

Revista de la Sociedad Mexicana de  
**Biología**  
y Bioingeniería A.C.

Año 2022 Volumen 26, Número 3  
ISSN 0188-4786



Sociedad Mexicana de  
Biología y Bioingeniería

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](mailto:revista_biotecnologia@smbb.mx).



**MESA DIRECTIVA NACIONAL**  
2022 – 2024

Dra. Romina Rodríguez Sanoja  
**Presidenta**

Dr. Luis Bernardo Flores Cotera  
**Vicepresidente**

Dra. Beatriz Ruiz Villafán  
**Secretaria**

Dra. María Dolores Reyes Duarte  
**Tesorero**

Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez  
**Subsecretario**

M. en C. Karina Adames Beas  
**Vocal Profesional**

Biol. Teresa Elizabeth Mtz Oropeza  
**Vocal Estudiante**

**EDITORA**

Dra. María Soledad Córdova Aguilar  
UNAM

**Co-editor**

Dr. Jorge Gracida  
UAQ

**Formación y edición**

Pas. QA Mariana Espinoza Tapia

**MESA DIRECTIVA**  
**Delegación SurSureste**  
2021 – 2022

Dr. José Humberto Caamal Velázquez  
Presidente

Dra. Julia del Socorro Cano Sosa  
Vicepresidenta

Dr. Gabriel Lizama Uc  
Secretario

Dr. Jesús Alejandro Yam Puc  
Tesorero

Dra. Nelly Cristina Aguilar Sánchez  
Vocal de Investigación

Dr. José Roberto Lugo Gómez  
Vocal de Investigación

Dr. José Efraín Ramírez Benítez  
Vocal Académico

Dr. Alejandro Ley de Coss  
Vocal de Vinculación

Br. Ángel Rafael Pool Cen  
Vocal Estudiante



## ÍNDICE

Instrucciones para los autores	4
Editorial	8
<b>Trabajos libres</b>	
Área 01 - Biotecnología pecuaria	10
Área 02 - Bioingeniería y fermentaciones	15
Área 03 - Enzimas y metabolitos secundarios	24
Área 04 - Medicina y diagnóstico	48
Área 05 - Tecnología de alimentos	70
Área 06 - Bioinformática y oómicas	80
Área 07 - Biotecnología ambiental y conservación de la biodiversidad	95
Área 08 - Forestal y agrícola	112
Área 09 - Biotecnología y humanidades	132
Programa de Congreso	136



## GUÍA DE AUTORES

La revista puede recibir trabajos de investigación original, así como de revisión en los campos de la Biotecnología y Bioingeniería. Todos los manuscritos serán sujetos a revisión por al menos dos miembros del Comité Editorial y deberán contar con una recomendación de aceptación para ser publicados.

Los idiomas en los que se puede publicar en la revista son el español y el inglés.

Los trabajos se escribirán en hoja tamaño carta (21.6 cm x 27.6 cm). Los márgenes aplicados a todo el manuscrito serán de 2.5 cm para los extremos superior e inferior, así como 3 cm de cada lado. Las páginas deberán estar numeradas en la parte inferior y central de cada hoja.

Para evitar errores innecesarios se recomienda usar el corrector de gramática y ortografía del procesador de palabras. Se recomienda que los trabajos completos tengan un máximo de 25 páginas, escritas con un interlineado de 1.5 renglones, incluyendo las tablas y figuras. Las publicaciones en la revista Biotecnología están exentas de costo para los autores.

Cuando corresponda, se recomienda el uso de abreviaturas para referirse a unidades de tiempo (h, min, s), de volumen (l, ml,  $\mu$ l), de peso (kg, g, mg,  $\mu$ g), ADN, ARN y otras comúnmente aceptadas en la literatura científica.

Los trabajos de investigación original pueden tocar cualquiera de los diversos campos que cultivan la biotecnología y la bioingeniería, desde aspectos fundamentales hasta sus aplicaciones, incluyendo: Enzimas y Biocatálisis, Microbiología, Biotecnología Agrícola y Vegetal, Biotecnología Marina, Alimentos y bebidas, Biotecnología farmacéutica, Biotecnología Ambiental, Bioingeniería y fermentaciones, Bioenergía y biocombustibles, Biología de sistemas y bioinformática, Biología sintética, Nanobiotecnología y biomateriales, Ingeniería metabólica, Omicas, Bioseguridad y Bioética.

