTIMICROBIANOS PRODUCIDOS POR ACTINOMICETOS ENDÓFITOS DE *Justicia spicigera*.

Thalía Serrano, Sergio Sánchez

Instituto de Investigaciones Biomédicas, Depto. de Biología Molecular y Biotecnología, UNAM. Ciudad de México. CP: 04510. liasermun@comunidad.unam.mx

Palabras clave: endófitos, Actinobacteria, Justicia spicigera

Introducción. Los problemas de salud, los microorganismos resistentes a fármacos y la necesidad de nuevos medicamentos, desencadenan la búsqueda de alternativas. Muchas de las sustancias de interés provienen de fuentes naturales, como plantas y sus microorganismos endófitos. Entre las bacterias endófitas destacan las Actinobacterias ya que muchas producen compuestos de importancia farmacológica (1). *Justicia spicigera*, es una fuente potencial de microorganismos endófitos ya que es una planta endémica de México con aplicaciones medicinales. El objetivo de este trabajo es aislar e identificar microorganismos endófitos en *J. spicigera* (muicle) que sean capaces de producir metabolitos secundarios de interés farmacológico (antibiótico y citotóxico).

Metodología. Se colectó un ejemplar de *J. spicigera* del que se tomaron muestras. Estas se desinfectaron, se cortaron piezas de 0.5 cm² y se colocaron en medios de cultivo con cicloheximida: TSA, TWYA y Gauze. La raíz fue triturada con SSI (0.85%), y se diluyó para inocular cajas con los medios de cultivo (2). Las cajas se incubaron 2 meses a 29°C. Las colonias se aislaron, se realizó tinción de Gram y aquellas presuntas Actinobacterias se conservaron en glicerol al 20%. Se realizaron pruebas cualitativas de antibiosis por estría de los presuntos contra cepas sensibles.

Resultados.

Se aislaron 25 colonias bacterianas en los diferentes tejidos.

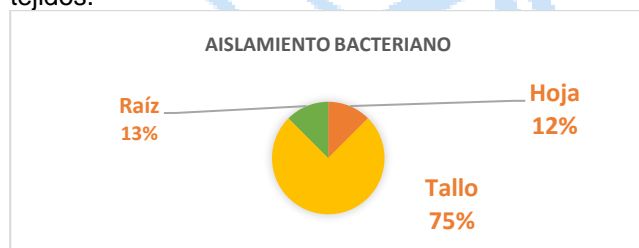


Figura 1. Porcentaje de aislamiento bacteriano en cada uno de los tejidos utilizados de *J. spicigera* en la segunda metodología.

Se aislaron 5 presuntas Actinobacterias Gram positivas filamentosas.

Tabla 1. Presuntas actinobacterias aisladas de *J. spicigera*.

Presunto	Aislamiento inicial	Color característico	Morfología macroscópica en medio YMG (x250)	Tinción de Gram (x1000)
1		Blanco		
1.1		Amarillo		
4		Café		
7		Café claro		
7.1		Coral		

3 de los 5 presuntos mostraron actividad inhibitoria contra microorganismos susceptibles.

Tabla 2. Antibiosis por estría

Presunto	Crecimiento	Color	Características morfológicas							
			Antibiosis por método de estría							
			<i>M. luteus</i>		<i>B. Subtilis</i>		<i>E. coli</i>		<i>S. cerevisiae</i>	
YMG	MH	YMG	MH	YMG	MH	YMG	MH			
1	Bueno	Blanco	-	-	-	-	-	-	+++	+++
1.1	Bueno	Amarillo	+	-	+	-	+	-	+++	+++
4	Moderado	Café	+	-	-	-	-	-	-	-
7	Moderado	Café claro	-	-	-	-	-	-	-	-
7.1	Moderado	Coral	-	-	-	-	-	-	-	-

+++ Inhibición total, ++inhibición parcial, + poca inhibición, - sin inhibición, NE no evaluado

Conclusiones. Las Actinobacterias endófitas de *Justicia spicigera* producen compuestos con cualidades antibacterianas, antifúngicas y/o antitumorales.

Agradecimiento. Se agradece el financiamiento del programa institucional NUATEI.

Bibliografía.

1. Swarnalakhmi K, Senthilkumar M & Ramakrishnan B (2016). Endophytic Actinobacteria: Nitrogen Fixation, Phytohormone Production, and Antibiosis. En: *Plant growth promoting actinobacteria*. Subramaniam G, Arumugam S & Rajendran V. Springer Science, Singapore. 123-146.
 2. Ma A, Jiang K, Chen B et al. (2021). *Microb Cell Fact* 4;20(1):217.

BÚSQUEDA DE HONGOS ENDÓFITOS DE *JUSTICIA SPICIGERA* CON ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

Karen González Sánchez, Beatriz Ruiz Villafán, Sergio Sánchez, Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Ciudad de México, C.P. 04510, karenglezsan@gmail.com

Palabras clave: Hongos endófitos, muicle, metabolito secundario.

Introducción. En la actualidad, la búsqueda de nuevos principios activos ha estado en constante avance debido a la necesidad por resolver problemas de salud causados por microorganismos patógenos resistentes a antibióticos. Entre 1981 y 2002 el 61% de los nuevos medicamentos desarrollados fueron obtenidos a partir de fuentes naturales, los cuales han sido especialmente exitosos en el tratamiento de enfermedades infecciosas y cáncer (Cragg & Newman, 2005). Este trabajo va dirigido hacia la búsqueda de microorganismos endófitos de *J. spicigera* (muicle), planta medicinal mexicana, que puede producir agentes antimicrobianos y cuyos microorganismos endófitos pueden llegar a producir compuestos semejantes. Dichos endófitos son fuente potencial de una gran variedad de compuestos activos contra diversas enfermedades infecciosas, ya sea por su efecto antimicrobiano, citotóxico y/o anticancerígeno (Castro et al., 2022).

El objetivo de este trabajo es buscar hongos endófitos de *J. spicigera* (muicle) capaces de producir metabolitos secundarios con actividad antibiótica.

Metodología. Se colectó la muestra de *J. spicigera* en Chignahuapan, Puebla. Las muestras se desinfectaron como reporta Rodríguez (2020). Se delimitaron los tamaños de las muestras (hoja, raíz y tallo) que se colocaron en distintos medios de cultivo (PDA, Czapek, YMG, Agar nutritivo, S7 (Stierle et al., 1993)) a 29°C durante un intervalo de tiempo de dos meses. Los aislados fúngicos se caracterizaron macro y microscópicamente. Se realizaron pruebas de antibiosis de los hongos con el fin de observar si contaban con actividad antibiótica usando a las cepas sensibles *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli* y *Saccharomyces cerevisiae*. Los hongos con actividad antibiótica fueron identificados por su secuencia ITS (Martin & Rygielwicz, 2005).

Resultados. Se encontraron 36 morfotipos diferentes de hongos endófitos, que en su mayoría se clasificaron dentro de los géneros *Penicillium* sp., *Acremonium* sp., *Fusarium* sp. y *Trichoderma* sp. En algunos casos no se pudieron observar las

estructuras sexuales de los hongos por lo que no se pudieron identificar usando este procedimiento. Se encontraron 12 hongos endófitos en hoja, 12 en tallo y 12 en raíz. De todos ellos, se observaron 5 cepas con actividad inhibitoria (Tabla 1).

Tabla 1. Hongos endófitos de *J. spicigera* identificados y la cepa a la que inhiben.

Hongo endófito	Cepa que inhiben
<i>Talaromyces</i> sp.	<i>M. luteus</i>
<i>Talaromyces</i> sp.	<i>M. luteus</i>
<i>Stagonosporopsis</i> sp.	<i>M. luteus</i> , <i>E. coli</i>
<i>Trichoderma atroviride</i>	<i>M. luteus</i> , <i>B. subtilis</i>
HHYMG1ML	<i>M. luteus</i>

Hasta el momento se han identificado cuatro de las cinco cepas de hongos con actividad antibiótica mediante el análisis de sus secuencias ITS.

Conclusiones. De 36 morfotipos diferentes de hongos endófitos aislados de *J. spicigera*, cinco presentaron actividad antibiótica, principalmente hacia bacterias Gram positivas.

Agradecimiento. Los autores agradecen al CONACYT por la beca a la alumna de licenciatura.

Bibliografía.

- Cragg, G. M., & Newman, D. J. (2005). *Plants as a source of anti-cancer agents. Journal of Ethnopharmacology*, 100(1-2), 72-79.
- Castro, R., León, E., García, O. (2022). *Beyond the exploration of muicle (Justicia spicigera): Reviewing its biological properties, bioactive molecules and materials chemistry. Processes*, 10, 1035.
- Rodríguez, K (2020) *Búsqueda de metabolitos secundarios de interés farmacológico en microorganismos endófitos de Amphipterygium adstringens*. Tesis de doctorado, UNAM.
- Stierle A, Strobel G, Stierle D. (1993). *Taxol and taxane production by Taxomyces andreae, an endophytic fungus of Pacific yew. Science*. 260(5105): 214-216.
- Martin, K. J., & Rygielwicz, P. T. (2005). *Fungal-specific PCR primers developed for analysis of the ITS region of environmental DNA extracts. BMC Microbiology*, 5, 28.

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA CREMA FACIAL, SÓLIDA Y NATURAL.

Gabriela Giles Buzo; Natalia Reséndiz Ríos, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Ingeniería y Ciencias, Ciudad López Mateos; 52926, A01746267@tec.mx

Palabras clave: flavonoides, humectación, antioxidantes.

Introducción. Se buscó desarrollar una crema sólida facial libre de químicos sintéticos en un 95%, utilizando productos de origen natural con beneficios para la piel.

Se realizó una investigación de los posibles compuestos bioactivos a utilizar, los cuales aportaran humectación a las pieles. Con esto, se decidieron utilizar dos principales compuestos bioactivos: flavonoides de manzanilla y vitamina E.

El objetivo fue desarrollar la crema sólida planteada y evaluar su aceptación a través de una prueba sensorial.

Metodología.

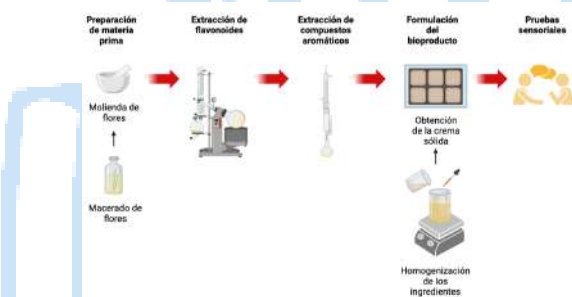


Figura 1. Metodología para la elaboración del bioproducto.

Resultados. Se formuló la crema sólida con 7 ingredientes, cuidando que se cumplieran con las cantidades óptimas de los principios activos, los cuales se determinaron con la investigación.

Los flavonoides provenientes de la manzanilla contienen a su vez muchos beneficios que ayudan a la piel, como agentes protectores contra la luz UV, propiedades antioxidantes y antibacterianas, y también aportan humectación [1].

Por otro lado, la vitamina E se utilizó como ingrediente para aportar efectos antioxidantes, fotoprotectores y antiinflamatorios en las pieles [2].

En la tabla 1 se puede observar la formulación final de la crema a 50 gramos.

Tabla 1. Gramaje y porcentaje de los ingredientes en la formulación final de la crema a 50 gramos.

Ingredientes	Cantidad	Porcentaje
Manteca de Karité	40.87 g	61.01%
Cera de candelilla	15.75 g	23.51%
Aceite de aguacate	0.63 mL	0.94%

Extracto aromático de manzanilla	2.5 mL	3.7%
Vitamina C	0.25 g	0.37%
Vitamina E	0.63 mL	0.94%
Extracto con bioactivos de manzanilla	6.3 mL	9.4%
Flavonoides	51.75 mg	0.13%

Con la formulación anterior, se realizaron los cálculos para verificar la cantidad de flavonoides dentro de la crema. Tomando en cuenta que por cada 3.5 gramos de manzanilla se obtienen alrededor de 20.22 mg de flavonoides (Talavera, 2015), se recuperaron 128 mL, por lo que se estimó la concentración aproximada de flavonoides dentro del extracto (7.5 mg/mL).

Por otro lado, se realizó una prueba sensorial a 113 personas, a las cuales se les realizó una encuesta de satisfacción. Dentro de esta encuesta, se les preguntó acerca de la textura de la crema, la sensación que deja sobre la piel, el olor, el nivel de absorción y la facilidad de aplicación.

Del total de encuestados, el 48.7% respondió que la textura de la crema les resultó ser muy suave. Por otro lado, el 82.3% respondió que la aplicación de la crema fue relativamente fácil, y 5.3% más (87.6%) opinaron que tuvo una absorción rápida.

Conclusiones. Se concluyó que la crema formulada fue ampliamente aceptada por las 113 personas que se sometieron a la prueba sensorial.

Para un trabajo a futuro, se podrían realizar las pruebas necesarias para asegurar la calidad de los compuestos bioactivos de la crema, y así poder introducirla al mercado.

Bibliografía.

- Cartaya, O., Reynaldo, I. (2001). FLAVONOIDES: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y APLICACIONES. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215009001.pdf>
- Gissel, Ramos, I., & Alcalá Pérez, D. (2010). Antioxidantes en dermatología Antioxidants in Dermatology. <https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2010/dcm104j.pdf>
- Talavera, M.J. (2015). Efecto antibacteriano sobre Streptococcus y perfil de compuestos fenólicos de la manzanilla. Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/273>

PRODUCCIÓN DE BIOPELICULAS DE MAÍZ MEDICADAS CON *Datura stramonium* PROMOTORA EN LA CICATRIZACIÓN DÉRMICA

Jarumi Aguilar Guggembuh^{1,2}, Edmundo Roman Andrade Lira², Daney Sarahi Rivera Morales², Nora Ibarra Araujo² y Eulalia Ventura Mojica¹

¹.Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Ingeniería Industrial, Chalco Estado de México C.P. 56640, ². Universidad Intercultural del Estado de México, Salud Intercultural, Tepetlixpa Estado de México C.P. 56880

jarumi_ag@tesch.edu.mx

Palabras clave: Biopelícula, medicada, cicatrización

Introducción. México se ha destacado en el mundo por la diversidad, conocimiento y uso milenario de las plantas medicinales, las cuales han dado origen a múltiples fármacos utilizados para el tratamiento tradicional y alópata de las enfermedades. Algunas plantas medicinales son vistas como maleza al desconocerse atributos de mayor valor al tradicional, como el caso del Toloache (*Datura stramonium*) la planta del amor, por sus efectos sobre el sistema nervioso (dopamina, norepinefrina y serotonina) (1), sin embargo, autores como Rodríguez (2) y Pílon (3), refieren efectos cicatrizantes al ser usada como infusión, aplicando en el lavado de heridas, lo que limita a las sustancias activas a potencializar su efecto. Por lo que el objetivo de este trabajo es evidenciar el efecto cicatrizante del toloache en tintura alcohólica en una biopelícula de maíz y un gel base agua.

Metodología. Se obtuvo una tintura de toloache macerando por 30 días la planta en alcohol de caña de 96°, la biopelícula se obtuvo de mezclar al fuego, fécula de maíz, vinagre blanco, glicerina y agua por 15 min extendiéndola sobre una base de silicón, el gel base agua se realizó de la mezcla de trietanolamina y carbopol, ambas preparaciones se prepararon al 4% mezclando la tintura filtrada, se aplicó en un canino con lesiones dérmicas en el lomo ocasionadas por *Sarcoptes scabiei*, previamente medicado con ivermectina y cefalexina, para la evaluación del efecto de toloache inmerso en la biopelícula y gel, el lomo del animal se dividió en cinco cuadrantes donde se aplicó 1. zona sin medicación, 2. biopelícula de maíz, 3. biopelícula de maíz con 4% de alcohol del 96°, 4. biopelícula de maíz con tintura de toloache al 4 % y 5 Gel base agua con toloache. El tratamiento se llevó a cabo por 10 días y se tomó evidencia fotográfica documentando los días 1, 3,5,7 y 10.

Resultados. Como puede observarse en las imágenes, en el día 1. el canino mostraba lesiones expuestas causadas por la inflamación del ciclo parasitario y la fricción de sus extremidades al responder al malestar común de esta infestación, en el día 3 se observa un enrojecimiento más marcado en las zonas donde se aplicaron películas, en el día 5 las

lesiones tratadas con películas muestran indicios de cicatrización lo cual se observa con mejor avance en el día 7 y en el día 10. La zona tratada con toloache mostro la mayor mejoría, observándose que el gel es un vehículo más eficiente en la administración como se observa en la región (R) 5.

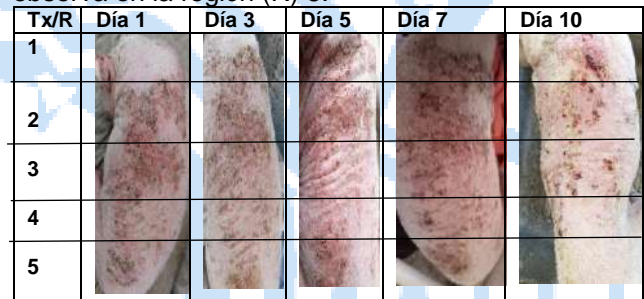


Fig. 1. Evidencia fotográfica de la aplicación de las biopelículas.

Conclusiones. Se concuerda con lo reportado por los autores citados, al utilizar el toloache para lavar heridas (2) y (3). Cabe mencionar que recientemente se han descrito propiedades de restablecimiento bioquímico en tratamientos contra el cáncer en ratas (4) lo que promueve el estudio de esta planta sagrada para los pueblos nativos de México, la cual despierta interés por sus beneficios (5). Aunque aquí solo se reporta un caso de estudio, se tienen mas evidencias de este efecto. En un futuro se espera contar con un protocolo clínico para continuar con el estudio

Agradecimiento. Al TESCHA, al PRODEP y a la UIEM por infraestructura, instrumentos y recursos humanos.

Bibliografía.

- Vera-Ku M. (2019). Las plantas del amor. Desde el Herbario CICY, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. 11: 30–33.
- Rodríguez B. V. (2015). Determinación del efecto cicatrizante de los extractos de *Amphipterygium adstringens* y *Datura innoxia* Miller. Tesis IPN.
- Pílon, B. C. J. 2015. Influencia actual del conocimiento mexicana sobre el toloache con fines amoroso/sexuales y medicinales en los mercados del D.F. KRA 11, 13.
- Alum, E. U., Inya, J. E., Ugwu, O. P., Obeagu, E. I., ... (2023). Ethanolic leaf extract of *Datura stramonium* attenuates methotrexate-induced biochemical alterations in Wistar Albino rats. RPS Pharmacy and Pharmacology Reports, 2(1), rqa011.
- Jamtsho, T., & Wangchuk, P. (2023). *Datura stramonium* (Thorn Apple or Devil's Trumpet). In *Exploring Poisonous Plants* (pp. 219-240). CRC Press.

APLICACIÓN DEL EXTRACTOS DE LÚPULO, ROMERO, BERGAMOTA Y NARANJA PARA EL DESARROLLO DE UN DESODORANTE ORGÁNICO

Astrid Bravo Pozos, Natalia Nieto Salas, Diana Salinas Parada, Sara Anzorena Licea & María Fernanda Serrano Barrera, Ana Laura Torres Huerta, Aurora Antonio Pérez.
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Departamento de Bioingeniería, Av Lago de Guadalupe KM 3.5, Margarita Maza de Juárez, 52926 Cd López Mateos, Méx, 52926.
(a.antonio@tec.mx)

Palabras clave: biocósmético, desodorante, sostenibilidad, bio procesos.

Introducción. En México entre 2020 y 2021 aumentó el consumo de productos sustentables y biocósméticos Zero Waste, concepto asociado a la reducción de residuos sólidos, así como el uso de sustancias inocuas al medio ambiente [1]. En este proyecto se buscó formular, prototipar y evaluar propiedades funcionales y organolépticas de un desodorante biocósmético sólido con la capacidad de inhibir mal olor e hiperpigmentación.

Metodología. Para el diseño del bio desodorante sólido se realizó un estudio de mercado, identificando que la inhibición del mal olor e hiperpigmentación eran las principales necesidades de los usuarios. Con base en estos requerimientos se investigaron diferentes fuentes naturales para la obtención de extractos naturales con estas propiedades. Se obtuvieron los extractos de lúpulo, romero, bergamota y naranja mediante soxhlet y etanol. Posteriormente se concentraron por medio de rotavapor. Los extractos fueron adicionados a 3 diferentes bases sólidas (manteca de mango, manteca de karité y cera de candelilla en diferentes proporciones). Los 3 prototipos se evaluaron para identificar la mejor consistencia y aplicación e integración de los extractos. De los 3 prototipos obtenidos, se seleccionó el mejor evaluado para la formulación final del bio desodorante. Así como se realizó la evaluación de costos de este prototipo final.



Fig. 1. Diagrama del método de obtención de la materia prima.

Resultados. Los extractos naturales seleccionados para el diseño del producto se indican en Tabla 1. El prototipo final, con costo de producción de MXN\$49.17 por unidad, fue evaluado por más de 100 usuarios que indicaron una aceptación mayor al 80% de propiedades organolépticas (aplicabilidad, textura, aroma, consistencia, etc.) obtenidas e inhibición del mal olor por más de 24 horas. Las pruebas de hiperpigmentación siguen desarrollándose.

Tabla 1. Ingredientes del bio-desodorante y sus propiedades.

Ingredientes	Propiedades
Aceite Esencial Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Antioxidante, antisépticas y antimicrobianas [2]
Aceite Esencial Bergamota (<i>Citrus bergamia</i>)	Antisépticas, antibacterianas, analgésicas y cicatrizantes, elimina radicales libres. [3]
Aceite Esencial Romero (<i>Salvia rosmarinus</i>)	Antibacterianas, antioxidantes, antiinflamatorias, antioxidantes y antifúngicas.[4]
Lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>)	Antibacterianos con bacterias gram positivas, antimicrobiano y antisépticos. Conservante orgánico. [5]
Aceite de jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>)	Regeneración, elasticidad y firmeza de la piel. Antioxidante y protección de radicales libre.[6]

Conclusiones.

Se obtuvo la formulación de un desodorante orgánico con componentes que ayudan a inhibir el mal olor e hiperpigmentación y propiedades organolépticas positivamente aceptadas por usuarios potenciales.