Tanto los trabajos de investigación original como las revisiones deberán apegarse al siguiente formato:

El título del manuscrito se escribirá en negritas con letra Arial o equivalente tamaño 14. El título deberá estar centrado y ser conciso e informativo. Evite el uso de abreviaciones y fórmulas.



El nombre de los autores ocupará los siguientes renglones escribiendo el nombre y primer apellido de cada participante. Se usará letra Arial o equivalente tamaño 12. Los nombres de los participantes deberán estar centrados, señalando con un asterisco el autor responsable de la publicación. En el siguiente renglón con letra *italica* Arial del mismo tamaño, se incluirá la dirección postal de la institución de adscripción de los autores, así como la dirección de correo del autor corresponsal. Si el responsable fuera un estudiante, deberá incluir una carta del tutor o director del trabajo autorizándolo.

Se deberá añadir un Resumen de no más de 250 palabras en español y el correspondiente Abstract en inglés.

Se incluirán entre 3 a 6 Palabras clave: que permitan clasificar el artículo en una base de datos. Estas palabras deberán de incluirse en español y en inglés (Key words).

Si el texto inicia con el nombre de algún subtema, éste se pondrá como primera línea en cursivas con letra Arial o equivalente tamaño 10. Después en el siguiente renglón se iniciará el texto descriptivo usando letra Arial o equivalente tamaño 10. El texto deberá ser escrito con un interlineado de 1.5 renglones. Se deberá dejar un espacio de un renglón al inicio de una sección o subtema nuevo. Los géneros y especies deberán escribirse en letras *italicas*.

Las figuras deberán numerarse con arábigos, correlativamente en orden de aparición en el texto. No se integrarán al texto, sino al final del manuscrito. No obstante, para facilitar el trabajo de edición, se recomienda indicar la ubicación de las mismas en el momento en que son mencionadas por primera vez en el texto. Las figuras deben incluir un breve título explicativo en la parte inferior de la misma. Si es necesario incluir fotos, éstas se deberán designar como figuras.

Las tablas también se numerarán con arábigos ubicados en la parte superior de las mismas e incluirán un breve título explicativo. Las notas en las tablas deberán ser indicadas con letras minúsculas en superíndice. La ubicación de las tablas será señalada en el texto, pero se anexarán en hojas separadas y al igual que las figuras, al final del manuscrito.



La información dada como referencias bibliográficas deberá permitir a los lectores llegar con facilidad a la fuente de información original. En el texto del trabajo, las referencias se citan por autor y año entre paréntesis redondos. Por ejemplo: “Martínez & García (1999) han demostrado que...”, o bien, “Datos recientes (Martínez & García, 1999) han demostrado que...”. Si la cita posee varios autores se escribirá como sigue: “Gutiérrez et al. (2003), han demostrado...” O bien: “Datos recientes (Gutiérrez et al., 2003) han mostrado...”

Si la cita es una página de Internet, la dirección URL deberá escribirse completa y entre paréntesis directamente en el texto.

La lista de Referencias se deberá escribir con el mismo tipo de letra del texto principal (Arial tamaño 10) y con sangría francesa de acuerdo con el siguiente formato:

#### Artículos:

Bayegan AH, Clote P (2020) RNAmountAlign: Efficient software for local, global, semiglobal pairwise and multiple RNA sequence/structure alignment. PLoS ONE 15(1): e0227177. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227177>.

#### Libros:

Ullrich M (2009) Bacterial Polysaccharides: Current Innovations and Future Trends. Horizon Scientific Press, Norwich.

#### Capítulos de libros:

Sánchez S & Demain AL (2009) Metabolic regulation and overproduction of primary metabolites. In: Encyclopedia of Industrial Biotechnology. Bioprocess, Bioseparation, and Cell Technology (EIB). Flickinger MC (ed). John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. pp. 396-458.

#### Patentes:

Fenical WH, Jensen PR & Kwon HC (2009) Polyol macrolide antitumor-antibiotics from the marine actinomycete strain CNQ140. US patent 7,521,414.