Agradecimientos. Se agradece al ITESM-CEM por instalaciones e infraestructura.

Bibliografía.

- Navodita Bhatnagar. Zero Waste Engineering. Arcler Press; 2019. Accessed March 15, 2023. <https://0-search-ebcohst-com.biblioteca-ils.tec.mx/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2324348&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Phan, D. N., Khan, M. Q., Nguyen, V. C., Vu-Manh, H., Dao, A. T., Thanh Thao, P., ... & Kim, I. S. (2021). *Polymers*, 14(1), 85.
- Forlot, P., & Pevet, P. (2012). *Journal of Essential Oil Research*, 24(2), 195–201.
- Gonelimali, F. D., Lin, J., Miao, W., Xuan, J., Charles, F., Chen, M., & Hatab, S. R. (2018). *Frontiers in microbiology*, 9, 1639.
- Korpelainen, H., & Pietiläinen, M. (2021). Hop (*Humulus lupulus* L.): *Economic Botany*, 75(3/4), 302–322.
- Aguirre Espejo, M., Alonso Aguilar, B., & Blanco Poole, S. (2013).

Estudio *in silico* de la posible acción de cannabidiol (CBD) y galato de epigallocatequina (EGCG) sobre la inducción termogénica como alternativa para el tratamiento de la obesidad.

IBQ. Ricardo Pérez-Almazán, M. en C. Cristoper Emanuel Ramírez-Sandoval, Dra. Maria Elena Campos-Aldrete.

Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Departamento de Química Orgánica. CDMX. CP: 11350. ricardopro94@gmail.com comesol22@gmail.com

Palabras clave: termogénesis, obesidad, productos naturales

Introducción. La obesidad y sobrepeso es un problema mundial (Hiradate et al., 2021; Mannan et al., 2016) que ha estado creciendo exponencialmente. Debido a la complejidad del problema ha existido una serie de fármacos con funciones anorexígenos y bloqueo en la absorción de grasa, pero ninguno con función exacta en la inducción de termogénesis por medio de la activación directa del receptor de peroxisoma proliferador activado gamma (PPAR γ) (Lynes & Tseng 2015). Por esta razón, el objetivo de esta investigación *in silico* es evaluar el efecto de CBD y EGCG sobre la inducción de la termogénesis (Silvestro et al., 2019). por medio de la activación de PPAR γ , esperando que este estudio sea útil para futuras aplicaciones farmacéuticas e industriales que ayude a resolver el problema.

Metodología. Como parte de las herramientas bioinformáticas, actualmente se dispone de estimaciones paramétricas que permiten intuir el comportamiento biológico de moléculas. AutoDockTools, nos permitió realizar un screening sobre el reconocimiento, afinidad y posible actividad de CBD y EGCG sobre 3 dianas terapéuticas encargadas de la termogénesis, PPAR γ , UCP1 y UCP3, para evaluar su posible eficiencia de inducir la termogénesis o pardeamiento de los adipocitos por medio de la activación directa de PPAR γ , comparándolos con fármacos de referencia, para sustituir a los fármacos ya que tiene riesgos a la salud.

Resultados. Se realizó el docking en ciego con la diana terapéutica PPAR γ , y se realizó un collage de las imágenes de interacciones ligante-proteína en 3D como se muestra en la siguiente figura

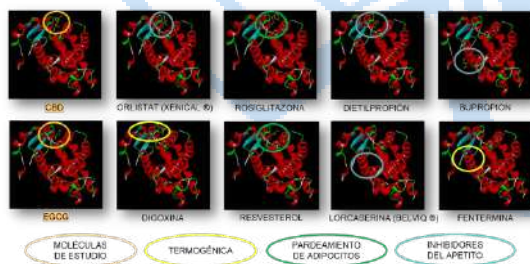


Figura. 1. Screening molecular de docking en ciego con PPAR γ

Al realizar el docking dirigido con las coordenadas del fármaco de referencia se concentró la información de ΔG , KI y la interacción de aminoácidos. Se destaca la gran afinidad de EGCG hacia la proteína, pero cuenta con una escasa KI.

CBD tiene mayor ΔG que el fármaco de referencia y una KI mayor a la de EGCG, pero menor a la de Rosiglitazona, resultados compilados en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Resultados de docking dirigido con UCP1

COMPUESTO	CONSTANTE DE AFINIDAD ΔG (kcal/mol)	CONSTANTE DE INHIBICIÓN KI (μ m)	INHIBICIÓN DE UCP1
			INTERACCIÓN DE AMINOÁCIDOS
EGCG	-5.24	145.35	PRO A:252, VAL A:251, SER A:250, LYS A:249, GLY A:248, PRO A:245, GLN A:247, PRO A:244, LYS A:175, GLY A:176, PHE A:240, PRO A:179, THR A:177, TRP A:174, THR A:178
CBD	-4.85	227.15	THR A:171, LYS A:175, PHE A:240, GLY A:176, PRO A:179, THR A:178, SER A:250, VAL A:251, THR A:177, PHE A:229, TRP A:174
ROSIGLITAZONA	-4.61	420.32	SER A:250, VAL A:251, MET A:182, PRO A:252, PHE A:240, PRO A:179, LYS A:175, THR A:173, TRP A:174, GLY A:176, THR A:177

Tabla 2. Resultados de docking dirigido con UCP3

COMPUESTO	CONSTANTE DE AFINIDAD ΔG (kcal/mol)	CONSTANTE DE INHIBICIÓN KI (μ m)	INHIBICIÓN DE UCP3
			INTERACCIÓN DE AMINOÁCIDOS
ROSIGLITAZONA	-5.45	101.68	PHE A:272, VAL A:241, MET A:280, ILE A:191, PRO A:256, MET A:187, PRO A:154, ARG A:188, LYS A:242, VAL A:238, PRO A:237, THR A:273
CBD	-5.3	129.37	PRO A:184, PRO A:256, LYS A:242, ARG A:188, MET A:187, VAL A:241, ILE A:191, MET A:280, PHE A:272, PRO A:237, VAL A:234, VAL A:238
EGCG	-3.93	1.32	MET A:260, PRO A:237, VAL A:234, ALA A:235, MET A:187, PRO A:154, LYS A:242, VAL A:238, PRO A:256, VAL A:241, ILE A:191, LEU A:257

Conclusiones.

1. Tanto CBD como EGCG tiene mayor afinidad al receptor PPAR γ que el fármaco de referencia.
2. EGCG podría ser un agonista efectivo parcial de PPAR γ .
3. CBD tiene mayor probabilidad de ser un agonista selectivo y efectivo de PPAR γ .
4. La ruta que podría seguir seguiría CBD para activar a PPAR γ sería mediante unión directa.

Agradecimiento. Se agradece el apoyo financiero de Proyectos SIP 20202133 y 20220780 y al programa PIFI.

Bibliografía.

1. Hiradate, R., Khalil, I. A., Matsuda, A., Sasaki, M., Hida, K., & Harashima, H. (2021). A novel dual-targeted rosiglitazone-loaded nanoparticle for the prevention of diet-induced obesity via the browning of white adipose tissue. *Journal of Controlled Release*, 329, 665-675.
2. Lynes, M. D., & Tseng, Y. H. (2015). The thermogenic circuit: regulators of thermogenic competency and differentiation. *Genes & diseases*, 2(2), 164-172.
3. Mannan, M., Mamun, A., Doi, S., & Clavarino, A. (2016). Prospective associations between depression and obesity for adolescent males and females—a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *PLoS one*, 11(6), e0157240.
4. Silvestro, S., Mammanna, S., Cavalli, E., Bramanti, P., & Mazzon, E. (2019). Use of cannabidiol in the treatment of epilepsy: efficacy and security in clinical trials. *Molecules*, 24(8), 1459.

Respuesta antileishmanial de ligandos de coordinación de azoderivados y su posible mecanismo de acción

M. en C. Cristoper Emanuel Ramírez-Sandoval, Dra. Maria Elena Campos-Aldrete. Instituto

Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Departamento de Química Orgánica. CDMX. CP: 11350. christunning1@gmail.com, comesol22@gmail.com

Palabras clave: química farmacéutica, imidazo[1,2-a]piridina, *Leishmania mexicana*

Introducción. La leishmaniosis es una enfermedad parasitaria de transmisión vectorial con amplio espectro clínico y de importante diversidad epidemiológica, endémica en 98 países *World Health Organization*. (2002)., causada por la picadura del mosquito *Phlebotomus* (Viejo Mundo) o *Lutzomyia* (Nuevo Mundo). Este trabajo nos acerca a las posibles interacciones de ligandos azoderivados sobre el blanco farmacológico de *Leishmania mexicana*.

Metodología. El presente trabajo se inició con el análisis de vías de señalización para proponer un posible modo de acción basado en estrés oxidativo. Considerando la iNOS se realizó el análisis de acoplamiento molecular de la serie análoga de imidazopiridinas propuesta frente al blanco terapéutico. Con base en la afinidad y el modo de acoplamiento se seleccionaron y realizó la síntesis de los compuestos que resultaron con un mejor perfil de respuesta y afinidad molecular. Para completar el estudio con ensayos *in vitro* en promastigotes de *Leishmania mexicana*, y así corroborar la respuesta esperada.

Resultados.

En la siguiente figura se presenta el acoplamiento ligante-proteína del set de cuatro ligandos y el fármaco de referencia.

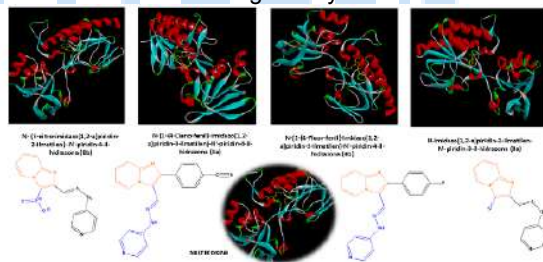


Fig. 1. Acoplamiento ligante-proteína en 3D de la serie de compuestos obtenidos sobre la proteína 4CBQ

Con base a los resultados obtenidos del acoplamiento molecular se presentan los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 1. Resultados del docking dirigido de los ligandos sintetizados

R ₁	R ₂	Ligante	*K _a (kcal/mol ²)	Interacción con aminoácidos
L	NO ₂	N-(2-(4-nitro-imidazo[1,2-a]piridin-2-ilmetilfenil)-N'-piridin-4-il-hidrazona	-14.19	ALA293, LEU47, PRO14, ALA296, ALA15, ASP284, VAL41, GLN46
p-PbCN	L	N-(2-(4-(ciano-fenil)-imidazo[1,2-a]piridin-3-ilmetilfenil)-N'-piridin-4-il-hidrazona	-13.96	ALA293, LEU47, ASP284, PRO14, ALA296, ALA16, GLY12, ALA116, ALA15, VAL41, SER105 , GLY95
p-PHE	L	N-(2-(4-(fluoro-fenil)-imidazo[1,2-a]piridin-3-ilmetilfenil)-N'-piridin-4-il-hidrazona	-13.77	VAL41, ASN251, ALA119, GLN46 , GLY118, ALA15, ALA296, PRO14, ALA116, LEU47
L	H	N-(imidazo[3,2-a]piridin-2-ilmetilfenil)-N'-piridin-3-il-hidrazona	-13.65	VAL41, ASN251, ALA119, GLN46 , GLY118, ALA15, ALA296, PRO14, ALA116, LEU47
p-PbOMe	L	N-(2-(4-(metoxi-fenil)-imidazo[1,2-a]piridin-3-ilmetilfenil)-N'-piridin-4-il-hidrazona	-13.55	GLY11, PRO14, ALA36, SER12 , ILE85, ILE30
p-PbCl	L	N-(2-(4-(cloro-fenil)-imidazo[1,2-a]piridin-3-ilmetilfenil)-N'-piridin-4-il-hidrazona	-13.06	LEU47, ALA296, SER106 , ASP284, ARG252, HIS248, PRO14, GLY113
		MILTEFOSINE (Referencia)	-12.68	SER102 , GLN46 , GLN46

*K_a= constante de afinidad

A partir de la afinidad estimada, se estableció que los compuestos imidazoderivados son más afines a los receptores de la proteína, y poseen una mejor constante de inhibición. A partir de la respuesta antileishmanial determinada *in vitro* presenta la CI₅₀.

Tabla 2. CI₅₀ de las series de compuestos sintetizados

R ₁	R ₂	Compuesto	CI ₅₀ (µg/ml)	CI ₅₀ (mg/ml)
[N]CN		5c	0.00047	0.006
[N]F		5f	0.0013	0.006
[Co]NO ₂		9e	0.0013	0.003
[Cu]CN		5a	0.00147	<0.025
[N]COOH		9c	0.0016	<0.003
[Cu]NO ₂		9d	0.0021	<0.003
[N]NO ₂		9f	0.0024	0.0125
[Co]CN		5b	0.0037	0.006
L	NO ₂	5b	0.0054	0.006
[Co]COOH		9b	0.0058	0.003
[Cu]F		5d	0.0062	0.006
		*MILTEFOSINE	0.007	—
[Cu]COOH		9a	0.013	0.003
[Co]CN		5b	0.037	0.006
p-PbCN	L	4a	0.045	0.003
p-PbF	L	4b	0.11	0.003
L	H	8a	2.49	0.003

Conclusiones.

- Los ligandos (4ab y 8ab) presentan mayor afinidad a los receptores en la proteína 4CBQ, en comparación al ligante imidazólico reportado (Wani, 2016).
- El uso del sistema de imidazo[1,2-a]piridina como elemento base de complejos de coordinación, permitió obtener una buena respuesta antileishmanial en función de su variación estructural (Reynoso, 2018).
- El análisis bioinformático sugiere que los complejos de coordinación con imidazo[1,2-a]piridina actúan sobre la proteína 4CBQ, inhibiendo a la TrxR favoreciendo la actividad antileishmanial.

Agradecimiento. Se agradece el apoyo financiero de Proyectos SIP 20202133 y 20220780; y CONACYT beca de posgrado 1078559.

Bibliografía.

- Reynoso Lara, J. E., Salgado-Zamora, H., Bazin, M.-A., Campos-Aldrete, M. E., & Marchand, P. (2018). Design and Synthesis of Imidazo[1,2-a]pyridines with a Carboxamide Group Substitution and *In Silico* Evaluation of their Interaction with a LuxR-type Quorum Sensing Receptor. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 55(5), 1101–1111. doi:10.1002/jhet.3140
- Wani, M. Y., Bhat, A. R., Azam, A., Athar, F., & Sobral, A. J. F. N. (2016). New transition metal complexes containing imidazole rings endowed with potential antiameobic activity. *MedChemComm*, 7(5), 982–989.
- World Health Organization. (2002). The world health report. Geneva: WHO; 2002. Annex 3: Burden of disease in DALYs by cause, sex and mortality stratum in WHO regions, estimates for 2001; pp: 192-7.

**ANÁLISIS DE COMPUESTOS TRITERPÉNICOS CON ACTIVIDADES BIOLÓGICAS
EN *Lopezia racemosa* Cav.**

Lizbeth Coronel Pastor¹, José de Jesús Arellano García¹, María Luisa Villarreal Ortega¹, Irene Perea Arango¹, Alejandro Zamilpa Álvarez², Mario Rodríguez Monroy³

¹ CEIB-UAEM, Av. Universidad 1001. Col. Chamilpa, C.P. 62209. Cuernavaca, Morelos, México. ² CIBIS-IMSS, Calle Rep. Argentina 1. Xochitepec, Morelos, México, 62780. ³ CEPROBI-IPN. Apdo. Postal 24. Yautepec, Morelos. México 62731. Responsable: jesus.arellano@uaem.mx

Palabras clave: ácido oleanólico, ácido ferúlico, *Lopezia racemosa*

Introducción. *Lopezia racemosa* es una herbácea originalmente usada para tratar anginas, infecciones, cáncer de estómago, cólico biliar, retención de orina. Esta planta posee compuestos que tienen diversas actividades biológicas que han sido probadas mediante estudios *in-vitro* e *in-vivo* en extractos orgánicos, en los cuales también se han aislado los compuestos: glucopiranosilcampesterol (LR1), glucopiranosil-β-sitosterol (LR2), y un tetrahydroidehidrocampesterol (LR3).^{1,2,3} El objetivo de este trabajo es buscar compuestos de tipo triterpeno presentes en un cultivo transformado de callos de *Lopezia racemosa*.

Metodología. Se trabajó con callos obtenidos de la línea de raíces transformadas LRT3.1 de *Lopezia racemosa* usando *Agrobacterium rhizogenes* ATCC 15834/pTDT. Se comprobó la transformación genética mediante PCR usando el kit TAQ MIX RED con oligos específicos para los genes *rolA*, *rolB*, *rolC* y *virD*. Se analizó el material genético de callos de la línea LRT3.1, planta silvestre (wt: control negativo) y de *A. rhizogenes* (control positivo). Los callos LRT3.1 se crecieron en medio semi-sólido MS/B5 con 30 g/L de sacarosa. Para el análisis fitoquímico el material vegetal seco (80 g) se maceró en CH₂Cl₂:CH₃OH (1:1; v/v) durante 72 h. Al final se obtuvo un total de 25 g de extracto crudo que se fraccionó en una columna abierta con gel sílice 60 (Merck) usando un gradiente de CH₂Cl₂:CH₃OH. Las fracciones se analizaron en CCF usando placas de gel sílice 60F₂₅₄ y fueron reveladas con sulfato cérico y luz UV de onda corta (254nm) y onda larga (302nm). A las fracciones C2F12-C2F15 se le realizó una separación adicional usando una columna gel sílice 60-FR con un sistema de gradiente CH₃CN:H₂O. El compuesto purificado se envió a RMN 1D (C¹³-H¹) y 2D (DEPT, COSY, HSQC, HMBC), en un equipo VARIAN INOVA a 500 MHz.

Resultados. En la línea LRT3.1 amplificaron los genes *rolB* y *rolC*, no hubo amplificación con los oligos para el gen *rolA*, es probable que los oligos hayan sido el problema ya que tampoco amplificó en *A. rhizogenes*.

El gen *virD* es un gen que no se transfiere a la planta y se encuentra únicamente en *A. rhizogenes* lo cual indica que el cultivo está limpio y libre de alguna contaminación por la bacteria.

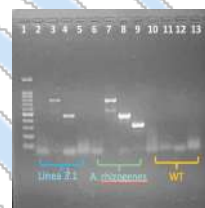


Fig. 1. Gel de agarosa 1%. 1: Marcador (1kb); 2: LRT3.1/*rolA*; 3: LRT3.1/*rolB*; 4: LRT3.1/*rolC*; 5: LRT3.1/*virD*; 6: *Arh/rolA*; 7: *Arh/rolB*; 8: *Arh/rolC*; 9: *Arh/virD*; 10, 11, 12 y 13 ADN wildtype.

La fracción C3F33 se obtuvo en el gradiente 60:40/CH₃CN:H₂O y se demostró por medio de análisis por RMN la presencia de ácido oleanólico unido a una molécula de ácido ferúlico. Esta fracción tuvo un peso de 20 mg.

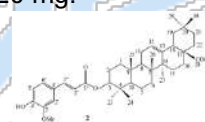


Figura 2. Ácido 3-O-trans-feruloil-oleanólico.

Conclusiones. Se obtuvo un compuesto tipo triterpeno identificado como ácido oleanólico unido a un ácido ferúlico. Las raíces transformadas de la línea LRT 3.1 producen en mayor medida hidroxicampesterol como lo comprobó Moreno-Anzures, (2017). Mientras que los callos de la misma producen ursolatos y oleanatos de ferúlico.

Bibliografía.

1. Cruz Paredes, C.; Bolívar Balbás, P.; Gómez-Velasco, A.; Juárez, Z. N.; Sánchez Arreola, E.; Hernández, L. R.; Bach, H. (2013) *TSWJ*, pág. 1-6.
2. Moreno-Anzures, N. E.; Marquina, S.; Alvarez, L.; Zamilpa, A.; Castillo-España, P.; Perea-Arango, I.; Nicasio-Torres, P.; Herrera-Ruiz, M.; Díaz-García, E. R.; Tortoriello-García, J.; Arellano-García, J. (2017) *Molecules*. Vol (22(1)); pág. 118.
3. Salinas, R.; Arellano-García, J.; Perea-Arango, I.; Alvarez, L.; Garduño-Ramírez, M. L.; Marquina, S.; Zamilpa, A.; Castillo-España, P. (2014) *Molecules*. Vol (19(6)); pág. 8679-8690.

CLONACIÓN DEL GEN QUE CODIFICA PARA UNA METILTRANSFERASA DE *MICROMONOSPORA ECHINOSPORA* PARA LA SÍNTESIS DE UN LANTIPÉPTIDO.

Yvette Ximena González López, Sergio Sánchez.

Instituto de Investigaciones Biomédicas, Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 04510. ximegon299@gmail.com

Palabras clave: RIPPs, lantipéptidos, actividad antimicrobiana

Introducción. Con la finalidad de combatir microorganismos resistentes a los antibióticos conocidos, se han buscado nuevos compuestos con actividad antimicrobiana. Entre ellos se encuentran los lantipéptidos de clase I, los cuales son péptidos que tienen en su estructura lantioninas y metilantioninas (1). Estos compuestos son sintetizados a partir de la modificación postraduccional de LanA (péptido precursor) por las enzimas LanB (deshidratasa) y LanC (ciclasa) (2). Estudios recientes han detectado la participación de una enzima metiltransferasa, la cual tiene la capacidad de generar arreglos en la estructura del péptido (3). De acuerdo con Grigoreva (2021), la participación de enzimas metiltransferasa genera un drástico aumento en la actividad antimicrobiana del lantipéptido (4).

El objetivo de este proyecto es llevar a cabo la clonación del gen *metiltransferasa* presente en un clúster que codifica la síntesis de un lantipéptido de clase I en el genoma de *Micromonospora echinospora*.

Metodología. Se amplificó el gen *metiltransferasa* a partir del DNA genómico de *M. echinospora* utilizando la técnica PCR. Paso seguido se realizó una clonación tradicional (5) utilizando las enzimas de restricción *EcoRI* y *HindIII*, además de una ligasa T4 para unir al gen con el vector pRSFC.S. La construcción previamente hecha fue transformada en células competentes de *E. coli* Top10 y posteriormente se buscaron colonias candidatas.

Resultados. Análisis bioinformático. Utilizando la herramienta antiSMASH 6.0 fue posible identificar la presencia de un clúster que codifica las enzimas y el

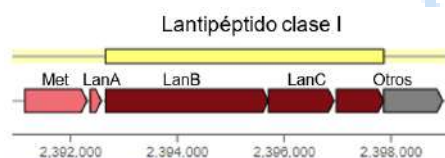


Fig. 1. Organización de los genes en el clúster biosintético 1.7 asociado a la producción de un lantipéptido de clase I identificado en el genoma de *M. echinospora*.

péptido precursor necesario para llevar a cabo la síntesis de un lantipéptido de clase I.

Clonación del gen *metiltransferasa*. Para confirmar la clonación, se extrajo plásmido de 2 colonias candidatas y posteriormente se realizó una digestión utilizando enzimas de restricción.

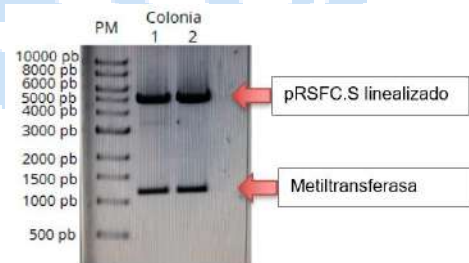


Fig. 2. Digestión de pRSFC.S-Met. El análisis se llevó a cabo en gel de agarosa 0.8%. Carril 1: marcador de peso molecular; Carril 2: digestión del plásmido extraído de la colonia 1; Carril 3: digestión del plásmido extraído de la colonia 2. Ambos plásmidos fueron digeridos con las enzimas de restricción *EcoRI* y *HindIII*.

Los resultados de la secuenciación mostraron que la construcción de la colonia 1 no tiene mutaciones. La colonia 2 tiene un intercambio de una citosina por una timina en la posición 1021 del gen.

Conclusiones. *M. echinospora* es una bacteria con capacidad potencial para la producción de lantipéptidos. A partir de su DNA genómico se logró la construcción pRSFC.S-Met, en donde se clonó el gen que codifica la síntesis de una enzima metiltransferasa sin mutación alguna.

Bibliografía.

1. Repka, L.M., Chekan, J.R., Nair, S.K., & Van Der Donk, W. A. (2017) *Chemical reviews*. 117(8): 5457-5520.
2. Nagao, J.I., Harada, Y., Shioya, K., Aso, Y., Zendo, T., Nakayama, J., & Sonomoto, K. (2005) *BBRC*. 336(2): 507-513.
3. Acedo, J.Z., Bothwell, I.R., An, L., Trouth, A., Frazier, C., & Van Der Donk, W.A. (2019) *JACS*. 141 (42):16790-16801
4. Grigoreva, A., Andreeva, J., Bikmetov, D., Rusanova, A., Serebryakova, M., Garcia, A.H. & Dubiley, S. (2021) *IScience*. 24(5), 102480
5. Pacheco, C., Ferrer, E., & Herrera, F. (2019) *Rev Saber UDO*. 31, 363-371

ESTUDIO *IN SILICO* DE LA INTERACCIÓN DEL PEPTIDO ANTI-OBESOGENICO CROTAMINA CON EL RECEPTOR DE PEPTIDOS TIPO GLUCAGON-1

David Meléndez-Martínez¹, Adriana Morales-Martínez¹, Francisco Sierra-Valdez², Karla Mayolo-Deloisa^{1,2}, Omar Lozano-García^{1,3}, Marco Rito-Palomares^{1,3}, Jorge Benavides^{*1,2}.

¹Tecnológico de Monterrey, Instituto de Investigación sobre Obesidad, Monterrey, N.L. C.P. 64849;

²Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Monterrey, N.L. C.P. 64849;

³Tecnológico de Monterrey, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Monterrey, N.L. C.P. 64710.

david_melendez@tec.mx

Palabras clave: Crotamina, docking proteína-proteína, Receptor de péptidos tipo glucagón-1

Introducción. La obesidad es una enfermedad que afecta hasta un 75% de la población mexicana, incluyendo niños y adultos (1), y se considera un factor de riesgo para otras enfermedades metabólicas. Aunque en la actualidad existen diferentes moléculas para tratar esta enfermedad mediante la modulación del receptor de péptidos tipo glucagón-1 (GLP-1R), existe un número limitado de productos en el mercado, teniendo algunos de ellos efectos secundarios graves. Por ello, se ha optado por buscar nuevas moléculas anti-obesogénicas en productos naturales. Entre ellos, se ha demostrado que la crotamina (Ctm), un péptido del veneno de *Crotalus durissus terrificus*, tiene propiedades anti-obesogénicas mediante la promoción del pardeamiento de adipocitos blancos y la reducción de peso en modelos murinos (3). Sin embargo, se desconoce el mecanismo molecular por el cual genera estos efectos.

El objetivo de este estudio fue la caracterización *in silico* de la potencial interacción de la Ctm con GLP-1R.

Metodología. Los modelos tridimensionales de la Ctm (4GV5) y del GLP-1R (5NX2, 7RTB y 7S15) fueron obtenidos de Protein Data Bank. Estos modelos fueron preparados usando MolProbity, Modeller y Scrwlr4. El *docking* de la Ctm con la GLP-1R se realizó mediante el servidor web ClusPro. Las poses resultantes de Ctm que interactuaron con el sitio dregable del GLP-1R fueron seleccionadas para análisis subsecuentes.

Resultados. El *docking* de la crotamina con el GLP-1R resultó en 523 poses. De ellas, solo siete poses de Ctm interactuaron con el sitio dregable del GLP-1R. Las mejores tres poses tuvieron energías de interacción de -1430.2, -1454.5 y -1460.6 kcal/mol, respectivamente. En estas poses las interacciones de la Ctm con el GLP-1R son mediadas mayormente por puentes de hidrógeno e hidrofobicidad. Los residuos Lys2, Lys27, Arg31 y Trp32 (Fig. 1) en la crotamina son relevantes para la interacción con el sitio dregable del GLP-1R, como es descrito para el canal iónico Kv (4). Adicionalmente, se observó que los residuos His5,

Phe12, Ile17, Phe25, Arg33 y Trp34 mediaron la interacción de la crotamina con el GLP-1R.

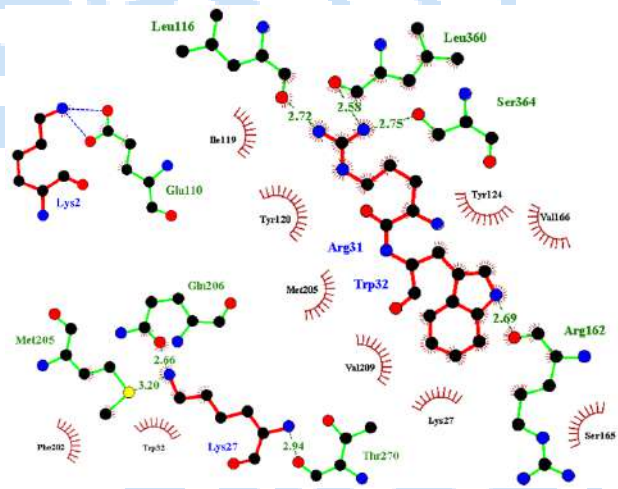


Fig. 1. Diagrama de interacciones 2D de la crotamina (rojo) con el GLP-1R (Verde). Interacciones de puentes de hidrógeno (Verde), puentes salinos (azul) e hidrofobicidad (marrón). La distancia de los enlaces está en Ångströms (Å).

Conclusiones. El análisis *in silico* demostró que la Ctm tiene afinidad por el GLP-1R. Esto sugiere que la crotamina podría generar su efecto anti-obesogénico, al menos parcialmente, mediante la modulación de este receptor.

Agradecimiento. Este trabajo fue financiado por el programa de Ciencia de Frontera 2023 (CF-2023-I-2019) de CONACYT y el Challenge-Based Research Funding Program 2022 (I002-IOR002-C6-T2-E), Tecnológico de Monterrey.

Bibliografía.

- Shamah-Levy T, Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, et al. (2022). Instituto Nacional de Salud Pública.
- Wen X, Zhang B, Wu B, Xiao H, et al. (2022). *Signal Transduct Target Ther*, 7(1), 298.
- Marinovic MP, Campeiro JD, Lima SC, Rocha AL, et al. (2018). *Sci Rep*. 8(1), 5057.
- Peigneur S, Orts DJ, Prieto da Silva AR, Oguiura N, et al. (2012). *Mol Pharmacol*. 82(1), 90–96.

Metabolitos bioactivos de *Acremonium persicinum*: un hongo aislado de un lago-cráter alcalino

César Espinoza Ramírez^a, César Franceschy Rodríguez^a, José Javier Fernández Castro^b, Ángel Trigos Landa^a.

^aUniversidad Veracruzana, Centro de Investigación en Micología Aplicada, Médicos No. 5, Colonia Unidad del Bosque, C.P. 91010, Xalapa, Veracruz. ^bUniversidad de La Laguna, Departamento de Química Orgánica, Avenida Astrofísico Francisco Sánchez S.N., 38206, Tenerife, España. Correo electrónico: cespinoza@uv.mx

Palabras clave: Bioprospección, Hongos bioactivos, Compuestos fúngicos antiproliferativos.

Introducción. Los hongos acuáticos representan un enorme potencial de productos naturales, particularmente, el género *Acremonium* produce metabolitos únicos y biológicamente activos, entre ellos el antibiótico cefalosporina C, antioxidantes derivados de la hidroquinona, acreminas en otros (1). De esta manera, a partir de una cepa de *Acremonium persicinum* colectado de sedimento marino del sur de China, se han reportado tres cicloheptapéptidos que mostraron efectos de actividad antiproliferativa comparable con cisplatino en ensayos contra las líneas celulares MFC-7 (cáncer de mama), SF-268 (glioblastoma) y NCI-H460 (cáncer de pulmón) (2). (Chen et al., 2012).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue aislar e identificar compuestos con actividad antiproliferativa producidos *A. persicinum* proveniente del lago-cráter de Alchichica, Puebla, México.

Metodología. A partir del cultivo líquido de 50 L de *A. persicinum*, se realizaron extracciones con EtOH del caldo de cultivo y biomasa producida; seguida de una re-extracción con CHCl₃ y subsecuente fraccionamiento por cromatografía en columna. Cada fracción fue evaluada a través de ensayos de actividad antiproliferativa y de aquellas fracciones bioactivas se obtuvieron metabolitos, los cuáles fueron caracterizados por experimentos de RMN, para finalmente comprobar su actividad antiproliferativa (3).

Resultados. Se aislaron seis compuestos, tres de ellos ya reportados anteriormente para este género (Ergosterol, Peróxido de ergosterol y Cerevisterol), además, de una Xantona, una Antraquinona (a) y un Esterol tetrahidroxilado (b).

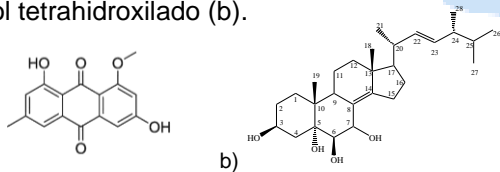


Fig. 1. Compuestos con actividad antiproliferativa a) 1,6-dihidroxi-9,10-antraquinona, b) 3β,5α,6β,7α-tetrahidroxiergosta-8(14),22-dien, aislados de *A. persicinum*.

De los seis compuestos aislados se evaluaron aquellos que no presentaban reportes de actividad biológica. De esta manera, la antraquinona y el esterol tetrahidroxilado, mostraron actividad antiproliferativa en contra de las líneas celulares A549 y SW1573 (cáncer de pulmón), HBL-100 y T-47D (cáncer de mama), HeLa (cáncer cervicouterino) y WiDr (cáncer de colon), tabla 1.

Tabla 1. Valores de actividad antiproliferativa de compuestos aislados de *A. persicinum*.

Compuesto	Línea celular de tumor sólido humano GI ₅₀ (μM)					
	A549	HBL-100	HeLa	SW1573	T-47D	WiDr
Antraquinona (a)	27	67	31	89	100	93
Esterol (b)	16	24	18	18	15	12
Cisplatino	-	1.9	2.0	3.0	15	26
Etopósido	-	2.3	3.0	15	22	23

Estos valores de actividad antiproliferativa en algunos casos son similares e incluso menores que los ya reportados para las líneas celulares T-47D y WiDr para fármacos utilizados actualmente como el Cisplatino y el Etopósido.

Conclusiones. Particularmente, *A. persicinum*, es capaz de producir sustancias bioactivas como el 3β,5α,6β,7α-tetrahidroxiergosta-8(14),22-dien y la 1,6-dihidroxi-9,10-antraquinona con actividad antiproliferativa. Además, se demuestra que un ecosistema aparentemente improductivo presenta potencial biológico y farmacológico, razón por lo cual es importante promover su conservación tanto por su potencial farmacológico como por su valor ecológico.

Agradecimiento. Cuerpo académico UV-CA-354 Química y Biotecnología de Hongos.

Bibliografía.

1. A.F. Suciati, L.K. Lambert, G.K. Pierens, et al., (2013). *Journal of natural products*, 76(8): 1432-1440. 2. Chen, Z., Song, Y., Chen, Y., Huang, H., Zhang, W. & Ju, J. (2012). *Journal of natural products*, 75(6): 1215-1219. 3. Couttolenc, A., Espinoza, C., Fernández, J.J., et al., (2016). *Pharmaceutical Biology*, 54(8), 1392-1397.

EFEECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAROTENOIDES EN LA MICROALGA *Oocystis sp.*

Mauricio Carrasco González¹, Blanca Urbina Medina², León Sánchez-García³, Marcia Morales-Ibarria³,¹Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, ²Licenciatura en Ingeniería Biológica, ³Departamento de Procesos y Tecnología. Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa. CP 05348, Ciudad de México, mmorales@cua.uam.mx

Palabras clave: Microalgas, pigmentos, carotenoides

Introducción. Las microalgas fijan el carbono atmosférico y contribuyen a la producción de oxígeno en la Tierra, siendo de gran interés por su papel ecológico y ambiental (1). Además, producen una amplia variedad de compuestos que son de interés en el sector de la salud, como antiinflamatorios, antifúngicos, anticancerígenos, antioxidantes, además de vitaminas, omega-3, ácidos grasos y pigmentos, entre los que se encuentran los carotenoides (2). En las microalgas, la síntesis de carotenoides ocurre como respuesta al estrés ambiental por diversos factores, como la intensidad de luz, pH y disponibilidad de nitrógeno en el medio ya que los carotenoides funcionan como fotoprotectores de la clorofila, recolectando el exceso de energía y disipándola. Las microalgas tienen un enorme potencial por su amplia diversidad biológica que no se ha explotado, además es necesario evaluar las condiciones que promueven la generación de ciertos productos de interés.

Por lo tanto, es importante evaluar el uso de nuevas cepas que sean capaces de acumular carotenos en condiciones de estrés. De esta manera, el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la salinidad en la microalga cf. *Oocystis sp.* sobre la producción de carotenoides bajo limitación de nitrógeno.

Metodología. Se utilizaron fotobiorreactores de placas planas (FPB) de 30 cm de altura y 2.5 cm de espesor para cultivar la microalga cf. *Oocystis sp.* La temperatura del medio se mantuvo a 35° C con un intercambiador de calor interno. Se suministró continuamente 2.5 L min⁻¹ de aire con 1% de CO₂, con lo cual se mantuvo el pH cercano a 7. El sistema de iluminación, consistió en 2 paneles de LEDs y la irradiancia se reguló a través de un dimmer para proveer 500 μmol m⁻² s⁻¹. Se utilizaron 1.8 L de medio de cultivo BG11, inoculado con ~0.8 g L⁻¹ de biomasa bajo condiciones de limitación de nitrógeno (N-limitado). Como agente de estrés salino se usó NaCl a concentración de 20 mM de NaCl. Se cuantificó a la biomasa, las clorofilas, los carotenoides, y se calculó la tasa de crecimiento específico (μ, d⁻¹), la productividad de biomasa (Pb, g L⁻¹ d⁻¹) y la tasa de fijación de CO₂ (P_{CO2}, mg L⁻¹ d⁻¹) según lo reportado en estudios previos (3)(4).

Resultados. La Fig. 1 muestra que la adición de NaCl favoreció el crecimiento de *Oocystis sp.* bajo condiciones de limitación de nitrógeno en comparación con BG-11 completo pero sin NaCl.

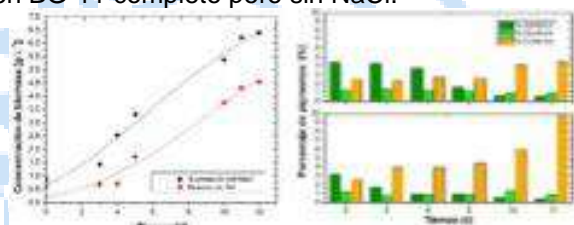


Fig. 1. Crecimiento de *Oocystis sp.* con y sin 20 mM de NaCl (izquierda) y pigmentos producidos: clorofila A, clorofila B y carotenoides (derecha).

La adición de 20 mM de NaCl también promovió la acumulación de carotenoides alcanzando 9.7% en peso, en comparación del 4.4% obtenido en el ensayo sin NaCl.

Tabla 1. Parámetros cinéticos de cf. *Oocystis sp.*

Parámetros	BG-11 N-Limitado	BG-11 N-Limitado + NaCl	BG-11 ⁽⁵⁾
Pb, máx [mg L ⁻¹ d ⁻¹]	482.71	564.56	604.6
μ [d ⁻¹]	0.46	0.41	1.25
Td [d]	1.49	1.65	0.55
PCO ₂ [mg L ⁻¹ d ⁻¹]	868.87	1016.2	1088.23
Chl a [mg L ⁻¹ d ⁻¹]	2.47	1.69	3.80
Chl b [mg L ⁻¹ d ⁻¹]	4.006	4.18	6.19
Carotenoides [mg L ⁻¹ d ⁻¹]	21.43	55.05	0.56

En la tabla 1 se muestran los parámetros de crecimiento y productividad de pigmentos, así como la tasa de fijación de CO₂ y donde se puede observar los altos valores obtenidos en la condición de estrés por salinidad y limitación de nitrógeno.

Conclusiones. Las productividades reportadas para *Oocystis sp.* la clasifican como un candidato potencial para la producción de carotenoides.

Agradecimientos. CONACyT por la beca otorgada para estudios de maestría y al proyecto 75 S114-15 de la DCNI-UAM Cuajimalpa.

Bibliografía.

- (1) Falkowski, P.G.; Barber, R.T.; Smetacek, V. (1998) *Science*. 281, 200-207.
- (2) Borowitzka, M.A. (2013) *J. Appl. Phycol.*, 25, 743-756.
- (3) Lichtenthaler, H. K., Buschmann C. (2005) *Handb. Food Anal. Chem.*, 2, 171-178
- (4) Sánchez-García, L., Cabello, J., Jiménez-García, L. F., Revah, S., Morales-Ibarria, M. (2020) *Algal Res.* 51, 102024.
- (5) Carrasco, M. et al. (2022) Efecto de la intensidad de luz sobre la producción de carotenos en la microalga cf. *Oocystis sp.* *Avances en Ingeniería Química AMIDIQ*.

IDENTIFICACIÓN DE INHIBIDORES DE ORNITINA DESCARBOXILASA ANÁLOGOS A LA LISINA, CON ACTIVIDAD ANTITUMORAL

Arroyo-Sánchez Beatriz Irene¹, Morales-Ríos Edgar², Olin-Sandoval Viridiana¹

¹ Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV Zacatenco CDMX CP 07360,

² Departamento de Bioquímica, CINVESTAV Zacatenco CDMX CP 07360,

bety.arroyos@cinvestav.mx

Palabras clave: ornitina descarboxilasa, poliaminas, cáncer

Introducción. El cáncer es considerada como una de las principales causas de muerte a nivel mundial (1). Por lo tanto, es de gran importancia la búsqueda de moléculas inhibitoras específicas del crecimiento tumoral. Un blanco terapéutico propuesto es la enzima ornitina descarboxilasa (ODC), ya que se encuentra sobre expresada en varios tipos celulares tumorales (2). Actualmente, los inhibidores dirigidos a esta enzima no han sido eficientes. Se ha reportado que la ODC de *S. cerevisiae* y de ratón puede utilizar también lisina como sustrato. Considerando esto, en nuestro grupo de trabajo, hemos identificado compuestos análogos a lisina, capaces de inhibir a la ODC recombinante. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar si estos compuestos son capaces de inhibir específicamente el crecimiento de líneas celulares tumorales.

Metodología. Se realizaron ensayos de viabilidad celular con los inhibidores 1 y 2 en la línea celular tumoral de hígado (HepG2) y en su contraparte no tumoral (AML12). Para verificar que los inhibidores tuvieron como blanco la ODC, se determinó la expresión de ésta en estas líneas celulares utilizando western blot, además de que se cuantificó la concentración de poliaminas HPLC-UV (5).

Resultados.

Se realizaron análisis de la viabilidad de las líneas celulares AML12 y HepG2, en presencia de diferentes concentraciones de los compuestos 1 y 2 por un periodo de 72 h (Fig. 1).

Observamos que al incrementar la concentración de los compuestos de ambos compuestos, disminuye la viabilidad de células HepG2. Sin embargo, el compuesto 1 provocó un mayor efecto, ya que a partir de la concentración de 1 μM la viabilidad disminuyó un 33%. Este efecto no se observó en la línea celular control, AML12. De manera análoga, la viabilidad de la línea celular HepG2 disminuyó un 47% a partir de una concentración de 10 μM del compuesto 2. Al igual que con el compuesto 1, el compuesto no presentó un efecto sobre la viabilidad de la línea celular AML12.