Congresos y reuniones:

Reyes N, Domínguez RM, Islas I & Solís S (2007) Inducción diferencial por pH y temperatura del complejo pectinolítico producido por células inmovilizadas de *Aspergillus* HL. XII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. Morelia Mich. México. OIII-12.

Sitios en internet:

CAZY, Carbohydrate-Active Enzymes Database. (<http://www.cazy.org/>) Tesis de pre y posgrado:

Cárdenas C (2009) Evaluación del uso biotecnológico de la semilla de *Ditaxis heterantha* para la producción de safranal. Tesis Maestría en Ciencias Bioquímicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. pp. 1-78.

Cada autor es responsable de la precisión de las citas que utiliza.

Una vez que ha sido revisado y aceptado su trabajo, los autores deberán enviar una carta de cesión de los Derechos de Autor, de manera que la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería pueda hacer uso del artículo aceptado, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científica y tecnológica. En ningún caso, dichos derechos afectan la propiedad intelectual que es propia de los autores, para usar la totalidad parte de ese artículo con fines no lucrativos.

Los trabajos se someten en línea en la página electrónica de la Sociedad Mexicana de Biotecnología, en la dirección <https://smbb.mx/publicaciones/publicacion-de-articulo/>. Al momento de recibirlo, se enviará un acuse de recibo al autor correspondiente. La dirección para mantener comunicación con el editor es: [revista\\_biotecnologia@smbb.mx](mailto:revista_biotecnologia@smbb.mx) y [marisol.cordova@icat.unam.mx](mailto:marisol.cordova@icat.unam.mx).

Una vez aceptados, los trabajos son editados y enviados a los autores para su corrección. En esta condición no se permitirán cambios sustanciales en el contenido de los mismos sin la aprobación del editor en jefe. Una vez aprobada la prueba, el trabajo se publicará en línea y podrá ser consultado en la página de la **Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería AC** <http://www.smbb.com.mx/>.



## EDITORIAL

El XI Congreso de Biotecnología y Bioingeniería del Sur-Sureste se realizó del 8 al 11 de noviembre de 2022, en el Centro de Convenciones Campeche Siglo XXI. En esta onceava edición, se decidió realizar el evento en modalidad híbrida (presencial y virtual), con la participación de ponentes y conferencistas magistrales de 21 instituciones de educación e investigación de prestigio a nivel nacional e internacional, todos ellos, destacando el rol que la biotecnología ha tenido en las diversas áreas del desarrollo científico de la región sur-sureste del país.

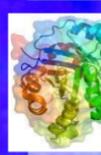
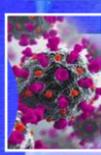
En este número especial de la revista BioTecnología, se incluyen los trabajos libres aceptados en las 9 mesas temáticas del XI Congreso de Biotecnología y Bioingeniería del Sur-Sureste y que fueron presentados durante el evento.

**MESA DIRECTIVA**  
**Delegación SurSureste**  
**2021 – 2022**

# XI CONGRESO DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA DEL SUR-SURESTE

**08-11 de noviembre 2022**  
**Modalidad Híbrida**  
**Centro de Convenciones Campeche Siglo XXI**

## MESAS TEMÁTICAS:

	<b>Pecuaría</b>		<b>Bioingeniería y Fermentaciones</b>
	<b>Enzimas y metabolitos secundarios</b>		<b>Medicina y diagnóstico</b>
	<b>Tecnología de alimentos</b>		<b>Bioinformática y Ómicas</b>
	<b>Ambiental y conservación de la diversidad</b>		<b>Forestal y Agrícola</b>

**Biotecnología y Humanidades**

- ### PROGRAMA GENERAL:
- Conferencias Magistrales
  - Ponencias
  - Simposios
  - Networking

**Informes:**  
**SMBB Delegación Sur-Sureste**  
[info@smbb-sur-sureste.org](mailto:info@smbb-sur-sureste.org)

**Fecha Límite para envío de resúmenes: 21 de agosto de 2022**

**Instituciones Sede:**  
**Colegio de Postgraduados-Campus Campeche**  
**Instituto Tecnológico de Chiná-TecNM**  
**Instituto Tecnológico Superior de Calkiní-TecNM**



[Convocatoria](#)      [Pre-Registro](#)      [Programa General](#)





# Área 01

## Biotecnología pecuaria





## Área 01 – Biotecnología pecuaria

## Memorias

### Contenido

<p><b>Biotransformación del subproducto de <i>Octopus maya</i> con <i>Bacillus subtilis</i> para la obtención de un ingrediente funcional y nutracéutico con potencial uso en la alimentación animal</b>          Nidia Valenzuela - Grijalva, Manuel O. Ramírez-Sucre, Élica Gastélum-Martínez</p>	12
<p><b>Diagnóstico molecular de virus en colonias de <i>Apis mellifera</i> L, con presencia de <i>Aethina tumida</i> m y <i>Varroa destructor</i></b>          José Ambrosio Chimal Itzincab, Itzel López Rosas</p>	13
<p><b>Efecto del rizoma de <i>Zingiber officinale</i> (jugo, extracto y harina) en la cinética de producción de gas y fermentación ruminal <i>in vitro</i></b>          Miguel Gutiérrez-Fidencio, Mónica Ramírez-Mella, Alfredo Sánchez-Villarreal, María Magdalena Crosby-Galván, J. Efrén Ramírez-Bribiesca, Martha Hernández-Rodríguez, Itzel López-Rosas</p>	14



## BIOTRANSFORMACIÓN DEL SUBPRODUCTO DE *Octopus maya* CON *Bacillus subtilis* PARA LA OBTENCIÓN DE UN INGREDIENTE FUNCIONAL Y NUTRACEUTICO CON POTENCIAL USO EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Nidia Valenzuela- Grijalva, Manuel O. Ramírez-Sucre, Élida Gastélum-Martínez. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) Subsede Sureste. Mérida, Yucatán, México. 97302. [egastelum@ciatej.mx](mailto:egastelum@ciatej.mx)

*Palabras clave:* *Octopus maya*, *Bacillus subtilis*, péptidos solubles

**Introducción.** Los subproductos marinos son una fuente no aprovechada para la obtención de compuestos con actividad biológica, como los péptidos solubles (Ps) (1). El manto, subproducto de *Octopus maya* (OM), tiene 77 % de proteína en base seca (2) que puede emplearse en la generación de ingredientes de base proteica y peptídica para complementar la alimentación animal. Estos ingredientes tienen potencial funcional y nutraceutico, para su uso como antioxidantes y antibióticos de animales de abasto (3). Por lo que se propone el manto de OM como materia prima para la obtención de Ps con potencial actividad biológica para su uso en alimentación animal.

**Metodología.** El manto de pulpo maya se deshidrató en horno de convección a 60 °C hasta alcanzar una humedad de 7 %, posteriormente se molió para obtener un polvo de 500 µm que sirvió como medio de cultivo (SOM) para la obtención de hidrolizados proteicos por biotransformación. *Bacillus subtilis* ATCC 6633 (BS) se inoculó ( $1.5 \times 10^7$  células/mL) en medio SOM estéril a 3 concentraciones: 5, 10 y 15 % (W/V). Los cultivos se incubaron a 35 °C, 180 rpm por 144 h. Se midió la densidad celular del cultivo (UFC/mL) para la obtención de curvas de crecimiento. La actividad proteolítica (AP) (3), concentración de péptidos solubles (Ps) (4) y la actividad antioxidante (IC50 DPPH) (5) se midieron a las 48 h de fermentación en muestras del caldo de cultivo libres de células. Se realizó un análisis de varianza de una vía con significancias en el error tipo 1 y Tukey Kramer como prueba de comparación de medias. Todos los experimentos se realizaron por duplicado.