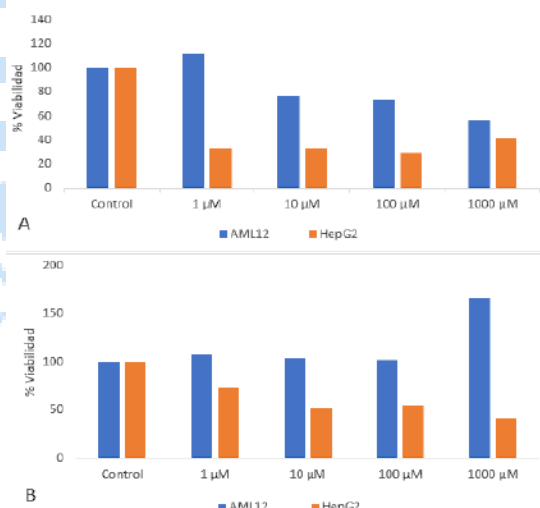


Fig. 1. Efecto de la exposición al compuesto 1 (panel A) y 2 (panel B) sobre la viabilidad de las líneas celulares AML12 y HepG2, durante 72 h.

Conclusiones. El compuesto 1 tiene un mayor efecto sobre la línea celular HepG2, sin afectar la viabilidad de la contraparte no tumoral.

Agradecimiento. A CONACyT por la beca proporcionada con CVU 1007737, a los Departamentos de Biotecnología, Bioquímica y Biomedicina del Cinvestav, por proporcionar las áreas y materiales para realizar los experimentos

Bibliografía.

1. WHO. (2020). Estimated age-standardized mortality rates (Word) in 2020, all cancers, both sexes, all ages. *Globocan*.
2. Dong, Y., Tu, R., Liu, H., & Qing, G. (2020). Regulation of cancer cell metabolism: oncogenic MYC in the driver's seat. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 5(1).
3. Casero, R. A., & Marton, L. J. (2007). Targeting polyamine metabolism and function in cancer and other hyperproliferative diseases. *Nature Reviews Drug Discovery*, 6(5), 373–390
4. Wallace, H. M., Fraser, A. V., & Hughes, A. (2003). A perspective of polyamine metabolism. *Biochemical Journal*, 376(1), 1–14.
5. Olin-Sandoval, V., Yu, J. S. L., Miller-Fleming, L., Alam, M. T., Kamrad, S., Correia-Melo, C., Haas, R., Segal, J., Peña Navarro, D. A., Herrera-Dominguez, L., Méndez-Lucio, O., Wovinkel, J., Müllereder, M., & Ralsler, M. (2019). Lysine harvesting is an antioxidant strategy and triggers underground polyamine metabolism. *Nature*, 572(7768), 249–253

FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS POLIMÉRICAS CON ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO PARA SU APLICACIÓN ANTIVIRAL

Nancy Espinosa-Carranza¹, Rocío Álvarez-Román², Catalina Leos-Rivas¹, Catalina Rivas-Morales¹, Juan Báez-González¹, Sergio A. Galindo-Rodríguez¹. ¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, 66455. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina, Monterrey, 64460. nancy.espinosacr@uanl.edu.mx

Palabras clave: nanopartículas, aceites esenciales, antiviral

Introducción. En la actualidad diversos agentes biológicos, como los virus, tienen la capacidad de causar enfermedades infecciosas. El *Herpes simplex* es un virus que provoca úlceras o ampollas dolorosas y que afecta alrededor de 3,700 millones de personas (1). Debido a su prevalencia y a sus efectos negativos sobre la salud pública, es importante la búsqueda de nuevos enfoques para su tratamiento. En los últimos años, los aceites esenciales (AE) han recibido especial atención debido a sus propiedades biológicas benéficas. En particular, el AE de orégano (*Lippia* sp.) (AEO) ha destacado por su actividad antiinflamatoria, antimicrobiana, antioxidante y antiviral. No obstante, los AE presentan propiedades químicas (e.g. alta volatilidad, susceptibilidad a la degradación y baja solubilidad acuosa) que limitan su aplicación. De este modo, el empleo de sistemas de liberación como las nanopartículas poliméricas (NP) surge como una estrategia para mejorar el transporte y la interacción de los AE con los sistemas biológicos. El objetivo del trabajo fue desarrollar y caracterizar una formulación de NP cargadas con AEO para su potencial aplicación contra el virus del *Herpes simplex*.

Metodología. Las NP se obtuvieron mediante la técnica de nanoprecipitación (2). Se caracterizaron en función del tamaño de partícula, índice de polidispersidad (IPd), densidad de carga y estabilidad. La cuantificación del AE encapsulado en la NP se realizó mediante microextracción en fase sólida modalidad espacio de cabeza (HS-SPME) y cromatografía de gases con detector FID y se calcularon los porcentajes de encapsulación (% E) y de eficiencia de encapsulación (% EE)

Resultados. En el presente trabajo, se obtuvieron NP cargadas con el AEO. Las características fisicoquímicas: tamaño, IPd y densidad de carga se muestran en la Tabla 1.

Tab 1. Caracterización fisicoquímica de las NP obtenidas por la técnica de nanoprecipitación (n= 3; $\bar{x} \pm DS$).

FORMULACIÓN	TAMANO (nm)	IPd	DENSIDAD DE CARGA (mV)
NP-AEO	145.9 ± 5.89	0.075 ± 0.024	-32.5 ± 2.2
NP-Blanco	129.1 ± 6.81	0.081 ± 0.024	-26.7 ± 2.1

*NP-Blanco = NP sin AEO.

La estabilidad de la NP-AEO se evaluó midiendo el tamaño y la densidad de carga durante 220 días de almacenamiento. En la Figura 1, se muestra que no hubo cambios en dichos parámetros.

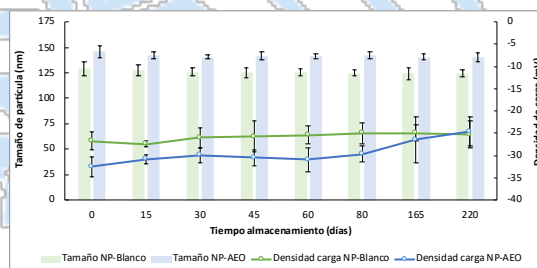


Fig 1. Evaluación de la estabilidad de las NP-AEO y NP-Blanco en función del tamaño (nm) y la densidad de carga (mV) durante 220 días de almacenamiento a 25 °C; (n= 3; $\bar{x} \pm DS$).

La caracterización química permitió identificar 16 componentes en el AEO, siendo el mirceno, p-cimeno y carvacrol los componentes mayoritarios (datos no mostrados). Estos componentes se emplearon para la cuantificación del AEO en la NP (Tabla 2).

Tab 2. Porcentajes de encapsulación y eficiencia de encapsulación de las NP-AEO obtenidos con HS-SPME por CG-FID (n= 3; $\bar{x} \pm DS$).

COMPUESTO	(% E)	(% EE)
mirceno	*	*
p-cimeno	*	*
carvacrol	6.84 ± 0.60	10.26 ± 0.81

*Abajo del límite de detección.

Conclusiones. Las NP- AEO presentaron un tamaño < 200 nm, una densidad de carga negativa, una distribución homogénea y presentaron estabilidad durante su almacenamiento. Los % E y % EE del carvacrol fueron de 6.84 y 10.26, respectivamente. Se puede concluir que las NP-AEO presentaron características fisicoquímicas adecuadas para su potencial aplicación en ensayos de actividad antiviral.

Agradecimiento. NNEC agradece a CONACYT por la beca asignada (No. 792777) para los estudios de Doctorado en MYAIRB (SNP-CONACYT). Se agradece el apoyo del PAICYT-UANL 2023.

Bibliografía. 1. WHO. (2020). Herpes simplex virus. 2. Fessi H, Puisieux F, Devissaguet JP, Ammoury N, Benita S. (1989). *International Journal of Pharmaceutics* 55:1-4.

EFFECTO DE LA NANOENCAPSULACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE *SCHINUS MOLLE* SOBRE LA CONCENTRACIÓN LETAL 50 UTILIZANDO EL MODELO DE HEMÓLISIS ERITROCITARIA INDUCIDA Y *ARTEMIA SALINA*

Anahí Zamora-Mendoza¹, Rocío Álvarez-Roman², Catalina-Leos-Rivas¹, Catalina Rivas-Morales¹, Mayra-Treviño-Garza¹, Sergio Galindo-Rodríguez¹. ¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolas de los Garza, 66455. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina, Monterrey, 64460. anahi.zamoramndz@uanl.edu.mx

Palabras clave: nanoencapsulación, *Schinus molle*, CL₅₀.

Introducción. El aceite esencial de *Schinus molle* L. (AE-Sm) destaca por mostrar una amplia variedad de propiedades biológicas (e.g. antibacteriana, antioxidantes, anticancerígena y antimicótica). Sin embargo, estudios han determinado que el AE-Sm posee una concentración letal 50 (CL₅₀) mas baja que otros aceites, lo que indica reducidos rangos de administración para fines terapéuticos. Por ello, se ha propuesto la incorporación del AE en nanopartículas poliméricas (NP), para mejorar su biodisponibilidad y bioeficacia. No obstante, actualmente no existen estudios suficientes que determinen que el empleo de éstas permite aumentar los rangos de administración de los AE. El presente estudio se orienta a determinar el efecto de la nanoencapsulación sobre los valores de CL₅₀ del AE-Sm utilizando como modelos biológicos la hemólisis eritrocitaria inducida y la *Artemia salina*.

Metodología. El AE-Sm se obtuvo mediante la técnica de hidrodestilación. La identificación de los componentes se determinó por cromatografía de gases (CG) acoplada a espectrometría de masas. Las NP se prepararon por nanoprecipitación (1) y se caracterizaron fisicoquímicamente en función de su tamaño, índice de polidispersidad (IPD) y potencial zeta. La cuantificación del AE-Sm en NP se realizó por Microextracción en fase sólida en modalidad *head space* (HS-SPME) por CG-FID (2) y se calculó el porcentaje de encapsulación (%E) y eficiencia de encapsulación (%EE). Finalmente, la determinación de la CL₅₀ del AE libre y en NP se evaluó a través del ensayo de *A. salina* (3) y hemólisis eritrocitaria inducida (4).

Resultados. El AE-Sm mostró la presencia de 15 componentes, identificando como compuestos mayoritarios al α -felandreno (18.85 %), mirceno (28.73 %) y limoneno (37.77 %). Se obtuvieron NP-AE-Sm con las características mostradas en la Tabla 1, con valores de IPD <0.200 lo que indica una distribución homogénea del tamaño de NP. Con relación al potencial zeta un valor negativo es beneficioso, debido a que NP con densidad de carga negativa poseen

interacciones débiles con las biomembranas, llevando así a una baja toxicidad.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de NP ($n=3$; $\bar{x} \pm DS$).

Sistema	Tamaño (nm)	IPD	Potencial zeta (mV)
NP-Blanco	89.62 \pm 5.65	0.142 \pm 0.010	-16.40 \pm 2.43
NP-AE-Sm	98.71 \pm 4.48	0.156 \pm 0.015	-20.56 \pm 1.61

*NP-Blanco (sin AE-Sm)

El AE-Sm incorporado en las NP en ambos ensayos, reflejo un aumento en el valor de CL₅₀ con respecto al libre (Tabla 2). Esto se puede atribuir a la nanoencapsulación selectiva del AE, permitiendo que componentes que presentan mayor toxicidad se encapsulen en menor proporción (limoneno).

Tabla 2. CL₅₀ de AE-Sm libre y nanoencapsulado mediante el ensayo de hemólisis y *A. salina* ($n=3$; $\bar{x} \pm DS$).

Sistema	Hemólisis (μ g/mL)	<i>A. salina</i> (μ g/mL)
AE-Sm	28.95 \pm 2.61	9.38 \pm 0.71
NP-AE-Sm	>50.00*	>20.00*

*Concentración máxima utilizada (No corresponde a la CL₅₀).

Tabla 3. Porcentaje de encapsulación y porcentaje de eficiencia de encapsulación del AE-Sm con SPME-HS por CG-FID.

Compuesto	Porcentaje de encapsulación (%E)	Porcentaje de eficiencia de encapsulación (%EE)
Mirceno	0.17 %	1.11 %
α -felandreno	0.04 %	0.38 %
Limoneno	0.11 %	0.61 %

Conclusiones. La incorporación del AE-Sm en la NP permitió un incremento del valor de CL₅₀ con respecto al AE libre, en ambos ensayos. Estableciendo que la nanoencapsulación de los AE podría ser una potencial herramienta para mejorar los rangos de dosificación de los AE.

Agradecimiento. AGZM agradece a CONACYT por la beca asignada (No. 833201) para los estudios de Doctorado en el programa MYAIRB (SNP-CONACYT).

Bibliografía.

- Fessi H, Puisieux F, Devissaguet JP, Ammoury N, Benita S. (1989). *IJP*. 55: 1-4.
- Lugo L. (2018). Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Hamidi M, Jovanova B, Kadifkova T. (2014). *MPB*. 60:9-18.
- Rodríguez K, Amorim L, Díaz C, Morales D, Carneiro S, Carvalho F. (2015). *JOE*.160(1): 32-40.

Evaluación de la actividad antiproliferativa de proteínas extraídas de *Tecoma stans*

Eduardo Anaya Esteban¹; Miguel Ángel Peña Rico²; Edgar García López^{2,3}; Ariana Arlene Huerta Heredia^{2,3}. ¹Maestría en Biotecnología. División de Estudios de Posgrado. ²Centro de Investigaciones Científicas, Instituto de Biotecnología. ³CONACyT-UNPA. Universidad del Papaloapan, Av. Circuito Central No. 200 Col. Parque Industrial. San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. México. CP. 68301. aahuertahe@conacyt.mx

Palabras clave: Proteínas bioactivas, citotoxicidad, SDS-PAGE.

Introducción. *Tecoma stans* es una planta con una amplia gama de actividades biológicas, de las cuáles resaltan su actividad antitumoral y anticancerígena (Anand & Basavaraju, 2020). Reportadas principalmente, a partir de extractos etanólicos de cultivos *in vitro* de *T. stans*, en flores, raíz, corteza y hojas Marzouk *et al.*, (2006); Thirumal, Kishore & Srimanthula, (2013). Bioactividad también reportada por algunas proteínas producidas en plantas como las RIPs, las cuáles, según Peumans, Hao & Van Damme, (2001) rondan entre los 30 kDa. Además, de reportes de péptidos bioactivos obtenidos a partir de otras plantas. El uso de proteínas terapéuticas como tratamiento para el cáncer ha generado un gran interés en los últimos años (Buyel., 2018). Este trabajo consistió en evaluar la actividad antiproliferativa (AAP) de bandas de bajo peso molecular y tener un perfil proteico 2D para identificar las proteínas contenidas en dichas bandas.

Metodología. Las hojas de *T. stans* fueron colectadas en San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca (18°04'53.3"N 96°10'32.2"W) de plantas silvestres expuestas la mayor parte del día a la luz, libre de agentes químicos y biológicos (plagas) (Fig. 1A). El método de extracción/precipitación de proteínas fue TCA/Acetona (modificado), posteriormente se realizó una electroforesis SDS-PAGE al 9% para poder observar las bandas contenidas en el extracto. Se recuperaron 3 bandas proteicas de 28, 30 y 32 kDa para evaluar su AAP, mediante pruebas de actividad de citotoxicidad por el método de MTT (bromuro de 3-[4,5-dimetiltiazol-2-il]-2,5-difeniltetrazolio) en la línea celular MDA MB-231. Por último, se realizó una separación por 2D-SDS-PAGE 12%.

Resultados. Tres bandas proteicas fueron estudiadas (Fig. 1B), la banda de 28 kDa mostró AAP. Al incrementar la cantidad de proteína al ensayo MTT se observó una pérdida significativa de la viabilidad celular (≈ 40%) (Fig. 2A). Esto puso en evidencia, que alguna (as) de las proteínas contenidas en la banda de 28 kDa poseen AAP. Finalmente, se realizó el perfil electroforético 2D-SDS-PAGE, la banda de 28 kDa

está constituida por 12 proteínas diferentes (12 spots) (Fig. 2B).

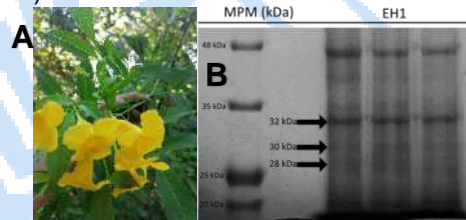


Fig. 1. A) Planta silvestre de *T. stans*. B) Gel SDS-PAGE 9%. Las flechas indican las tres bandas proteicas evaluadas.

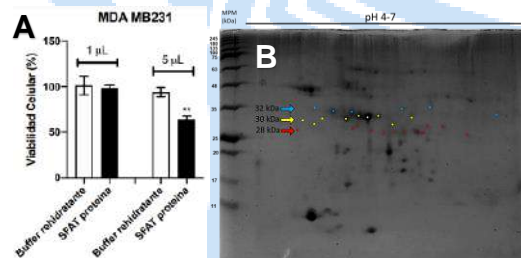


Fig. 2. A) Evaluación de actividad antiproliferativa de proteínas con un peso molecular de 28 kDa. **P<0.01 vs Buffer rehidratante. B) Gel 2D-SDS-PAGE de las muestras proteicas de hojas de *T. stans*. La flecha y puntos rojos indican las diferentes proteínas contenidas en la banda de 28kDa.

Conclusiones. Alguna (as) proteínas contenidas dentro de la banda proteica de 28 kDa recuperadas de extractos de hojas de *T. stans* presentan AAP. Sin embargo, es necesario hacer más estudios de caracterización e identificación.

Agradecimiento. La investigación realizada forma parte del Proyecto de Cátedra CONACyT 3212 (No. 235307). EAE agradece al CONACyT por la beca de posgrado otorgada.

Bibliografía.

(1) Anand, M., & Basavaraju, R. (2020). *J. Ethnopharmacol*, 30:265:113270.
 (2) Buyel, J. F. (2018). *Biotechnology Advances*, 36(2), 506–520.
 (3) Marzouk, M., Gamal-Eldeen, A., & Mohamed, M. (2006). *Zeitschrift fur Naturforschung. C, J. Biosci*, 61(11-12), 783-91.
 (4) Peumans, W. J., Hao, Q., & Van Damme, E. J. (2001). *The FASEB Journal*, 15(9), 1493-506.
 (5) Thirumal, M. M., Kishore, G., & Srimanthula, S. (2013). *Research Journal of Pharmaceutical, Biol.I and Chem. Sci.*, 4(2), 305–313.

EXTRACTO DE MUÉRDAGO E INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO DE BACTERIAS PATÓGENAS IN VITRO

Maricruz Gómez-Ramírez, Luis Ángel Xoca-Orozco, Gustavo Hernández-Mendoza, Raúl Reyes-Bautista y José de Jesús Flores-Sierra* Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Guanajuato, México, CP 36425. *Autor de correspondencia: jesus.fs@purisima.tecnm.mx

Palabras clave: muérdago, inhibición bacteriana, fitoquímicos

Introducción. El muérdago mexicano *Psittacanthus Calyculatus* (*P. Calyculatus*) es una planta hemiparásita que crece y se desarrolla sobre varias especies de árboles frutales y forestales en el centro y sur de México (1). La mayoría de estas especies contienen compuestos que presentan propiedades antimicrobianas (2). Con el fin de apoyar el cuidado del área protegida del “Cerro del Palenque” de Purísima del Rincón, Guanajuato, México, se pretende obtener un valor agregado a *P. Calyculatus*. Para ello se utilizó el método de extracción acuosa de hoja y flor, para obtener compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas, con el fin de identificar si esta especie pueden tener algún uso terapéutico o farmacológico. El objetivo principal de este trabajo fue evaluar la acción del extracto acuoso de *P. calyculatus* en diferentes cepas bacterianas patógenas para el humano.

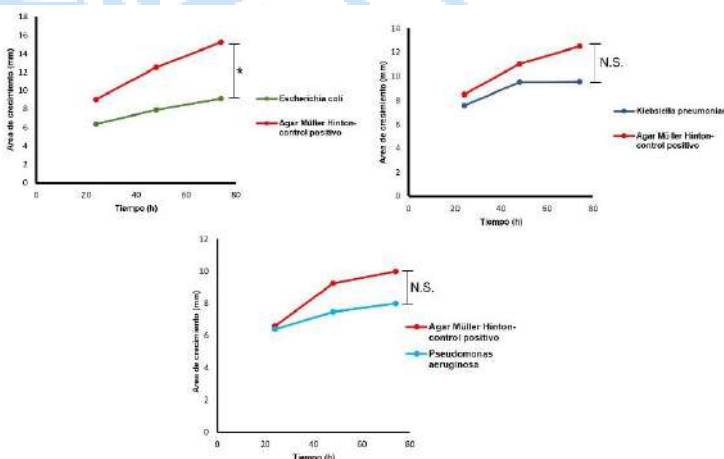
Metodología. La actividad antimicrobiana de los extractos de muérdago se evaluó mediante el método de dilución en agar previamente descrito por (3). En breve, se inoculó la superficie de la placa con métodos estándar (ME), con un asa bacteriológica. Un sacabocados de 4 mm de diámetro se usó para perforar la superficie de ME inoculado y se colocó en agar Mueller Hinton con extracto a diferentes concentraciones.

Resultados. Los resultados antibacterianos *in vitro* del extracto acuoso de flor de *P. calyculatus* contra *Escherichia coli* (*E. coli*), *Klebsiella pneumoniae* (*K. pneumoniae*) y *Pseudomona aeruginosa* (*P. aeruginosa*) se muestran en la gráfica 1, así como los diámetros de la zona de inhibición se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Zona de inhibición de bacterias patógenas

Bacterias	Medida del diámetro de halos de inhibición (mm)					Agar Müller-Hinton (Control +)
	31%	25%	19%	13%	63%	
<i>E. coli</i>	5.33	6.83	5.90	6.92	9.60	12.27
<i>K. pneumoniae</i>	8.83	6.10	8.77	12.05	6.78	10.68
<i>P. aeruginosa</i>	5.7	7.6	6.80	6.65	8.40	8.62

Gráfica 1 Efecto antibacteriano del extracto acuoso de flor de *P. calyculatus* frente a tres cepas bacterianas patógenas. * $p < 0.04$



Conclusiones. El extracto acuoso de flor de *P. calyculatus* presentó actividad antimicrobiana contra *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*. *P. calyculatus* posee componentes activos con amplio espectro de acción antimicrobiana, por lo que se puede sugerir que es probable que este extracto, contenga compuestos bioactivos que en un futuro podría utilizarse en el ámbito farmacológico.