**Resultados.** BS alcanzó su máximo crecimiento a las 48 h con 5 y 10 % de SOM ( $1.10 \times 10^9$  y  $1.44 \times 10^9$  UFC/mL, respectivamente), mientras que a 15 % de SOM se alcanzó a las 72 h ( $8.50 \times 10^8$  UFC/mL; Fig. 1). Se observó la mayor AP (556.62 Y 347.58 UA, respectivamente) en los medios con manto en polvo al 5 y 10 %. La concentración de 15 % SOM presentó la mayor concentración de péptidos solubles (0.56 mg/mL), pero no mostró la mejor actividad antioxidante (55.52 µg/mL eq. Trolox). Los resultados de IC50 muestran que SOM sin la biotransformación mostró la mejor actividad antioxidante, no obstante, debido al uso íntegro del manto, existe una diversidad en macromoléculas que pueden presentar una actividad antioxidante pero no antimicrobiana o inmunomoduladora.

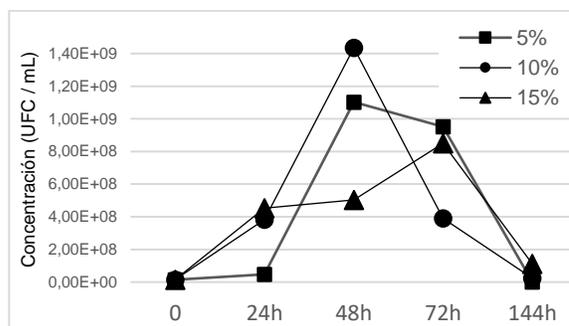


Fig 1. Curva de crecimiento de *Bacillus subtilis* ATCC 6633 en medio SOM con 5, 10 y 15 % de concentración durante 144 h.

Tabla 1. Actividad proteolítica (AP, unidades arbitrarias), péptidos solubles y actividad antioxidante (Ps, IC50 DPPH µg/mL eq. Trolox) de los hidrolizados proteicos de pulpo maya.

Variable*	Tratamiento				EEM*
	SOM	5 %	10 %	15 %	
AP	85.5 <sup>a</sup>	556.62 <sup>c</sup>	347.58 <sup>b</sup>	239.7 <sup>b</sup>	33.89
Ps (mg/mL)	0.02 <sup>a</sup>	0.35 <sup>b</sup>	0.45 <sup>b</sup>	0.56 <sup>c</sup>	0.0024
IC50	35.29 <sup>a</sup>	52.56 <sup>bc</sup>	46.08 <sup>b</sup>	55.52 <sup>c</sup>	1.72

\*P<0.05; +Error estándar de la media.}

**Conclusiones.** Los resultados preliminares indican que mediante la biotransformación de SOM se pueden obtener péptidos con potencial actividad biológica, como la antioxidante. No obstante, deben realizarse otros análisis como la evaluación de la actividad antimicrobiana e inmunomoduladora, pruebas toxicológicas y bioensayos para validar su efecto biológico y su uso viable en la alimentación animal.

**Agradecimiento.** A CONACYT por su apoyo en la realización de la estancia posdoctoral en CIATEJ. Al proyecto FOMIX YUC-2017-01-01 "Plataforma tecnológica pulpo maya para el desarrollo de productos de alto valor agregado"

### Bibliografía.

- Cudennec, B., Caradec, T., Catiau, L., Ravallec, R. (2012). Adv. Food Nutr. Res. 65: 479-494.
- Rosas, C., Cuzon, G., Pascual, C., Gaxiola, G., Chay, D., López, N., Domingues, P. M. (2007). Mar Biol. 152(2): 371-381.
- Hou, Y., Wu, Z., Dai, Z., Wang, G., Wu, G. (2017). J. Anim. Sci. Biotechnol. 8(1): 1-13.
- Alvarez, V. M., Von der Weid, I., Seldin, L., Santos, A. L. S. (2006). Lett. Appl. Microbiol. 43(6): 625-630
- González-Olivares, L. G., Jiménez-Guzmán, J., Cruz-Guerrero, A., Rodríguez-Serrano, G., Gómez-Ruiz, L., García-Garibay, M. (2011). Rev Mex Ing Quim. 10(2): 179-188.
- Xiao, F., Xu, T., Lu, B., & Liu, R. (2020). Food Frontiers. 1(1): 60-69.



## DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE VIRUS EN COLONIAS DE *Apis mellifera* L, CON PRESENCIA DE *Aethina tumida* M y *Varroa destructor*

José Ambrosio Chimal Itzincab<sup>1</sup>, Itzel López Rosas<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Sihochac, Champotón, Campeche, C.P. 24450, <sup>2</sup>CONACYT- Benito Juárez, Ciudad de México, C.P. 03940.

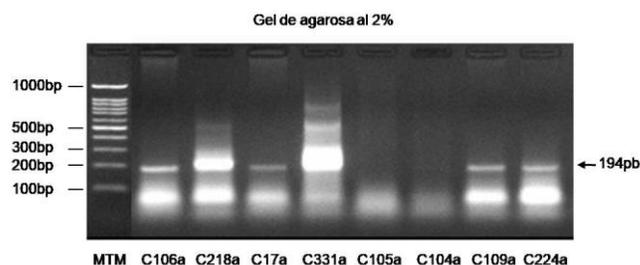
[itzelopezrosas@gmail.com](mailto:itzelopezrosas@gmail.com)

*Palabras clave:* *Apis mellifera*, enfermedades, RT-PCR.

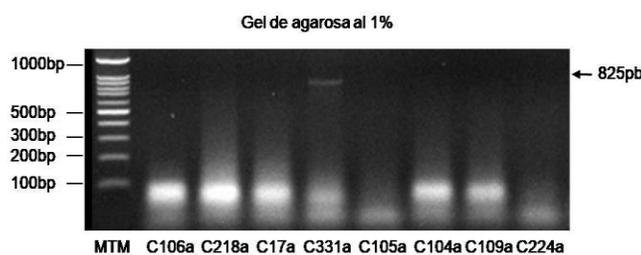
**Introducción.** *A. mellifera* L es un insecto polinizador importante en los ecosistemas en el mundo, tiene un papel ecológico y económico importante, ya que es útil en la agricultura, la apicultura y otras actividades antropogénicas que se benefician directa o indirectamente para subsistir. Gracias a las abejas melíferas es posible la apicultura de donde se obtienen productos y subproductos de las colmenas como miel, propóleo, polen, abejas, apitoxina, entre otros. Como todo organismo, las abejas se enferman por plagas y microorganismos patógenos, su bienestar y salud también se ven afectadas por otros factores como la presencia de agroquímicos, falta de alimento, etc. En particular dos virus enferman a las abejas causando diversos signos, hasta la muerte. Por lo que es necesario realizar estudios moleculares para diagnosticar su presencia, tales como el virus de las alas deformes (DWV) y el virus de la parálisis aguda (ABPV) en colonias de *A. mellifera* L. con presencia de *A. tumida* M. y *V. destructor* (1)

**Metodología.** Se colectaron abejas obreras en colmenas con presencia de plagas. Primero se evaluó la presencia de *A. tumida* M mediante observación visual durante la colecta (2) y se determinó el porcentaje de infestación por *V. destructor* con la técnica de De Jong (3). Posteriormente, se realizó la extracción del ARN total con TRIzol® para la detección de virus por la técnica de RT-PCR con los oligonucleótidos; Virus DWV; Oligo sentido 5'-CTTACTCTGCCGTCGCCCA-3' y Oligo antisentido 5'-CCGTTAGGAACTCATTATCGCG-3', Virus ABPV; Oligo sentido 5'-TTATGTGTCCAGAGACTGTAT-3' y Oligo antisentido 5'-GCTCCTATTGCTCGGTTTTTC-3' (4, 5).

**Resultados.** Se determinó la presencia de *A. tumida* M en el 99% de las colmenas analizadas, los grados de infestación con *V. destructor* fueron de hasta 38% en las colmenas estudiadas. Se detectó la presencia del virus DWV en 7 colmenas de 8 analizadas (C1 06a, C2 18a, C2 17a, C3 31a, C104a, C1 09a y C224a), también se detectó al virus ABPV en una sola muestra (C1-31a) Fig. 1 y 2.



**Fig. 1 Detección del virus DWV.** Amplicón de 194pb en gel de agarosa al 1%, teñido con bromuro de etidio.



**Fig. 2 Detección del virus ABPV.** Amplicón de 825pb en gel de agarosa al 1% teñido con bromuro de etidio.

**Conclusiones.** La presencia de *A. tumida* M fue registrado en la mayoría de las colmenas analizadas. El porcentaje de infestación promedio fue del 12% para el total de colmenas, solo una colmena registro un valor del 38%. Se detectó la presencia del virus DWV resultando un amplicón de 194pb, una única muestra fue positiva al virus DWV, donde se detectó un fragmento de 825pb correspondiente al virus ABPV.