Agradecimiento. Al Instituto Tecnológico Nacional de México por el financiamiento TECNM 10539.21-PD y SPRI-PYR-2022-13652 y al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, por el apoyo para la realización de este estudio.

Bibliografía.

- (1) B. Moustapha, G. A. D. Marina, F. O. Raúl, C. M. Raquel, and M. Mahinda, “Chemical constituents of the mexican mistletoe (*psittacanthus calyculatus*),” *Molecules*, vol. 16, no. 11, pp. 9397–9403, 2011, doi: 10.3390/molecules16119397.
- (2) J. Kabera, E. Semana, A. Mussa, X. He: Plant Secondary Metabolites: Biosynthesis, Classification, Function and Pharmacological Properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2014, 2: 377-392.
- (3) C. Leos-Rivas, C. Rivas-Morales, and D. G. García-Hernández, “Actividad antioxidante y toxicidad,” in *Investigación en plantas de importancia médica*, OmniaScience, 2016, pp. 41–76. doi: 10.3926/oms.333.

INFLUENCIA DE LA QUERCETINA SOBRE LA FOSFORILACIÓN OXIDATIVA DEPENDIENTE DEL METABOLISMO ENERGÉTICO EN *Saccharomyces cerevisiae*

Andrés Carrillo Garmendia¹, Juan Carlos González Hernández², Sofía María Arvizu Medrano¹, Jorge Gracida¹, Luis Alberto Madrigal Pérez³, Carlos Regalado González¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, Santiago de Querétaro, Querétaro, 76010, México; andres_nano@hotmail.com; regcarlos@gmail.com; ²Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia, Av. Tecnológico de Morelia, Morelia, Michoacán, 58030.

³Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo, Av. Ing. Carlos Rojas Gutiérrez #2120, Ciudad Hidalgo, Michoacán, 61100.

Palabras clave: Quercetina, disfunción mitocondrial, glucosa

Introducción. La quercetina es uno de los polifenoles más abundantes en la dieta, presentando efectos opuestos (benéficos para la salud y citotóxicos) (1). Las evidencias sugieren que la mitocondria, y específicamente la fosforilación oxidativa son su principal blanco molecular (2). Sin embargo, el mecanismo molecular aún es poco claro. El objetivo de esta investigación fue evaluar en *S. cerevisiae*, la influencia de la quercetina y la concentración de glucosa, sobre la generación de especies reactivas de oxígeno (ERO) y el potencial de membrana mitocondrial (PMM).

Metodología.

Se usó *S. cerevisiae* BY4742 (Mat α; his3Δ1; leu2Δ0; lys2Δ0; ura3Δ0) adquirida en EUROSCARF (Frankfurt, Alemania). El anión superóxido se determinó empleando el kit MitoSOX Red (Merck), mientras que el PMM se evaluó empleando el kit para potencial de membrana mitocondrial (Merck); en ambos casos se siguieron las especificaciones del proveedor.

Resultados. Se empleó como modelo de estudio a la levadura *S. cerevisiae*, debido a que presenta un metabolismo respiro-fermentativo, dependiente de la concentración de glucosa. Muestra un metabolismo predominante respiratorio al 0.5% p/v y fermentativo al 5% p/v. Basados en esta información, se evaluó el efecto de la suplementación de quercetina (0.1 y 100 μM). Los resultados muestran un incremento significativo en la generación de ERO con 0.1 μM de quercetina, para ambas concentraciones de glucosa; mientras que la suplementación con 100 μM no influyó en la generación de ERO. Por otro lado, ambas suplementaciones afectaron negativamente el PMM, tanto al 0.5% como al 5% de glucosa.

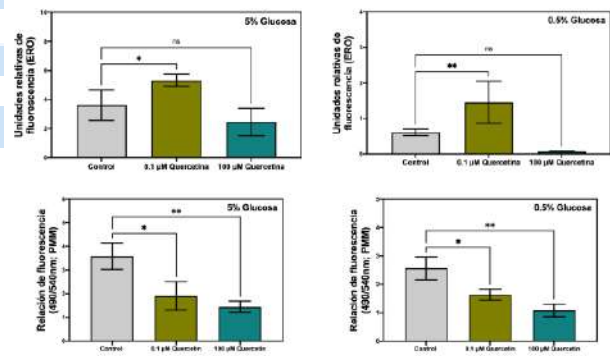


Fig. 1. Influencia de la quercetina sobre el PMM y la generación de ERO en *S. cerevisiae*. Se evaluó la generación ERO (Kit MitoSox) y PMM (kit para potencial de membrana mitocondrial) en células de *S. cerevisiae* crecidas en medio SC (0.5% y 5% de glucosa) suplementado con 0.1 y 100 μM. Las barras representan la desviación estándar de tres a cinco experimentos independientes, por duplicado, los análisis estadísticos se realizaron utilizando ANOVA de una vía seguida de la prueba de Dunnett contra el control (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, ***; ns: diferencia no significativa).

Conclusiones. En conjunto, los datos sugieren que la suplementación de quercetina causa una disfunción mitocondrial, afectando de manera negativa el PMM, independientemente de la generación de ERO en medios suplementados con 0.5% y 5% de glucosa en *S. cerevisiae*.

Bibliografía.

1. Sato, S. & Mukai, Y. (2020). Modulation of chronic inflammation by quercetin: The beneficial effects on obesity. *Journal of Inflammation Research*, 13, 421–431.
2. Oteiza, P. I., Erlejman, A. G., Verstraeten, S. V., Keen, C. L., & Fraga, C. G. (2005). Flavonoid-membrane interactions: A protective role of flavonoids at the membrane surface? *Clinical & Developmental Immunology*, 12, 19-25.

DESARROLLO DE NANOEMULSIONES DE LANOSTEROL: CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA REVERSIÓN DE CATARATAS

¹Ana Gpe. Castillo-Olmos, ¹Abigail Varela-Pérez, ¹Hugo S. García-Galindo, ²Cynthia Cano-Sarmiento, ¹TecNM Campus Veracruz-Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Veracruz, 91897. ²CONACYT-TecNM Campus Veracruz-Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Veracruz, 91897. cynthia.cs@veracruz.tecnm.mx.

Palabras clave: lanosterol, nanoemulsiones, cataratas

Introducción. La catarata es una enfermedad multifactorial, ocasionada por la agregación de proteínas en el cristalino en su mayoría α -, β -, y γ cristalinas, provocando una opacidad que dispersa la luz en el lente, lo que produce daño en la vista [1]. En la actualidad el único tratamiento eficaz es la cirugía, no obstante, existen desventajas y efectos secundarios, por tanto, es importante generar terapias alternativas, como el uso de compuestos bioactivos (CB), como el lanosterol [1,2,3]. El lanosterol, es un triterpenoide tetracíclico que puede ser sintetizado o extraído de fuentes naturales, este ha demostrado tener capacidad anticataratogénica al solubilizar los agregados proteicos causantes de las cataratas, devolviendo al cristalino su transparencia [3]. No obstante, los CB presentan una baja biodisponibilidad y estabilidad. Por lo que la nanotecnología puede ofrecer nuevos beneficios para los tratamientos oftalmológicos, mediante la implementación de sistemas nanoestructurados acarreadores como las nanoemulsiones (NE) [4]. Por tanto, este trabajo tiene como objetivo desarrollar y caracterizar nanoemulsiones de lanosterol para evaluar la reversión de las cataratas en un modelo animal.

Metodología. Se desarrollo la NE de lanosterol empleando un homogeneizador T25 digital ULTRA-TURRAX durante 3 min a 20,000 rpm para producir una emulsión gruesa, posteriormente se utilizo un ultrasonificador por 4 min a una amplitud de 20%, se caracterizó mediante tamaño promedio de partícula, distribución de tamaño de partícula y percentil 90 (D90). Para la inducción de las cataratas se utilizo el modelo del selenito de sodio, posteriormente se aplicó el tratamiento mediante dos inyecciones intravítreas con una semana de diferencia entre cada aplicación, y se evaluó la opacidad mediante la utilización de una lámpara de hendidura cada semana durante un mes.

Resultados. Se obtuvo una NE de lanosterol con parámetros deseables obteniendo un tamaño promedio inicial de 83 ± 3.1 nm, además se mantuvo estable durante 4 semanas y mostró un

comportamiento monomodal. En la evaluación del efecto de reversión se observó que cuando se administró el CB libre la reversión fue mínima (**Fig. 1**). Mientras que cuando se administró en NE se observó que de los tres ojos, un ojo se revirtió a un estadio 2 de la enfermedad presentando respuesta a estímulo de luz mientras que los otros dos ojos se revirtieron en al menos un grado de la enfermedad (**Fig. 2**).



Fig. 1. Ojos tratados con lanosterol libre



Fig. 2. Ojos tratados con la NE de lanosterol

Conclusiones. La administración intravítrea de lanosterol libre no demostró revertir significativamente las cataratas en el modelo animal. Mientras que la administración del lanosterol en nanoemulsiones, produjo un aumento en su bioactividad comparada con los compuestos libres, al revertir las cataratas en todos los sujetos de estudio y en mayor grado.

Agradecimiento. A CONACYT, TecNM-Campus Veracruz y a UNIDA-ITVER.

Bibliografía.

- [1] Choudhari P., Mishra S. A. (2017). *J Ayurveda Integr Med.* 5(8).
- [2] Thompson, J., y Lakhani, N. (2015). Cataracts. Primary Care: Clinics in Office Practice, 42(3), 409–423.
- [3] Zhao, L., Chen, X. J., Zhu, J., Xi, Y. B., Yang, X., Hu, L. D., ... Zhang, K. (2015). *Nat.*, 523(7562), 607611.
- [4] McClements, D. J. (2016). Food emulsions: Principles, practices and techniques. Boca Raton, US: CRC Press, Taylor and Francis Group.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres orales

Área XIV. Biotecnología de células troncales, terapia celular e ingeniería de tejidos

XIVC01	DISEÑO DE NUEVOS VECTORES PARA EL ESTUDIOS DE DIFERENCIACIÓN Y PROLIFERACIÓN EN LOS NICHOS DE CÉLULAS TRONCALES DE A. THALIANA. Autores: José Irepan Reyes Olalde, Yessica Jazmín Gómez Pereda, Elena R. Álvarez-Buylla.	790
XIVC02	OBTENCIÓN DE UN ANDAMIO VEGETAL MEDIANTE LA DESCELULARIZACIÓN DE ESPINACA (SPINACIA OLERACEA) RECUBIERTA CON COLÁGENO Y QUITOSANO. Autores: Daynally Georgette Borja-González, Adell Victoria Herrera-Morales, Arely Desiré Ortiz-Santos, Lilian Pino-Hernández, Javier Rojas-Díaz, Ramiro Antonino Bernal-Cuevas, Georgina Salud Cortés-Ramírez, María José Rivas-Arreola.	791
XIVC04	EVALUACIÓN DE LA GENERACIÓN DE TEJIDO CARDIACO IN VITRO CON EL USO DE BIORREACTORES DE PERFUSIÓN Y ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA. Autores: Emmanuel Francisco S., Nancy G. Viveros M., Mario García L., Álvaro R. Lara R., Marcela Salazar G., Nohra E. Beltrán V	792
XIVC05	ENSAYO DE BIOCOMPATIBILIDAD IN VIVO DE UN ANDAMIO NATURAL FUNCIONALIZADO CON NANOPARTICULAS DE ORO. Autores: Nancy G. Viveros-Moreno, Mario García-Lorenzana, Marcela Salazar-García, Eduardo Peña-Mercado, Alfredo Martínez, Josune García-Sanmartín, Nohra E. Beltrán-Vargas	793
XIVC07	EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS BIOACTIVOS DE AGUACATE EN UNA LINEA CELULAR DE HEPATOCARCINOMA IN VITRO Y UNA DIGESTION IN VITRO. Autores: Fernanda Lizeth Rebolledo Ramírez, Mayela Govea Salas, Rafael Gomes Araújo, Cristóbal Noé Aguilar González, Rosa María Rodríguez Jasso, Juan Alberto Ascacio Valdés, Roberto Arredondo Valdés, Ana María Rivas Estilla, Sonia Lozano Sepúlveda, Virginia García Cañas, Carolina Simó Ruíz.	794
XIVC08	ENGINEERING HUMAN HEMATOPOIETIC STEM CELLS FOR EX-VIVO NEUTROPHIL PRODUCTION. Autores: Alejandra López Arredondo, José Antonio Cruz Cardenas, Marion E. G. Brunck.	795

DISEÑO DE NUEVOS VECTORES PARA EL ESTUDIOS DE DIFERENCIACIÓN Y PROLIFERACIÓN EN LOS NICHOS DE CÉLULAS TRONCALES DE *A. thaliana*.

José Irepan Reyes Olalde¹, Yessica Jazmín Gómez Pereda¹, Elena R. Álvarez-Buylla¹.

¹ Laboratorio de Genética Molecular, Epigenética, Desarrollo y Evolución de Plantas, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Av. Universidad 3000, Coyoacán, México D.F. 04510, México.

Palabras clave: células madre, vectores, ciclo celular

Introducción. El Ciclo Celular (CC) es un proceso esencial en el crecimiento y desarrollo de todos los organismos vivos. La monitorización del CC ha sido un tema de gran interés desde la invención de los primeros microscopios, inicialmente en preparaciones celulares fijadas y teñidas y posteriormente *in vivo*. La imagen *in vivo* es una herramienta esencial para visualizar células vivas. Esta tecnología exige una variedad de líneas indicadoras de plantas, cada una de las cuales expresa de forma única una proteína fluorescente. Sin embargo el estudio y análisis *in vivo* del CC de líneas celulares específicas es complejo ya que al ser el CC un proceso general no permite el seguimiento adecuado de un único grupo celular. Aquí desarrollaremos un conjunto de vectores versátiles que se pueden usar para monitorear el ciclo celular *in vivo* en células o tejidos específicos, sin fijación. Nuestro sistema HALO permite a los usuarios ensamblar construcciones de una manera simple y económica para el estudio de tejido o células específicas en un tiempo espacio determinado *in vivo*.

Metodología. Para la construcción de los vectores estos se basan en el sistema en la tecnología de clonación de recombinación específica del sitio Gateway (Hartley et al., 2000) y el sistema de plantas MoClo basado en la clonación Golden Gate (Weber et al., 2011).

Resultados. Primero diseñamos los vectores HALO1 y HALO2, en ambos sistemas los clones de entrada contienen un casete Gateway. El casete Gateway contiene un gen de resistencia al CmR y el gen *ccdB* tóxico que confiere letalidad a las cepas estándar de *E. coli*, flanqueado por sitios *attL* y *attR*. Para el vector HALO, la proteína X se fusiona con un dominio de unión al ligando de estrógeno mutante (ERT2) que requiere la presencia de tamoxifeno para su actividad. Para una expresión citosólica estable de X-ERT2 usamos la subunidad pequeña 5'UTR RbcS2B y la señal/terminador de poliadenilación 3'UTR Nos, que están en el sistema MoClo. El gen X-ERT2 y el casete Gateway contienen varios sitios de tipo IIS. Por lo tanto, eliminamos los sitios de restricción internos para las

enzimas utilizadas en MoClo (BsaI, BbsI y Esp3I) y agregamos los salientes flanqueantes de 4 nt apropiados. Para eliminar los sitios de restricción, usamos mutagénesis por PCR seguida de cortes para las enzimas tipo IIS. Una vez eliminados los sitios de restricción internos del gen X-ERT2 y el casete Gateway, los fragmentos se clonaron según el protocolo MoClo. Para el vector HALO2, las secuencias Y se clonaron en los vectores MoClo. El casete Gateway se clona en MoClo. La señal/terminador de poliadenilación (NOST) y el RFP, se ensamblaron de acuerdo con el protocolo MoClo. El gen Y se combina con un vector que tiene GFP. Finalmente, todos los plásmidos se ensamblarán en un vector aceptor de Nivel 2 de acuerdo con el protocolo MoClo.

Plantas de *Arabidopsis* ecotipos Col-0 fueron transformadas con HALO2 y se probaron con fluorescencia la presencia de RFP y la ausencia de GFP

Conclusiones. Con este sistema es posible analizar *in vivo* el ciclo celular en células tejido específico.

Agradecimiento. Estamos muy agradecidos a la Dra. Diana Belen Sánchez-Rodríguez por el soporte técnico. Agradecemos a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA-UNAM) por una beca posdoctoral a JIRO. Este trabajo en el laboratorio Álvarez-Buylla fue financiado por el PAPIIT UNAM IN203220, IN206220, IN200920, IN211721 y CONACYT 102959 y 102987.

Bibliografía.

Hartley, J.L., Temple, G.F., and Brasch, M.A. (2000). DNA cloning using *in vitro* site-specific recombination. *Genome Res* 10.

Weber, E., Engler, C., Gruetzner, R., Werner, S., and Marillonnet, S. (2011). A modular cloning system for standardized assembly of multigene constructs. *PLoS One* 6

EVALUCIÓN DE UNA MATRIZ DESCELULARIZADA DE ESPINACA (*SPINACIA OLERACEA*) COMO POSIBLE ANDAMIO CELULAR

Daynally Georgette Borja-González ¹, Adell Victoria Herrera-Morales ¹, Arely Desiré Ortiz-Santos ¹, Lilian Pino-Hernández ¹, Javier Rojas-Díaz ¹, Ramiro Antonino Bernal-Cuevas ¹, Georgina Salud Cortés-Ramírez¹, María José Rivas-Arreola¹.

¹Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México. C.P: 72810.

190425@iberopuebla.mx

Palabras clave: Descelularización, andamio, cultivo celular

Introducción.

Los biomateriales, tradicionalmente se han definido como aquellos materiales (naturales o sintéticos) cuyas aplicaciones están dirigidos para estar en contacto con sistemas biológicos (1). La disponibilidad y compatibilidad de materiales es uno de los mayores desafíos ya que estos deben de cumplir con ciertas características, como lo son: baja toxicidad, buena biocompatibilidad y en algunos casos, la biodegradabilidad juega un papel fundamental (2).

Actualmente, existen diferentes materiales que pueden ser utilizados como andamios, también existen distintas técnicas de fabricación de biomateriales que en la búsqueda de recrear el ambiente extracelular de los tejidos en donde se desea utilizar. Por lo anterior, el objetivo del proyecto es evaluar el potencial de una matriz descelularizada de hojas de *Spinacia oleracea* como andamio celular con posible potencial para la regeneración de tejidos.

Metodología. En este estudio se utilizaron hojas de *Spinacia oleracea* para evaluar tres metodologías de descelularización. Para reforzar la matriz descelularizada se realizó un recubrimiento con diferentes polímeros y la mezcla de un par de ellos (gelatina, quitosano, colágeno y colágeno-quitosano). A todas las muestras obtenidas se les realizaron pruebas de secado, hinchamiento, evaluación de difusividad en nervios foliares. En el caso de las muestras cuyo recubrimiento incluía quitosano, la actividad antimicrobiana para *E. coli* se evaluó con un antibiograma. Se realizó la prueba de MTT para evaluar la citotoxicidad para el cultivo celular de fibroblastos 3T3. Finalmente, se evaluó la adhesión celular a las matrices descelularizadas con y sin recubrimiento por medio de fluorescencia haciendo una tinción con naranja de acridina.

Resultados. Se realizaron diferentes métodos para la descelularización, de los cuales se determinó que el método de calentamiento es el más efectivo, (a 70°C con 140 rpm sumergiendo la hoja durante 3h o hasta la ausencia de clorofila) la figura 1 presenta la estructura

descelularizada. sin embargo, las matrices obtenidas son de apariencia y manejo frágil. Las estructuras obtenidas son resistentes al secado y el proceso de hinchamiento (0.0792g±0.0294; 348.33%±115.38). Los recubrimientos hechos con los biopolímeros demostraron que pueden aumentar la resistencia del andamio.

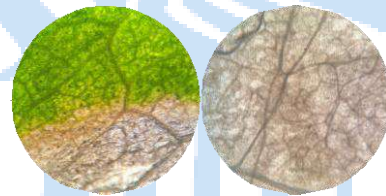


Figura 1. Estructuras descelularizadas de las hojas de espinaca. Microscopio óptico Zeiss; 20x

En cuanto al recubrimiento, se demostró que el colágeno aportó estructura y resistencia para la manipulación de los andamios con los fibroblastos 3T3 en el sistema vascular de la hoja. Por su parte, el recubrimiento con quitosano provee propiedades antimicrobianas a la matriz de *Spinacia oleracea*. Las pruebas de citotoxicidad por MTT demuestran que la línea celular 3T3 se adhiere con facilidad a las 24 y 72 h de cultivo a las matrices evaluadas.

Conclusiones.

El método de descelularización por calentamiento a 70°C con 140 rpm sumergiendo durante 3h permite la obtención de una matriz descelularizada con buena difusividad a través de los nervios foliares que facilita la adhesión y organización de la línea celular 3T3. Se requieren estudios posteriores para ampliar la caracterización de la matriz obtenida.

Agradecimiento. Agradecemos al Instituto de Diseño e Innovación Tecnológica (IDIT) de la Universidad Iberoamericana Puebla por todas las facilidades en el desarrollo de este proyecto.

Bibliografía.

1. Ratner B. D., Hoffman A. S., Schoen F. J., Lemons (2004). JBS.
2. Adamski, M., Fontana, G., Gershlak, J., Gaudette, G Hau, D., y Murphy, W. (2018). *NCBI*

EVALUACIÓN DE LA GENERACIÓN DE TEJIDO CARDIACO *IN VITRO* CON EL USO DE BIORREACTORES DE PERFUSIÓN Y ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA.

Emmanuel Francisco S., Nancy G. Viveros M., Mario García L, Álvaro R. Lara R., Marcela Salazar G, Nohra E. Beltrán V., Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, PCNI, CDMX 05348, emfrasso@gmail.com

Palabras clave: biorreactor eléctrico, andamio 3D, ingeniería de tejidos

Introducción. Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo, de las cuales las cardiopatías isquémicas son las de mayor incidencia, por ejemplo, el infarto agudo al miocardio (IAM) (1). Existen diferentes estrategias que buscan contrarrestar los índices de mortalidad de dichas enfermedades, tal es el caso de la ingeniería de tejido cardiaco; la cual se enfoca en el desarrollo *in vitro* de tejido muscular cardiaco para usos terapéuticos, a partir de biomateriales (andamios y nanopartículas), células y biorreactores (2).