**Agradecimiento.** Al Colpos Campeche por los recursos financieros. Este trabajo forma parte del proyecto Cátedras CONACYT N° 1016: "Desarrollo de la Genómica para la Innovación, Bioprospección y Sustentabilidad en el Trópico"

**Bibliografía.** 1. Chanpanitkitchote, P. et al. (2017) *Journal of Invertebrate Pathology*. doi:10.1016/j.jip.2017.11.009 2. Mutinelli, F. et al. (2014). *Journal of Apicultural*. 53(5), pp. 569-575. doi:10.3896/IBRA.1.53.5.13. 3. Molineri, A. I. et al. (2017) *Rev. Argentina de Microbiología*. 49(2), pp. 166-173. doi:10.1016/j.ram.2016.12.004 4. Emsen, B. et al. (2015). *PLoS ONE*. 10(2). doi:10.1371/journal.pone.0118885 5. Vargas, M. et al. (2017). *Chilean journal of agricultural*. doi:10.4067/S0718-58392017000300243.



## EFFECTO DEL RIZOMA DE *Zingiber officinale* (JUGO, EXTRACTO Y HARINA) EN LA CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS Y FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*

Miguel Gutiérrez-Fidencio<sup>1</sup>, Mónica Ramírez-Mella<sup>2</sup>, Alfredo Sánchez-Villarreal<sup>3</sup>, María Magdalena Crosby-Galván<sup>1</sup>, J. Efrén Ramírez-Bribiesca<sup>1</sup>, Martha Hernández-Rodríguez<sup>4</sup>, Itzel López-Rosas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad - Ganadería, Texcoco, Estado de México, México, 56230. <sup>2</sup>CONACYT-Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Posgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, Sihochac, Campeche, México, 24450. <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Posgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, Sihochac, Campeche, México, 24450. <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad - Genética, Texcoco, Estado de México, México, 56230. [gutierrez.miguel@colpos.mx](mailto:gutierrez.miguel@colpos.mx)

*Palabras clave:* Gases de efecto invernadero, Jengibre, Rumiantes.

**Introducción.** El jengibre (*Zingiber officinale*) es una planta tropical con diversas actividades biológicas, entre ellas antimicrobiana <sup>(1)</sup>. Se ha utilizado con este fin en varias especies animales de interés zootécnico, incluyendo rumiantes <sup>(2)</sup>. Actualmente existen pocos estudios sobre el efecto del jengibre en la fermentación ruminal, cuyos resultados son contradictorios, ya que mientras disminuye la producción total de ácidos grasos volátiles al adicionarse en la dieta en forma de harina <sup>(3)</sup>, aumenta la cantidad de éstos al usarse como aceite esencial <sup>(4)</sup>. También se ha reportado disminución en la producción ruminal de CH<sub>4</sub>, tanto con el uso de la harina del rizoma <sup>(5)</sup> como del extracto de la parte aérea del jengibre, el cual también disminuye las poblaciones de ciliados asociados a metanógenos <sup>(2)</sup>. Aunque estos resultados parecen promisorios, se requieren más estudios que determinen el potencial del jengibre para modificar el ambiente ruminal. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar *in vitro* el efecto del jugo (J), extracto (E) y harina (H) del rizoma de jengibre en la cinética de producción de gas y fermentación ruminal.

**Metodología.** Se evaluaron tres dietas con diferentes presentaciones de RJ: H (5% de la dieta), J (0.3125 mL/0.5 g de dieta) y E (0.125 mL/0.5 g de dieta) con cantidades teóricamente iguales de gingerol y shogaol, así como una dieta testigo (T) en un experimento *in vitro*. Todas las dietas aportaron 12% PC, 27% FDN, 10% FDA y 2.6% EE. El líquido ruminal se extrajo de dos novillos adultos por vía esofágica. Se utilizaron viales de 120 mL con 0.5 g de dieta y 50 mL de inóculo, incubados a 39 °C durante 72 h. Se determinó la degradabilidad de la materia seca (DMS). La producción de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> se determinó utilizando NaOH. Se calculó el factor de partición (FP), volumen máximo de gas (Vmax), tasa de producción de gas (S) y fase de retardo (L). Se usó un diseño experimental de bloques al azar con 9 repeticiones. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS V9 y las medias se compararon mediante una prueba de Tukey (P≤0.05).