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la perfusión y de la estimulación eléctrica sobre el cultivo de células cardiacas en andamios 3D para desarrollar tejido muscular cardiaco *in vitro*.

Metodología. Se sembraron células cardiacas de rata neonatal (edad: 3 días) en andamios de alginato-quitosano ($D_i = 5$ mm, $\delta = 1$ mm) a una densidad de 6.8×10^7 células/cm³ (constructo). Dos tipos de constructos fueron generados: 1) Control: 7 días en cultivo estático y 2) Biorreactor (BR): 3 días en cultivo estático + 4 días en cultivo dinámico en BR con perfusión (0.5 mL/min) y estimulación eléctrica (5 V, 1 Hz, 2 ms). Después de 7 días de cultivo los constructos fueron procesados con técnica histológica estándar, se realizaron cortes a diferentes profundidades con Hematoxilina & Eosina (H&E) y se evaluó la expresión de proteínas cardiacas mediante inmunohistoquímica para conexina 43 (Cx43), tropomiosina (TPM) y troponina T (TnT). Se cuantificó el área celular y la expresión de las proteínas cardiacas. Al menos 3 esferoides por nivel de cada tipo de constructo se consideraron para el análisis estadístico realizado con GraphPad Prism 7.0.

Resultados. Las células cardiacas en ambos tipos de constructos formaron estructuras circulares denominadas esferoides cardiacos, similares a los reportados en otros trabajos (3). Los cortes con H&E a diferentes profundidades mostraron que los constructos BR tienen mayor densidad de esferoides respecto a los constructos Control. Además, su distribución es homogénea en dirección radial y

longitudinal. Esta distribución no se encuentra en los constructos Control donde la mayoría de esferoides se encuentran en la superficie y periferia del andamio. Esto puede indicar que la perfusión, al proporcionar mayor cantidad de nutrientes y oxígeno en regiones profundas del andamio, favorece la migración celular al interior del constructo 3D y en general aumenta la viabilidad celular. La perfusión también tiene un efecto positivo en la estructura de los esferoides. Los esferoides de los constructos BR son 2.5 veces más grandes que los esferoides de los constructos Control: ($4888 \pm 1109 \mu\text{m}^2$ Vs $1815 \pm 330.1 \mu\text{m}^2$). Además, los esferoides BR poseen estructura compacta y definida en contraste con los esferoides Control que son amorfos y con menor grado de compactación.

Por otro lado, la mayor expresión de Cx43, TnT y TPM en los esferoides del grupo BR, indica mayor grado de madurez estructural y funcional respecto a los esferoides del grupo Control: Cx43 (1587 ± 332.6 Int.Total Vs 499.3 ± 47.01 Int.Total), TnT (511.5 ± 97.26 Int.Total Vs 436.3 ± 102 Int.Total) y TPM (1531 ± 402.2 Int.Total Vs 283.5 ± 48.01 Int.Total); lo cual puede estar vinculado con las bondades de la estimulación eléctrica, la cual favorece y promueve la comunicación y contracción celular.

Conclusiones. El cultivo de células cardiacas *in vitro* con estimulación eléctrica (5 V, 1 Hz, 2 ms) y perfusión (0.5 mL/min) ayuda a generar constructos cardiacos con esferoides cardiacos 2.5 veces más grandes, con distribución homogénea, integridad estructural y maduros respecto al grupo Control; por lo que nuestro biorreactor favorece y acelera el desarrollo de tejido muscular cardiaco *in vitro* y podría utilizarse para generar tejido muscular cardiaco *in vitro* con fines terapéuticos.

Agradecimiento. Al PNCI UAM-C, al HIMFG y al CONAcYT por el apoyo académico y económico.

Bibliografía.

1. Who.int. (2023) Las 10 principales causas de defunción
2. Akbarzadeh, A., Sobhani, S., Soltani Khaboushan, A., Kajbafzadeh, A. M. (2023) *Bioengineering*. 10(1): 106.
3. Liu Y, Zhang Y, Mei T, Cao H, Hu Y, Jia W, Wang J, Zhang Z, Wang Z, Le W, Liu Z. (2022) *Adv Sci (Weinh)*. 9 (9):2104299.

ENSAYO DE BIOCOMPATIBILIDAD *IN VIVO* DE UN ANDAMIO NATURAL FUNCIONALIZADO CON NANOPARTICULAS DE ORO

Nancy G. Viveros-Moreno, Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-Cuajimalpa, C.P 05300. Mario García-Lorenzana, Departamento de Biología de la Reproducción, UAM-Iztapalapa, C.P 09310. Marcela Salazar-García, Hospital Infantil de México Federico Gómez, CDMX, C.P 06720. Eduardo Peña-Mercado, Departamento de Procesos y Tecnología, UAM-Cuajimalpa. C.P 05300. Alfredo Martínez, Center for Biomedical Research of La Rioja, España, C.P 26006. Josune García-Sanmartín, Center for Biomedical Research of La Rioja, España, C.P 26006. Nohra E. Beltrán-Vargas, Departamento de Procesos y Tecnología, UAM-Cuajimalpa. C.P 05300. nviverosmoreno@gmail.com

Palabras clave: Alginato-quitosano, nanopartículas de oro, ingeniería de tejido cardíaco

Introducción. La ingeniería de tejido cardíaco presenta avances prometedores en la generación de tejido *in vitro*. Sin embargo, la eficacia del dispositivo se ve comprometida por la reacción de cuerpo extraño que se desencadena posterior a su implantación (1). La intensidad de la respuesta está determinada por la composición fisicoquímica del biomaterial, lo que conduce al reclutamiento y reactividad de ciertos mediadores celulares. El uso de biomateriales naturales y la funcionalización del andamio con nanopartículas de oro (NpAu) podrían mejorar el reclutamiento celular y propiciar un fenotipo antiinflamatorio, mejorando la biocompatibilidad de los dispositivos. El objetivo del presente trabajo es evaluar la biocompatibilidad de un andamio de alginato-quitosano funcionalizado con NpAu.

Metodología. Andamios de alginato-quitosano 0.75-1.25%p/v (Alg-Cs), funcionalizados con nanopartículas de oro (Alg-Cs + NpAu), y con oro recubierto de alginato (Alg-Cs + NpAuAlg), fueron implantados vía subdérmica en ratas de la cepa Wistar (n=4). Después 3, 7 y 25 días posteriores a la implantación, el andamio y el tejido circundante fue colectado y se procesó para su análisis histológico mediante hematoxilina-eosina (H&E) y Tricrómica de Masson. El ARN total se aisló de la sección de tejidos de parafina y se obtuvo el cDNA. Las transcripciones se amplificaron mediante PCR en tiempo real según García-Sanmartín, 2022 (2).

Resultados. La implantación del andamio genera una respuesta a cuerpo extraño, que se resuelve de manera favorable, con la formación de tejido de granulación posterior a los 25 días, en los tres grupos. La intensidad de la reacción evaluada a través del espesor de la cápsula es similar entre grupos y disminuye de manera significativa a los 25 días. La funcionalización del dispositivo con NpAu y NpAuAlg, disminuye la expresión de marcadores asociados a la

muerte celular por apoptosis y del reclutamiento de leucocitos polimorfonucleares, lo que sugiere una mayor compatibilidad con el tejido huésped. Del mismo modo, se previene la formación de células gigantes de cuerpo extraño (FBGC), células relacionadas al desarrollo de una reacción inflamatoria crónica y a la encapsulación del andamio (Fig. 1). Finalmente, se observó un incremento de la expresión de marcadores de vasos sanguíneos en el grupo NpAu.

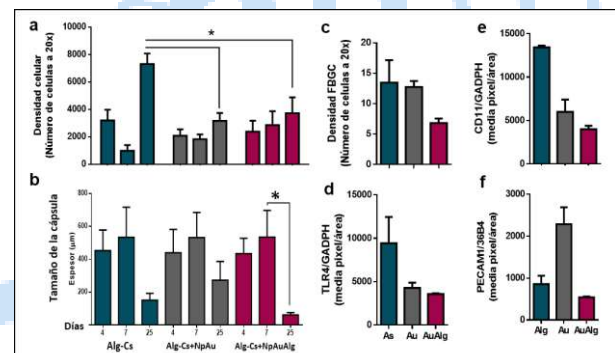


Fig. 1. Media \pm error estándar del infiltrado celular (a), desarrollo y engrosamiento de la cápsula (b), densidad de FBGC (c) y expresión en tiempo real de marcadores asociados a apoptosis (d), polimorfonucleares (e) y vasos sanguíneos (f). *p<0.05

Conclusiones. La funcionalización de los andamios con NpAu mejora los indicadores de biocompatibilidad y promueve el aumento de los vasos sanguíneos. Lo anterior podría propiciar un ambiente adecuado para el cultivo de células y su uso en ingeniería de tejidos.

Agradecimiento. Los autores agradecen el apoyo y las facilidades brindadas por CONACyT, HIMFG y SECTEI.

Bibliografía.

- Karkanitsa, M., Fathi, P., Ngo, T. and Sadtler, K. 2021. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 9:730938
- García-Sanmartín J, Narro-Íñiguez J, Rodríguez-Barbero A, Martínez A. 2022 *Biology (Basel)*. 11(3):358.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS BIOACTIVOS DE AGUACATE EN UNA LINEA CELULAR DE HEPATOCARCINOMA IN VITRO Y UNA DIGESTION IN VITRO

Fernanda Lizeth Rebolledo Ramírez ¹, [Mayela Govea Salas](mailto:m.govea.salas@uadec.edu.mx) ¹, Rafael Gomes Araújo ², Cristóbal Noé Aguilar González¹, Rosa María Rodríguez Jasso¹, Juan Alberto Ascacio Valdés¹, Roberto Arredondo Valdés¹, Ana María Rivas Estilla³, Sonia Lozano Sepúlveda³, Virginia García Cañas⁴, Carolina Simó Ruiz⁴.

¹ Departamento de investigación en alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, 25280, México.

² Instituto de Materiales Avanzados para la Manufactura Sostenible, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

³ Departamento de Bioquímica y Medicina molecular, Facultad de Medicina UANL, Monterrey, México.

⁴ Grupo de Nutrición molecular y metabolismo, Instituto de Investigación en ciencias de la alimentación, CSIC, Madrid, España.

(*) Email: m.govea.salas@uadec.edu.mx

Palabras clave: aguacate, compuestos bioactivos, antioxidante.

Introducción. La cáscara y la semilla de aguacate son una fuente rica de compuestos bioactivos como catequinas, proantocianidinas, flavonoides y ácidos hidroxicinámicos, que les confieren propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antiproliferativas, antivirales, entre muchas otras (1). Esto permite un gran número de aplicaciones, en industrias del área farmacéutica, alimentaria, cosmética, entre otras, por lo que su extracción es prometedora.

El objetivo de esta investigación se centra en evaluar la capacidad antioxidante de cáscara y semilla de aguacate, aplicado a una línea celular in vitro y un modelo de digestión in vitro.

Metodología. Utilizando la extracción asistida por microondas, se obtuvieron extractos acuosos y etanólicos de residuos de cáscara y semilla de aguacate. Los extractos se purificaron en columna de amberlita para la recuperación de los compuestos bioactivos. Se realizaron pruebas antioxidantes mediante DPPH, ABTS y Folin-Ciocalteu. Se probaron los extractos etanólicos a diferentes concentraciones sobre la línea celular Huh7. Y se efectuó una digestión in vitro de los extractos etanólicos por el método INFOGEST.

Resultados. En las pruebas antioxidantes, los extractos etanólicos presentaron un alto contenido de polifenoles, para Folin-Ciocalteu 603.13 ± 0.02 y 738.38 ± 0.03 mgEAG/gr de extracto de semilla y cáscara respectivamente; DPPH 366.12 ± 0.17 y 208.18 ± 0.16 mgET/ gr de extracto; ABTS 392.50 ± 0.29 y 382.10 ± 0.53 mgET/gr de extracto de semilla y cáscara. En la evaluación antioxidante de los extractos

en la simulación de digestión in vitro, se realizó la prueba folin-ciocalteu para cada fase. Semilla fase oral 1249.11 ppm, fase gástrica 654 ppm, fase intestinal 181.78 ppm. Cáscara fase oral 1868.11 ppm, fase gástrica 966.44 ppm, y fase intestinal 355.78 ppm. Se evaluó la citotoxicidad sobre células de Huh7 mediante MTT, donde se observó una disminución de la viabilidad celular de hasta un 70% desde la concentración mas baja de 62.5 mg/ml

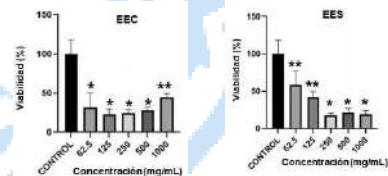


Fig.1. Viabilidad de células expuestas al extracto etanólico de cáscara y semilla de aguacate.

Conclusiones. Los extractos de residuos de aguacate poseen un alto contenido de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante y antiproliferativa. De esta manera, se plantea que dichos extractos sean aplicados en diferentes industrias gracias a los beneficios que pueden aportar.

Agradecimiento. Se agradece el apoyo brindado al Departamento de Bioquímica y Medicina molecular de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Bibliografía.

- Velderrain G, Quero J, Osada J, Martin O, Rodriguez M. (2021) Phenolic-Rich Extracts from Avocado Fruit Residues as Functional Food Ingredients with Antioxidant and Antiproliferative Properties. MDPI, Biomolecules,7:977.

ENGINEERING HUMAN HEMATOPOIETIC STEM CELLS FOR EX VIVO NEUTROPHIL PRODUCTION

Alejandra López-Arredondo, José Antonio Cruz-Cardenas, Marion E. G. Brunck. Tecnológico de Monterrey, School of Engineering and Sciences, Monterrey, N.L. CP 64849. Presenting author: alejandra.lopez.arredondo@tec.mx.

Keywords: HSPCs, neutrophils, immortalization.

Introduction. Neutrophils are the most abundant type of leukocytes in human blood. As the first line of the immune response, neutrophils play an important role in containing and treating infections. Neutrophils are used in specific cases as therapeutic option in neutropenic patients, but are also investigated as applications in immunotherapy (1). However, *in vitro* studies of human peripheral blood neutrophils are hampered by their short half-life, susceptibility for priming and activation during standard enrichment procedures, and impossible storage. We now differentiate neutrophil-like cells *ex vivo* from human hematopoietic stem and progenitor cells (HSPCs), however the initial yield of HSPC remain an issue as these cells are extremely rare and expensive to obtain (2). A conditionally immortalized HSPC progenitor cell line would solve this problem by supplying a virtually unlimited source of human neutrophil progenitors to produce and study mature human neutrophils *ex vivo*. Therefore, in this work, we aim to establish a conditionally immortalized HSPC line through the time- and drug-restricted expression of HPV E6 and E7 oncoproteins.

Methodology. Briefly, CD34⁺ HSPCs were collected from umbilical cord blood (UCB) and transduced using a third-generation lentiviral system delivering an HPV-E6/E7 Tet-inducible system and a fluorescent tracker gene (Fig 1.), as previously reported (3). Transduced and untransduced cells were differentiated into neutrophils in StemLine II, with SCF, G-CSF and TPO, as previously reported (2). After 15-days of differentiation, the surface markers phenotype (CD11b and CD15), ROS production and phagocytosis was analyzed by flow cytometry.

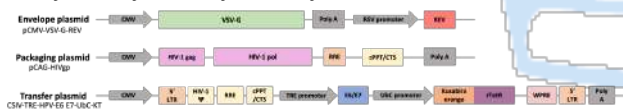


Fig. 1. Immortalization system

Results. We produced high titers of virus able to transduce adherent and suspension cells. We are currently optimizing conditions to transduce and expand HSPCs. Untransduced control CD34⁺ HSPCs

could be differentiated into neutrophil-like cells with >70% of cells exhibiting a CD15⁺/CD11b⁺ phenotype after 15 days of differentiation. Morphological heterogeneity of differentiated cultures was consistent with the various late stages of differentiation and mature neutrophils observed in flow cytometry (Fig. 2). In addition, differentiated neutrophil-like cells showed antimicrobial functions such as ROS production and *S. aureus*-BioParticles phagocytosis rates comparable to that of peripheral blood (PB) neutrophils (Fig. 3).

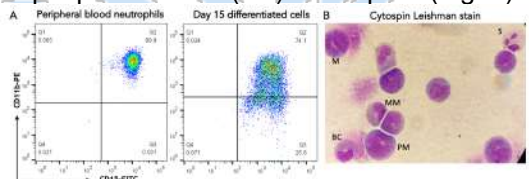


Fig. 2. Representative dot plots from CD11b⁺CD15⁺ cells from PB neutrophils and *ex vivo* differentiated cells from HPSCs (A) and Cytospin Leishman stain showing morphological heterogeneity (B).

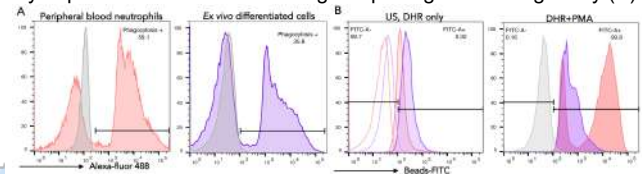


Fig. 3. Representative histograms of *S. aureus*-BioParticles phagocytic capacity (A) and ROS production (B) of PB neutrophils and *ex vivo* differentiated cells from HPSCs.

Conclusions. We differentiate CD34⁺ HSPCs into neutrophil-like cells using growth factors-supplemented chemically defined media. Day 15 differentiated neutrophil-like cells perform neutrophil functions like phagocytosis and ROS production. We have developed a pseudovirus able to transduce adherent and suspension cell lines.

Acknowledgements. To CONACyT for the scholarship #657487 and to CB-FEMSA and ITESM to provide facilities and financial support.

References.

- Price TH, Boeckh M, Harrison RW, McCullough J, et al. (2015). *Blood*. 126(18):2153-61.
- Timmins NE, Palfreyman E, Marturana F, et al. (2009). *Biotechnol. Bioeng.*, 104: 832-840.
- Kurita R, Suda N, Sudo K, Miharada K, Hiroshima T, Miyoshi H, Tani K, and Nakamura Y. (2013). *PLOS ONE* 8(3): e59890.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Área XV. Biotecnología y sociedad

XVC01	BIOTECNOLOGÍA CON IMPACTO SOCIAL: TALLERES PARA INCENTIVAR LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA POST-COVID 19 EN LA SUBCOMISARÍA DE TIXCACAL. Autores: Soledad Cecilia Pech Cohuo, Neith Pacheco.	797
XVC3	ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD, CALIDAD Y COMERCIALIZACIÓN DEL PILONCILLO GRANULAR ARTESANAL. Autores: Ma. del Refugio Pérez Barba, Ma. Alicia de Anda Salazar, Lorena González Suárez, Claudia Escudero Lourdes, Fabiola Palomo González y Marco Antonio Sánchez Castillo.	798
XVC4	PROPUESTA DE UN MANUAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PROVENIENTES DEL PROCESAMIENTO DE CAFÉ EN MÉXICO. Autores: Luz Mariana Pérez Montoya, María de Lourdes León Telles, Ana Karen Azamar Mendoza, Ambar Beatriz Hernández Estrada, Cecilia Bañuelos.	799
XVC6	SECADO SOLAR DE RESIDUOS FRUTALES PROVENIENTES DE COMUNIDADES INDÍGENAS DE YUCATÁN PARA POTENCIAL DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOTECNOLÓGICOS. Autores: Omar Josue Ek Castro, Neith Pacheco, Juan Carlos Cuevas Bernardino, Soledad Cecilia Pech Cohuo.	800
XVC7	LA LUZ SOBRE EL YOGA, ESTADOS DE ÁNIMO Y EL CEREBRO CON FNIRS. Autores: Michelle Goodrick, Edgar Guevara.	801
XVC8	SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS INTELIGENTE: UNA HERRAMIENTA DE REVALORIZACIÓN CON UN RODAJE DE TEORÍA DEL COMPORTAMIENTO PLANEADO EN HUERTO ROMA VERDE, CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO. Autores: Dianyss Linares Ramírez, Piero Barandiaran- Amaya, Yovany Cuetero Martínez.	802
XVC10	EL PAPEL DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA SOBERANÍA ALIMENTARIA: DIÁLOGO DE SABERES EN COMUNIDADES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. Autores: Sergio Valdivia-Rivera, Neith Pacheco, Miguel Oliva-Ruiz, Harumi Hernández-Guzmán, Manuel Alejandro Lizardi-Jiménez.	803
XVC11	“BIOTECNOLOGÍA EN MOVIMIENTO”: UNA EXPERIENCIA EDITORIAL HACIA LA DIVULGACIÓN EFECTIVA DE LA BIOTECNOLOGÍA. Autores: Jaime Padilla, Walter Santos, Mónica Pineda, Enrique Galindo.	804

BIOTECNOLOGÍA CON IMPACTO SOCIAL: TALLERES PARA INCENTIVAR LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA POST-COVID 19 EN LA SUBCOMISARÍA DE TIXCACAL.

Soledad Cecilia Pech Cohuo¹, Neith Pacheco¹, ¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., Subsede Sureste, Carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto Parque Científico Tecnológico de Yucatán, Mérida, Yucatán, México, CP: 97302, spehc@hotmail.com.

Palabras clave: trabajo comunitario, Tixcacal, talleres

Introducción. El municipio de Mérida está conformado por 11 comisarías y 36 subcomisarías [1]. Tixcacal es una subcomisaría, que se encuentra a 10 km al poniente del centro de la ciudad de Mérida, colinda con las comisarías de Opichén y Susulá [2]. Debido a la contingencia del COVID-19 desde el mes de marzo de 2020 los habitantes de Tixcacal vieron mermados sus ingresos, esto a raíz de las restricciones de movilidad y a los eventos multitudinarios decretados en Yucatán [3]. Por lo que este proyecto consistió en la realización de talleres con temática biotecnológica para proporcionar herramientas donde la comunidad en general, tengan más opciones para recuperarse económicamente de esta situación

Metodología. Se llevaron a cabo 10 talleres con temáticas en biotecnología para los habitantes de Tixcacal, Mérida. Además se realizó una miniferia de ciencias para los niños de 5 a 12 años de la comunidad. Se dividieron en dos bloques de acuerdo a las fechas de impartición, con la participación de investigadores, estudiantes de posgrado y licenciatura. Los objetivos fueron: potenciar las habilidades de las mujeres de Tixcacal, en la elaboración de diferentes productos que pueden obtener del cultivo de plantas en sus patios, así como vincular a la subcomisaria con centros de investigación, universidades, y otras comunidades rurales para compartir saberes (municipio de Teabo).

Resultados. A continuación, se presentan los talleres que se realizaron en la comunidad: Rescatando nuestra herencia herbolaria medicinal (virtual), Cosmética Natural, Beneficios a la salud de los frutos de la región, Compostaje para fertilización de hortalizas, Aprovechamiento integral de frutos de la región, Plantas de nuestro entorno: su cultivo, aplicaciones y el COVID-19, Aprovechamiento de residuos agroindustriales como fuente para el desarrollo de materiales en energía solar, Elaboración de alimentos para su conservación, Elaboración de pan y tortillas de harina de trigo, Granjas comunitarias sostenibles.

En la tabla 1 se describen el número de personas beneficiadas de los talleres y las actividades, así como los participantes.

Tabla 1. Resultados de los talleres realizados en la comunidad de Tixcacal.

Resultados	Número
Personas beneficiadas (virtual)	50-63
Personas beneficiadas (presencial)	33
Niños de la comunidad en la miniferia	70
Investigadores participantes	9
Posdoctorados participantes	3
Estudiantes de posgrado participantes	7
Estudiantes de licenciatura participantes	6
Comunidad para compartir saberes	1 (Teabo)

Conclusiones. Los resultados del proyecto comunitario se difundieron en la página de facebook <https://www.facebook.com/Talleres-Quixar-102233755789190>, donde se puede encontrar la evidencia fotográfica de cada uno de los talleres impartidos. Las mujeres de Tixcacal al final de los talleres comenzaron a organizarse para emprender algún negocio con los conocimientos adquiridos, además motivadas por una visita inesperada de la secretaria de emprendedores del Ayuntamiento de Mérida quien les ofreció un espacio para la venta de sus productos.

Agradecimiento. Al Programa de Estancias Posdoctorales para Mujeres Mexicanas Indígenas en Ciencia, Tecnología Ingenierías y Matemáticas, de CONACYT - CIESAS- IDRC.

Bibliografía.

1. Lugo Pérez, J. A., & Tzuc Canché, L. (2011). *Estudios de la . Cultura Maya*, 37.
2. Ayuntamiento de Mérida. (2018-2021). Comisarías y Subcomisarías del Municipio de Mérida. Acceso: 24 de abril, 2022.
3. Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, 6 34010 72 (2020). www.yucatan.gob.mx

ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD, CALIDAD Y COMERCIALIZACIÓN DEL PILONCILLO GRANULAR ARTESANAL.

Ma. del Refugio Pérez Barba, Ma. Alicia de Anda Salazar, Lorena González Suárez, Claudia Escudero Lourdes, Fabiola Palomo González y Marco Antonio Sánchez Castillo

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., 78210. masanchez@uaslp.mx

Palabras clave: Desarrollo Sostenible, Piloncillo artesanal, Normativa

Introducción. El bienestar y el desarrollo económico de comunidades rurales de bajo nivel socioeconómico dependen, entre otros factores, de una adecuada operación de las unidades agroindustriales en las cuales transforman las materias primas naturales en productos de valor agregado y de la comercialización de los mismos sin la intervención de intermediarios, quienes típicamente se quedan con los mayores beneficios económicos. En el último año, el grupo de trabajo ha contribuido a la optimización de las diferentes etapas de la cadena de producción de piloncillo artesanal en comunidades Teenek de la Huasteca Potosina. Además, ha propuesto procesos de capacitación en emprendimiento social, para promover la directa comercialización del pilón industrial y del piloncillo granular por parte de los productores. Recientemente, el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas contribuyó a incrementar la productividad de piloncillo granular a nivel regional, financiando el establecimiento de unidades productivas de piloncillo granular, cuya calidad no ha sido evaluada y para el cual no hay un proceso de comercialización directa. El objetivo fue caracterizar piloncillo granular de 5 unidades productivas en diferentes comunidades, para validar el cumplimiento de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, así como para determinar el contenido nutricional del producto. A partir de esta información se implementaron los ajustes necesarios para uniformar la calidad del piloncillo granular y facilitar su comercialización a mayor escala.

Metodología. Las muestras de piloncillo granular artesanal obtenidas se muestran en la Figura 1.



Fig. 1 Piloncillo granular artesanal de diferentes comunidades. De acuerdo con la normativa vigente, PROY NMX-F-596 SCFI-2015, para cada una de las muestras de piloncillo granular se realizaron los siguientes análisis: Contenido de humedad, cenizas totales, granulometría, actividad de agua y pH. Para la determinación del contenido nutricional se analizaron: proteínas, grasas totales y azúcares totales. Se

cuantificaron los metales pesados As y Pb y se realizaron estudios microbiológicos para identificar la presencia de organismos mesófilos aerobios, hongos, levaduras, *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*. Se determinaron también características organolépticas: aspecto, tonalidad, sabor y olor.

Resultados. Los resultados fisicoquímicos indican que los parámetros de las 5 muestras están dentro de los rangos de la norma, al igual que los metales pesados. Los productos exhibieron bajos contenidos de humedad y, en consecuencia, una buena condición higiénica. Las características organolépticas fueron aceptables, de acuerdo con la norma, a pesar de que el color y sabor de los productos sugiere calidad heterogénea e impide su mezclado para comercialización. Un análisis más detallado atribuyó las diferencias a la variedad de caña, las características del suelo y a las condiciones de procesamiento, en particular con la definición del “punto”, en el cual se tiene el nivel de grados Brix necesario para que la miel en proceso forme el granulado. Con base a estos resultados, se estableció un programa de capacitación para productores rurales para que realicen algunos ajustes técnicos necesarios para uniformar las características del producto y facilitar su comercialización en condiciones económicas preferentes: a) selección de la variedad de caña y cuidado de la tierra, b) cinética de concentración de sacarosa, c) definición del “punto” con parámetros técnicos, d) control de higiene en la producción y envasado; e) estrategia estandarizada de granulado, molienda y tamizado, f) gestión de la marca y asociación de productores.

Conclusiones. A partir de la caracterización de las muestras se identificaron e implementaron soluciones a las necesidades de productividad, calidad y comercialización de piloncillo granulado en zonas de alta marginación social y económica.

Agradecimiento. Por el apoyo de CONACYT a través del Proyecto PRONACES 321073.

Bibliografía.

- 1) Sánchez Castillo M.A. y col., Informe del año 1, Proyecto PRONACES 321073, CONACYT, 2023.
- 2) PROY NMX-F-596 SCFI-2015.

PROPUESTA DE UN MANUAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PROVENIENTES DEL PROCESAMIENTO DE CAFÉ EN MÉXICO

Luz Mariana Pérez Montoya^{a,b*}, María de Lourdes León Telles^b, Ana Karen Azamar Mendoza^b, Ambar Beatriz Hernández Estrada^b, Cecilia Bañuelos^a

^a Programa de Doctorado Transdisciplinario en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, CP. 07360. imperez@cinvestav.mx. ^b Programa Educativo de Ingeniería Química, Unidad de Estudios Superiores Tultitlán, Universidad Mexiquense del Bicentenario, CP. 54910. luz.perez@umb.mx

Palabras clave: biorrefinería, sustentabilidad, residuos de café

Introducción. La caficultura es una de las actividades más importantes en el estado de Chiapas. Se llevan a cabo dos etapas principales: 1) Beneficio húmedo, que consiste en un primer lavado, despulpado, fermentado y un segundo lavado. En esta etapa se genera agua residual y residuos de pulpa y mucílago; 2) Beneficio seco, que consiste en el secado, descascarillado, tostado y molienda. Durante esta etapa se generan residuos de cascarilla y en la cata del café la borra. Actualmente la mayoría de las Fincas Cafetaleras en México no cuentan con un protocolo para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de estos residuos. Un Plan de Manejo de Residuos Sólidos es un instrumento que permite maximizar la valorización de residuos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el diagnóstico básico de la gestión integral de residuos [2]. Es así, que una de las ventajas de contar con un Plan de Manejo de Residuos Sólidos es que es posible proponer estrategias de mejora en el corto plazo para revertir, dentro de lo posible, los impactos ambientales actuales. Además, el contar con este tipo de instrumentos, permitiría a México cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, marcados en la Agenda 2030, en donde la aplicación de conceptos de la bioeconomía circular sea el eje de trabajo principal [3].

Metodología. Para lograr el desarrollo de esta propuesta será necesario llevar a cabo dos fases metodológicas: 1) Determinar experimentalmente, por la técnica de peso seco, los rendimientos de café a partir de una cereza. Se considerará el promedio y la desviación estándar de cinco datos y sus pesos en las siete etapas del proceso de café. 2) Partiendo de los rendimientos antes establecidos, se diseñará un Manual para la Gestión Integral de Residuos Agrícolas del proceso de café. En esta fase, se tomará como caso de estudio a la comunidad cafetalera "Productores Orgánicos del Tacaná", entrevistando a su líder productor. Además, se buscará la normativa mexicana que se relacione a los límites máximos

permisibles de compuestos que dañan al ambiente y que son generados por los residuos. Finalmente, se realizaron propuestas para la minimización y valorización de estos residuos.

Resultados. Hasta el momento se han determinado experimentalmente los rendimientos de café y la generación de residuos que surgen de las diferentes etapas.

Tabla 1. Porcentaje de residuos generados durante las diferentes etapas del procesamiento de café.

No. de muestra	Beneficio húmedo				Beneficio seco				% residuos generados
	Cereza de café (g)	Cascara con pulpa (g)	Grano con mucílago (g)	pH del agua	Café pergamino (g)	Cascarilla (g)	Grano sin cascarilla (g)	Café molido (g)	
1	1.9292	0.6434	1.2858	6	0.1628	0.0293	0.1326	0.1062	95 %
2	1.8341	0.5812	1.2529	6	0.2285	0.0348	0.1923	0.1560	92 %
3	1.9834	0.6541	1.3293	6	0.2437	0.0367	0.2067	0.1745	92 %
4	1.4135	0.4540	0.9595	6	0.1828	0.0279	0.1542	0.1180	93 %
5	1.3681	0.4706	0.8975	6	0.1275	0.0224	0.1030	0.0970	92 %

Conclusiones. Con base a los resultados experimentales de generación de residuos a partir de una cereza de café, mismo que en promedio es del 93%, así como de la investigación bibliográfica y de campo realizada hasta el momento ha sido posible proyectar que, en México, en temas de gestión de residuos agrícolas se tiene un panorama alarmante, porque no solo no se aprovecha el potencial energético de estos residuos, sino que, su mala disposición, ha contribuido al calentamiento global. Se estima que el Manual para la Gestión Integral de Residuos Agrícolas del proceso de café será un punto inicial y medular para tomar acción en beneficio del ambiente y del sector social dedicado a la caficultura en nuestro país.

Bibliografía

- [1] Pérez-Berlanga, Gustavo; Vargas Carlos. "Tacaná, Historia de un proyecto de café socialmente responsable en Chiapas, México", (Proyecto M2050), p. 40-50, (2019).
- [2] Ruiz-Morales, M., "Contexto y evolución del plan de manejo integral de residuos sólidos en la universidad iberoamericana ciudad de México", (Revista internacional de contaminación ambiental), 33 (2), p. 337-346, (2017).
- [3] Hernández, R. E., and J. Céspedes. "Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial." Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 7.2, p. 126-133, (2020).

SECADO SOLAR DE RESIDUOS FRUTALES PROVENIENTES DE COMUNIDADES INDÍGENAS DE YUCATÁN PARA POTENCIAL DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOTECNOLÓGICOS

Omar Josue Ek Castro¹, Neith Pacheco², Juan Carlos Cuevas Bernardino³, Soledad Cecilia Pech Cohuo², ¹Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán, Oxtutzcab, Yucatán, CP: 97880, ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., Subsede Sureste, Carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto Parque Científico Tecnológico de Yucatán, Mérida, Yucatán, México, CP: 97302, ³CONACyT-CIATEJ Carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto Parque Científico Tecnológico de Yucatán, Mérida, Yucatán, México, CP: 97302, spehc@hotmail.com.

Palabras clave: *secado solar, residuos frutales, cinética de secado*

Introducción. La contingencia del COVID-19 afectó a las comunidades indígenas de Yucatán, mermando sus ingresos económicos a raíz de las medidas de confinamiento. Por lo que para la reactivación económica el desarrollo de productos a partir de residuos frutales podría ser útil. De residuos como cáscaras de frutas pueden obtenerse compuestos como polifenoles y biopolímeros [1]. El uso del secado solar, podría facilitar el proceso de obtención incentivando la conservación de propiedades y disminuyendo los costos [2]. En este estudio se compara la eficiencia del uso del secado solar contra el secado por convección de cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), proveniente del municipio de Tekax, y de plátano (*Musa sapientum*, L) de la subcomisaria de Tixcacal, Mérida, ambos en Yucatán.

Metodología. Se pesaron 100 g de cáscara de naranja y 10 g de cáscara de platano para cada tipo de secado. Para el secado solar, el material fue colocado en una charola y se llevó al secador solar indirecto tipo gabinete (Fig. 1a), la variación de temperatura se registró durante 12 h dividido en 2 días. Los registros de la temperatura y contenido de humedad se realizaron a 3, 6, 9 y 12 horas hasta alcanzar peso constante. Para el secado convencional se utilizó un horno de secado (modelo 9023A, ECOSIEL) (Fig. 1b) durante 12 h continuas. La determinación de humedad se realizó con base a la metodología descrita en la (NMX-F-066-S-1978).

Resultados. En la curva de secado de la cáscara de naranja se observa una diferencia en el proceso, pues el tratamiento convencional requirió 3 horas para reducir una cantidad considerable de humedad y el tratamiento de secado solar requirió de 9 horas (Fig. 2a). Para el proceso de secado de la cáscara de plátano (Fig. 2b) no se encontró una variación considerable en cuanto al tiempo de secado y pérdida del contenido de humedad. Para ambos residuos se observó que la velocidad de secado fue mayor al

utilizar el proceso convencional. Se sugiere realizar estudios proximales de los residuos así como de propiedades bioactivas para corroborar la conservación de éstas, al usar los dos tipos de secado.

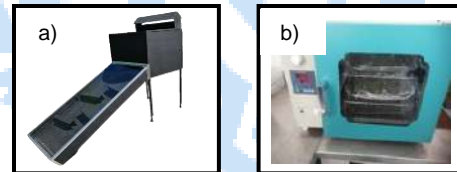


Fig. 1. a) Secador solar indirecto tipo gabinete y b) Horno de secado convencional.

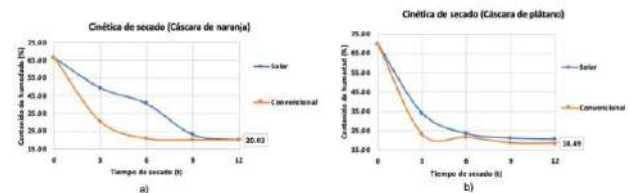


Fig. 2. Curvas de la cinética de secado para a) cáscara de naranja y b) cáscara de plátano.

Conclusiones. El uso del secado solar en comparación con el convencional puede considerarse como una alternativa sustentable y económica, para evitar el uso de combustibles fósiles. Así mismo al emplearse en las comunidades indígenas de Yucatán, para aprovechar los residuos frutales y la cantidad de luz solar que se recibe anualmente en la zona, podría representar una opción viable para el desarrollo de productos biotecnológicos.

Agradecimiento. Al Programa de Estancias Posdoctorales para Mujeres Mexicanas Indígenas en Ciencia, Tecnología Ingenierías y Matemáticas, de CONACyT- CIESAS- IDRC, por el financiamiento para este estudio.

Bibliografía. 1. Téllez, B. C., Castillo-Téllez, M., Sierra, J. C. O., González, J. A. G., Estrella, C. J. H. (2019). *Ing.*, 23(2), 28-36.
2. Hernández, J., Martínez, O., Quinto, P., Cuevas, J., Acosta, R., Aguilar, J. O. (2010). *Rev. Ibero-Am. Tecnol. Postcosecha*, 10(2), 120-127.

LA LUZ SOBRE EL YOGA, ESTADOS DE ANIMO Y EL CEREBRO CON fNIRS

Michelle Goodrick, Edgar Guevara

Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACYT), Universidad de San Luis Potosí, Sierra Leona #550, Lomas 2ª. Sec., CP78210. San Luis Potosí, SLP, Mexico.

Michelle Goodrick: a363216@alumnos.uaslp.mx

Espectroscopia funcional en el cercano infrarrojo (fNIRS), Yoga, Trastornos de Animo

Introducción. La falta de bienestar (*i.e.* depresión, ansiedad) es uno de los problemas de salud pública más importantes en la población actual (1) e investigaciones científicas recientes han concluido que la práctica de yoga tiene un efecto positivo significativo en los trastornos del estado de ánimo(2). Sin embargo, investigadores de múltiples disciplinas reconocen la necesidad de especificar marcadores biológicos que caractericen el bienestar, para prevenir patologías más serias, así como cuantificar la eficacia de tratamientos psico-corporales como el Yoga. La actividad en la corteza prefrontal (PFC) ha sido identificada como un marcador biológico clave. En pacientes diagnosticados con trastornos de ánimo mostrando una reducción de oxihemoglobina (HbO) al respecto a los controles sanos (3).

Por lo tanto, el objetivo de la investigación actual se enfoca en medir la actividad de la PFC antes, durante y después de una práctica física de Hatha Yoga medida por fNIRS.

Metodología. Aplicamos la tecnología de neuroimagen basada en la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIRS) para registrar cambios relativos de oxi y desoxihemoglobina (HbR) en la PFC antes, durante y después de la práctica de yoga evaluando tareas de fluidez verbales (VFT) en 12 participantes con edades de 25 - 68 años ($M = 44.6$, $SD = 13.6$) 25% hombres, 75% mujeres.

Resultados. Se observó un cambio significativo en los niveles de HbO en la PFC durante una postura en la práctica de Yoga (Fig. 2) así también como un incremento significativo en los niveles de HbR al efectuar la tarea VFT después de la práctica de yoga (Fig. 1).

Fig. 1. Cambio significativo de HbR en los canales 1,2, 22, 17 y 18 durante la tarea verbal despues de completar 25 minutos de Yoga.

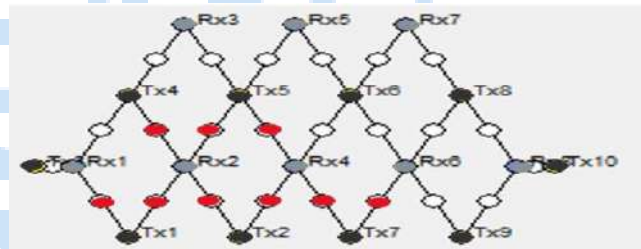


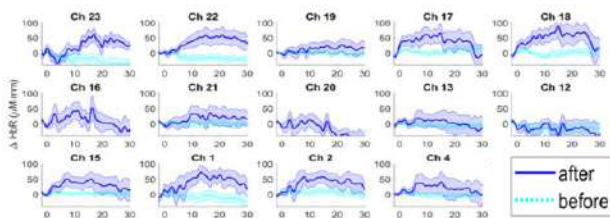
Fig 2. Canales en rojo muestran un cambio significativo en niveles de HbO durante la postura B.

Conclusiones. Estudios previos de imágenes cerebrales han indicado que una disminución de actividad cerebral en el PFC se correlaciona positivamente con los trastornos del estado de ánimo. Los resultados del estudio actual de 12 voluntarios de 25 – 68 años muestran cambios significativos en HbO y HbR en el PFC durante y después de una práctica de yoga. Estos resultados podrían ofrecer una explicación cuantitativa biológica a los estudios previos que emplearon entrevistas y escalas auto-informadas, los cuales observaron una mejora en el estado de ánimo después de participar en la práctica de yoga.

Agradecimiento. A CONACYT por la beca 1241565 y los proyectos 528 y 20884.

Bibliografía.

- Moore, T. H. M., Kesten, J. M., López-López, J. A., Ijaz, S., McAleenan, A., Richards, A., & Gray, S., (2018). The effects of changes to the built environment on the mental health and well-being of adults: Systematic review. *Health and Place* (Vol. 53).
- Dawel, A., Shou, Y., Smithson, M., Cherbuin, N., Banfield, M., Calear, A. L., Farrer, L. M., Gray, D., Gulliver, A., Housen, T., McCallum, S. M., Morse, A. R., Murray, K., Newman, E., Rodney Harris, R. M., & Batterham, P. J. (2020). The Effect of COVID-19 on Mental Health and Wellbeing in a Representative Sample of Australian Adults. *Frontiers in Psychiatry*, 11.
- Feng, K., Law, S., Ravindran, N., Chen, G., Ma, X., Bo, X., Zhang, X.-Q., Shen, C., Li, J., Wang, Y., Liu, X., Sun, J., Hu, S., & Liu, P. (2021). Differentiating between bipolar and unipolar depression using prefrontal activation patterns: Promising results from functional near infrared spectroscopy (fNIRS) findings. *Journal of Affective Disorders*, 281, 476–484.



Sistema de manejo de residuos inteligente: una herramienta de revalorización con un rodaje de teoría del comportamiento planeado en Huerto Roma Verde, Ciudad de México, México.

Dianyss Linares Ramírez*, Piero Barandiaran- Amaya**, Yovany Cuetero Martínez***,

*Secretaría de Investigación y Posgrado, Instituto Politécnico Nacional, CDMX
07738.dlinaresr@ipn.mx

**Huerto Roma Verde, La Cuadra AC, CDMX 06760.

***Subdirección de Hidráulica y Ambiental, Instituto de Ingeniería, UNAM, CDMX 04510.

Palabras clave: residuos sólidos municipales, biodigestor anaeróbico, Teoría del comportamiento planificado.

Introducción. La fracción orgánica de los residuos sólidos municipales (OFMSW) en la industria de alimentos y hotelería puede generar nuevas formas de valor para la bioeconomía en México a través de la digestión anaeróbica (DA) (Figura 1). Para una implementación efectiva del Sistema de manejo de residuos inteligente (SWS) por sus siglas en inglés, es necesaria la Teoría del Comportamiento Planificado (TCP). La TCP: 1) predice la intención del individuo de participar en un comportamiento en un momento y lugar específicos, 2) vincula las creencias con el comportamiento y 3) da forma a las intenciones de comportamiento del individuo. Como objetivo se tuvo el proporcionar oportunidades verdes de cambio en la industria alimentaria y hotelera mediante la implementación de SWS con la herramienta para aplicar con éxito la bioeconomía a nivel local.

Metodología. El Huerto Roma Verde (HRV) acordó con 6 restaurantes cercanos implementar el HRV-SWS. Del 27.11.2021 al 28.12.2022. se brindó capacitación y sensibilización para una correcta implementación de SWS al personal de los restaurantes. Los residuos revalorizados comprendieron: materiales orgánicos, reciclables y no reciclables, los cuales fueron pesados y caracterizados para su posterior uso en el biodigestor. El OFMSW fue revalorizado a través de un sistema HomeBiogas® AD con un volumen de 2.1 m³, operado a temperatura ambiente (16°C-24°C) sin agitador y control de temperatura para producir biogás y digestato líquido (DL). El biogás y el DL se utilizan en el HRV como combustible en la cocina y como biofertilizante para producir alimentos orgánicos.

Resultados: Los 6 restaurantes produjeron en promedio 145,4 kg RSU/d; El 73% es OFMSW (Figura 1). Se envían 8,27 Kg de OFMSW/d al sistema (DA)

(Figura 2). El biogás y el digestato líquido (LD) se utilizan en HRV como combustible en la cocina y fertilizante para producir alimentos orgánicos, respectivamente. En contraste con nuestros resultados (Figura 2), Ornelas (2015) informó que el rendimiento de biogás de OFMSW se estima en 343 CH₄ por tonelada de sólidos volátiles.



Fig. 1. SWS basado en la TCP en el Huerto Roma Verde, CDMX.



Fig.2. Condiciones de operación Biodigestor Anaerobio HomeBiogas® en Huerto Roma Verde

Conclusiones. El sistema DA puede ser una gran herramienta para la economía circular, ya que revaloriza el OFMSW en los restaurantes para transformarlo en biofertilizante y biogás.

Agradecimiento. Agradecemos el apoyo y la guía del proyecto 20221264 del IPN

Bibliografía.

- EMcF (2013), Collaborating to change local food system: Milan. Ellen Macarthur Foundation Retrieved from <https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/five-benefits-of-a-circular-economy-for-food> on 23.02.2022.
- INEGI - Institute of Statistics and Geography (2020), Sistema de Cuentas Nacionales de México. Turismo. Nacional y Residuos en CDMX Archived from the original (PDF, in Spanish). Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/temas/turismosat/> on 23.02.2022

EL PAPEL DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA SOBERANÍA ALIMENTARIA: DIALOGO DE SABERES EN COMUNIDADES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Sergio Valdivia-Rivera^a, Neith Pacheco^a, Miguel Oliva-Ruiz^a, Harumi Hernández-Guzmán^a, Manuel Alejandro Lizardi-Jiménez^b, a) Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), Subsede Sureste, Mérida, 97302, b) CONACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de derecho, San Luis Potosí, 78210. npacheco@ciatej.mx

Palabras clave: Soberanía Alimentaria, Dialogo de Saberes, Península de Yucatán

Introducción. El saber de la ciencia ha demostrado una serie de fallas enfrentando los problemas de alimentación. Por otra parte, muchos de los saberes de los pueblos y comunidades tradicionales han permanecido durante siglos, como guardianes de la naturaleza (1). El saber científico y el saber de las comunidades debería ser integrado en un proceso no jerárquico y no colonial, pues mediante un proceso dialógico se puede reflexionar y deconstruir, no desde una teoría infalible, con los actores sociales con los que se comparte una realidad (2).

El objetivo del trabajo consistió en realizar un dialogo de saberes, no jerárquico, entre el saber de comunidades pesqueras y acuícolas de la Península de Yucatán y el saber científico, como paso fundamental hacia una soberanía alimentaria mediante desarrollos biotecnológicos.

Metodología. La estrategia empleada se basó en la teoría de la investigación transdisciplinaria (3). Se incluyó sustancialmente a actores del sistema socio-ecológico que están fuera del ámbito académico, es decir, habitantes de comunidades pesqueras y acuícolas de la Península de Yucatán, con la finalidad de resolver de forma colaborativa problemas focalizados y relevantes socialmente, en cuestión de soberanía alimentaria. El trabajo se realizó a través de procesos de aprendizaje mutuo y la transferencia de saberes mediante un dialogo no jerárquico, dando el mismo valor al saber de la comunidad científica, representada por el grupo de investigación, y al saber tradicional de las comunidades consideradas dentro de la zona de incidencia del proyecto.

Se realizaron visitas iniciales a 7 comunidades en el estado de Yucatán, durante el 2022. En cada comunidad se presentó al colectivo de investigación y se explicaron los objetivos y alcances del proyecto. También se presentaron propuestas biotecnológicas para la transformación y aprovechamiento de residuos de la pesca y acuicultura generados en cada comunidad, con la finalidad de apoyar el desarrollo económico y contribuir a la soberanía alimentaria de las comunidades. Todas las propuestas estuvieron sujetas a modificación con base al dialogo de saberes.

Resultados. Tras el dialogo con los miembros de cada comunidad (Fig. 1) se modificaron las propuestas biotecnológicas en función de los siguientes rubros: 1) patrimonios naturales presentes en cada comunidad; 2) las propuestas que resultaron de interés; 3) el nivel de compromiso con el que cada comunidad aceptó involucrarse en el proyecto; 4) las capacidades técnico-científicas del grupo de investigación; 5) sugerencias de mejor uso, enfoque o aplicación surgidas de los miembros de las comunidades.



Fig. 1. Fotografías tomadas durante los diálogos de saberes con integrantes de las siguientes comunidades: Cosgaya, Dzilam de Bravo, Kikteil, Oxkutzcab, Sisal, Suytunchén y Tixcacal.

Conclusiones. Se formó un colectivo de trabajo entre los investigadores y los miembros de las comunidades, quienes por voluntad propia decidieron participar activamente en el proyecto. Gracias a la participación de los miembros de las comunidades se reformularon y reorientaron las propuestas biotecnológicas de los investigadores de acuerdo con las necesidades de cada comunidad, estableciendo planes de trabajo y compromisos de ambas partes.

Agradecimiento. Al CONACYT y al Proyecto ProNacEs de Soberanía Alimentaria #321295.

Bibliografía.

- Hernández, S. M. (2020). *Cadernos de Dereito Actual*. Vol. 1 (13): 202-230.
- Sánchez, J. A. M. (2020). *Aporía Revista Internacional de Investigaciones Filosóficas*. Vol. (18): 92-106.
- Binder, C.R., Absenger-Helmli, I., Schilling, T. (2015). *Sustain. Sci.* Vol (10): 545-562.

“BIOTECNOLOGÍA EN MOVIMIENTO”: UNA EXPERIENCIA EDITORIAL HACIA LA DIVULGACIÓN EFECTIVA DE LA BIOTECNOLOGÍA

Jaime Padilla, Walter Santos, Mónica Pineda y Enrique Galindo. Instituto de Biotecnología-UNAM/ campus Morelos, Cuernavaca, Mor. C.P. 62210. enrique.galindo@ibt.unam.mx

Palabras clave: divulgación científica, biotecnología, producción editorial

Introducción. La comunicación de la ciencia, en su acepción de divulgación científica ha experimentado cambios en sus formas de comunicación. Actualmente, los medios digitales se han convertido en una herramienta esencial para el modelo de consumo que los lectores demandan. En 2015, el Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM decidió lanzar un proyecto editorial denominado “Biotecnología en Movimiento” con el objetivo de abordar esta necesidad.

Se describen y analizan las modificaciones realizadas en ciertos criterios y procedimientos utilizados para llevar a cabo la ‘migración digital’ de la revista “Biotecnología en Movimiento” del IBt-UNAM, desde sus versiones impresas, desde el año 2015 (1), a su producción y acceso digital abierto en un portal universitario en el 2022.

Metodología. Se elaboró un proyecto con el fin de desarrollar una plataforma más atractiva y simplificada para los manejadores convencionales. Se programaron módulos con la finalidad de atender distintas funciones académicas, tales como edición técnica y gramatical, y editoriales, como diseño, iconografía y créditos. Se mantuvieron las secciones temáticas ya existentes, agregando nuevas funciones para búsqueda, consulta y recuperación de todos los títulos, autores e imágenes. Se inició una instalación remota en Ciudad de México, pero debido a la pandemia y la distancia se optó por utilizar un servidor local más sencillo. Antes del lanzamiento del primer número digital (29), se trasladaron todos los contenidos y se regularizaron los aspectos de normalización, como la configuración de IP, dominio, derechos de título e ISSN.

Resultados. El modelo editorial de “Biotecnología en Movimiento” ha publicado a la fecha 32 números trimestrales. Los primeros 28 números se publicaron en versión impresa con 36 páginas y descargables en PDF. A partir del número 29, se incorporó una versión digital, accesible gratuitamente y en versión descargable. El sitio web se encuentra en la dirección: biotecmov.ibt.unam.mx (2), con un total de 260 artículos, publicados por 383 autores de distintas

instituciones académicas y gubernamentales. Entre los temas abordados se incluyen los avances en investigación local y regional, propiedad intelectual, emprendimiento, historias de ciencia, cultura científico-tecnológica en las diversas disciplinas de la biotecnología y los enfoques ómicos. En los últimos dos años, la revista ha registrado cerca de 30 mil visitantes digitales y más de 300 mil clics. Destacando que el 80% de los lectores acceden a la revista desde sus teléfonos móviles o tabletas electrónicas, lo cual está asociado a que el rango de edad más frecuente de los lectores de “Biotecnología en Movimiento” es de entre 18 y 25 años, que se considera el público meta de la revista (estudiantes de bachillerato y licenciatura). Actualmente, la revista cuenta con alrededor de 18 mil suscriptores y está abierta a nuevos suscriptores que deseen recibir alertas individuales. Asimismo, está abierta la convocatoria para los interesados en colaborar con la revista, escribiendo artículos de divulgación con apego a los lineamientos y recomendaciones editoriales, supervisadas por el comité y el equipo editorial.

Conclusiones. La evolución de la revista “Biotecnología en Movimiento” de su versión impresa a digital ha tenido muy buena aceptación por parte de su público objetivo, fortaleciendo su visibilidad como medio de comunicación efectivo de las distintas áreas de la biotecnología, no solo del Instituto de Biotecnología, sino también de otras instituciones.

Agradecimiento. Se reconoce el apoyo por parte del presupuesto del IBt-UNAM, así como de diversos patrocinadores con el apoyo de Fundación UNAM; y la difusión del portal “Investigación y Desarrollo” del diario “La Unión de Morelos” y de la Dirección de Comunicación Social de la UNAM.

Bibliografía.

1. Báez, C. (9 de junio de 2015). *Biotecnología en Movimiento, nueva revista de divulgación*. Cienciamx. <https://bit.ly/3Ns3afn>
2. URL al portal: <https://biotecmov.ibt.unam.mx> - pestañas: Principal/ Acerca de/ Números/ Notas/ Publicar/ Contacto/ Buscar/

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

Trabajos libres carteles

Addendum

VC031	BIOMONITOREO DE ÁRBOLES URBANOS ESTRESADOS POR CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. Autores: Carlos Sánchez Muñoz, Xicoténcatl Camacho Coronel, José Octavio Saucedo Lucero, Elizabeth Quintana Rodríguez, José Esparza Claudio, Domancar Orona Tamayo.	806
VC087	TOLERANCIA Y ACUMULACIÓN DE LI, AG Y CU EN CULTIVOS IN VITRO DE SENNA MULTIGLANDULOSA. Autores: Dolores I. López-Nicolás, Fernando Rivera-Cabrera, Juan Orozco-Villafuerte, Leticia Buendía-González.	807

BIOMONITOREO DE ARBOLES URBANOS ESTRESADOS POR CONTAMINACION AMBIENTAL

Carlos Sánchez Muñoz¹, Xicotencatl Camacho Coronel², José Octavio Saucedo Lucero¹, Elizabeth Quintana Rodríguez¹, José Esparza Claudio¹, Domancar Orona Tamayo^{1*}

¹Medio Ambiente y Biotecnología. CIATEC A.C, León, Gto. CP. 37545. ²Laboratorio de Ecología de Plantas, Departamento de Ingeniería Genética, CINVESTAV-Irapuato. dorona@ciatec.mx*

Palabras clave: Estrés oxidativo, índice de tolerancia, antioxidantes

Introducción. Las plantas son biofiltros que mejoran la calidad del aire al eliminar gases y material particulado contaminante de la atmósfera. Las plantas no son inmunes a estos contaminantes por lo que sus hojas responden al nivel de contaminación con cambios bioquímicos en el porcentaje de agua relativa (AR%), pH, nivel de clorofila total (Ct) y concentración de ácido ascórbico (AA)¹. Estos cuatro rasgos son biomarcadores necesarios para el cálculo del índice de tolerancia a la contaminación del aire (APTI), usado para determinar las especies de plantas más resistentes o susceptibles a la contaminación, principalmente urbana. Por esta razón el objetivo de este estudio fue determinar los niveles de tolerancia de árboles asociados a la contaminación ambiental en un parque urbano por medio del índice APTI, en diferentes meses del año.

Metodología. Seleccionamos un parque urbano con alta incidencia de tráfico en la ciudad de León, Gto. (21°7'33.50"N, 101°41'54.00"O), colectamos 20 g de hojas de cinco especies de árboles durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2022. Las muestras fueron procesadas para cuantificar los biomarcadores AR, pH, Ct y AA². El APTI permitió clasificar las especies en 4 clases: sensibles, intermedias, moderadamente tolerantes y tolerantes³.

Resultados. El %AR disminuyó entre las especies, el pH incrementó y la Ct disminuyó en el tercer mes en todas las especies. El AA presentó diferencias en el tercer mes, en la mayoría de las especies de árboles. La disminución de AR puede deberse a la temporada seca, la alta transpiración de las plantas y la exposición de contaminantes¹. La disminución de Ct es debido a la presencia de gases contaminantes como CO₂, CO, O₃, los cuales penetran al tejido de la hoja degradando el cloroplasto y disminuyendo la clorofila². El pH presentó valores bajos en todas las especies influenciando la disminución del AA, indicativo de que el arbolado se encuentra en estrés constante debido a la acidificación extracto celular debido a los gases contaminantes³. El APTI (gráfica 1) evidenció a *F. benjamina* como la única especie más tolerante, *E. globulus* es la especie más estable, aunque con una

tolerancia intermedia en todos los meses. *J. mimosifolia* y *S. molle* presentaron los valores más bajos de tolerancia. Las plantas con más índice APTI son más tolerantes y pueden seguir creciendo y actúan como filtros y amortiguadoras ante la contaminación, en cambio, las plantas con menor índice tienen un nivel mayor de estrés oxidativo y pueden llegar a la muerte por la sensibilidad a altas concentraciones de contaminantes atmosféricos^{1,2,3}.

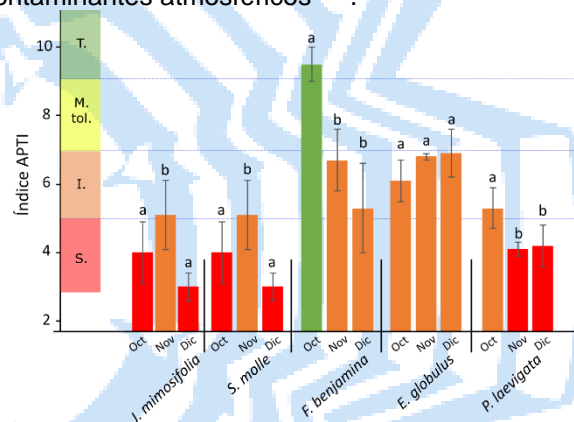


Figura 1. Índice APTI y nivel de tolerancia para las cinco especies de árboles en los meses monitoreados. Las barras representan la media ± SE (n = 5), letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses (p < 0,05 según ANOVA y prueba de Tukey).

Conclusiones. El índice APTI indica que la mayoría de las especies estudiadas tienen rangos que van de sensibles a tolerancia intermedia a la contaminación ambiental.

Agradecimiento. Este proyecto está financiado por IDEA-Gto (IDEAGTO/CONV/019/2022) para DOT.

Bibliografía.

- Shrestha, S.,.....& Yang, H. H. (2021). Assessing air pollution tolerance of plant species in vegetation traffic barriers in Kathmandu Valley, Nepal. *Sust. Env. Res.* 31, 1-9.
- Bui, H. T.,.....& Park, B. J. (2023). Seasonal Variations of Particulate Matter Capture and the Air Pollution Tolerance Index of Five Roadside Plant Species. *Atmosphere*, 14(1), 138.
- Ghafari, S., ... & Allahyari, M. S. (2021). Assessment of air pollution tolerance index (APTI) for some ornamental woody species in green space of humid temperate region (Rasht, Iran). *Env. Dev. Sust.* 23, 1579-1600.

TOLERANCIA Y ACUMULACIÓN DE Li, Ag Y Cu EN CULTIVOS *in vitro* DE *Senna multiglandulosa*

¹Dolores I. López-Nicolás, ²Fernando Rivera-Cabrera, ³Juan Orozco-Villafuerte & ¹Leticia Buendía-González. ¹Facultad de Ciencias, ³Facultad de química, Universidad Autónoma del Estado de México, km. 14.5 Carretera Toluca-Ixtlahuaca, Unidad “El Cerrillo”, 50200 Toluca, Edo. México. ²Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, Ciudad de México CP 09340, México. bt.nicolas96@gmail.com

Palabras clave: Senna multiglandulosa, in vitro, fitorremediación

Introducción. El aumento en el desarrollo tecnológico y el crecimiento industrial genera una gran cantidad de residuos tecnológicos, adicionalmente, diversas actividades antropogénicas contribuyen en el problema de contaminación. Los metales son uno de los componentes de los residuos, los cuales son liberados al medioambiente a través de diversos procesos y persisten indefinidamente (1). Para tratar las áreas afectadas se emplean diversas estrategias. La fitorremediación es una técnica que se basa en el uso de plantas capaces de acumular, degradar o estabilizar los contaminantes (2). *Senna multiglandulosa* pertenece al grupo de las leguminosas, es una especie que se distribuye ampliamente en zonas tropicales y subtropicales, se caracteriza por ser una especie invasiva (3).

En el presente estudio se evaluó la capacidad de acumulación de metales pesado en cultivos *in vitro* de plántulas de *S. multiglandulosa* y se determinaron algunas de las respuestas fisiológicas asociadas.

Metodología. Cultivos *in vitro* de semillas de *S. multiglandulosa* fueron expuestas durante 50d a 0.0, 0.01, 0.1 y 1mM de Li, Ag o Cu, posteriormente las plántulas se cosecharon, seccionando raíz y tallo. Los tejidos vegetales fueron secados por liofilización o calor seco y fueron pulverizados. La biomasa liofilizada se empleó para determinar el contenido de fenoles (4), flavonoides (4) y actividad antioxidante (4). Mientras que la biomasa tratada con calor seco se sometió a un proceso de digestión ácida para determinar el contenido de metales por espectroscopía de absorción atómica. Todos los experimentos y determinaciones se realizaron por duplicado.

Resultados. Las semillas de *S. multiglandulosa* expuestas a Li, Ag y Cu, mostraron altos porcentajes de germinación (90-100%, 5d), además, las plántulas presentaron una sobrevivencia del 100% (50d), y registraron altos índices de tolerancia (IT, considerando la biomasa) para los metales (82-110%). Por otro lado, la acumulación de los metales fue mayor en la raíz, mostrando factores de traslocación >1 solo

para Cu (Fig. 1A). Por otra parte, la respuesta fisiológica ante el estrés metálico muestra que el contenido de fenoles es mayor en raíz y tiende a incrementar cuando aumenta la concentración del metal; mientras que el contenido de flavonoides en la parte aérea se eleva de 4.2 a 7.2 veces, con respecto a las plántulas control. Referente a la actividad antioxidante, con los radicales ABTS y DPPH se observa una mayor actividad en las plántulas expuestas a los metales, mostrando mayor actividad en la raíz (Fig. 1B-D). Las plantas sintetizan quelantes como respuesta al estrés metálico, modulando el proceso de absorción y traslocación (5), ayudan a secuestrar los xenobióticos al interior de las vacuolas para su inmovilización, modulando los efectos tóxicos (6).

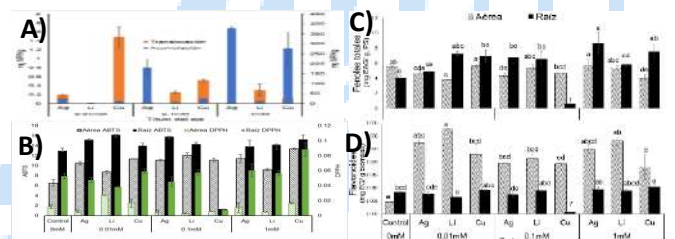


Fig. 1. A) Acumulación de Li, Ag y Cu, B) actividad antioxidante, C) contenido de fenoles y D) flavonoides en plántulas de *Senna multiglandulosa*. Los datos representan el promedio de 2 repeticiones ± DS.

Conclusiones. El crecimiento de las plántulas a los 50d de cultivo expuestas a estrés por metales no se vio afectado. Se observó mayor acumulación de los metales en los tejidos de raíz, lo que sugiere un proceso de fitoestabilización de los metales.

Agradecimiento. Al CONACyT por la beca otorgada.

Bibliografía.

1. Chakraborty, P., et al. (2018). Environ. Pollut. 248:1036-1045.
2. Luo J., et al. (2017). J. Environ. Manage. 204:17-22.
3. do Nascimento M., et al. (2020). Ind Crops Prod. 14:112081.
4. López D., et al. (2022). Contenido de fenoles y flavonoides en hojas de *Senna multiglandulosa*. AMIDIQ. p: 834-838.
5. Saini S., et al. (2021). Ecotoxicol Environ. 223:112578.
6. Kafle A., et al. (2022). Environ. Advan. 8.