**Resultados.** Los resultados se muestran en la Tabla 1. No se afectó Vmax y la producción de CO<sub>2</sub> (P>0.05) en ninguna de las dietas con RJ. La S fue mayor con E y J, mientras que L sólo con E (P≤0.05). La producción de CH<sub>4</sub> disminuyó 30% con H en comparación con T (P≤0.05), mientras que E afectó la DMS (P≤0.05), disminuyéndola entre 2.7 y 3.3% con respecto a H y J, respectivamente.

**Tabla 1.** Efecto del jugo, extracto y polvo de rizoma de jengibre en la cinética de producción de gas, factor de partición, producción de metano y bióxido de carbono, y degradabilidad de la materia seca en la fermentación ruminal *in vitro*.

Tratamiento	Vmax	S	L	FP	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	DMS
T	220.0	0.0482 <sup>b</sup>	3.61 <sup>b</sup>	3.50 <sup>ab</sup>	38.58 <sup>a</sup>	137.42	69.99 <sup>ab</sup>
H	210.2	0.0505 <sup>ab</sup>	3.51 <sup>b</sup>	3.64 <sup>a</sup>	26.97 <sup>b</sup>	144.10	70.76 <sup>a</sup>
E	212.2	0.0531 <sup>a</sup>	4.01 <sup>a</sup>	3.50 <sup>ab</sup>	40.17 <sup>a</sup>	135.99	68.80 <sup>b</sup>
J	218.8	0.0530 <sup>a</sup>	3.68 <sup>b</sup>	3.33 <sup>b</sup>	38.24 <sup>a</sup>	145.47	71.15 <sup>a</sup>
EEM	2.35	0.00088	0.14	0.031	1.66	2.89	0.47

Medias con distinta literal (<sup>a,b</sup>) en cada columna son diferentes (P≤0.05). Vmax, mL/g MS; S, /h; L, h-1; EM, Mcal/kg MS; FP, mg MS degradada/mL gas a 24 h de fermentación; DMS, mg/g MS. EEM: Error estándar de la media.

**Conclusiones.** La inclusión de 5% de harina de rizoma de jengibre en la dieta disminuye la producción de CH<sub>4</sub>, sin afectar la producción de gas y DMS en la fermentación ruminal *in vitro*, por lo que puede considerarse como una alternativa para disminuir la metanogénesis ruminal. Sin embargo, es necesario determinar cuáles son los componentes activos responsables de este efecto.

**Agradecimientos.** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo y Campus Campeche.

### Bibliografía.

- Mao, Q. X. (2019). *Foods*, 8(6), 185-106.
- Kim E. T, K. C.-H. (2012). *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 25(06), 806-811.
- Zhang, T., Yang, Z., Yang, W., Jiang, S., Zhang, G. (2011). *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20(3), 461-471.
- Temmar R, Rodríguez-Prado, M., Forgeard, G., Rougier, C, and Calsamiglia, S (2021). *Animals*, (11), 1205.
- Soroor M and Moeini M. (2014). *Annual Research & Review in Biology* 5:1:54-63.



**XI CBBSS**



## Área 02

# Biotecnología y Fermentaciones





Contenido

<p><b>Ensayo de biodegradación de hexadecano en un reactor de tanque agitado con agua de mar como medio de cultivo</b>                  Sergio Valdivia-Rivera, Teresa Ayora-Talavera, Neith Pacheco, Juan Carlos Cuevas-Bernardino, Ulises García-Cruz, Manuel Alejandro Lizardi-Jiménez</p>	<p>17</p>
<p><b>Efecto de los componentes del sistema en la respuesta capacitiva de una celda electroquímica microbiana en operación intermitente</b>                  Elías Canché-Dzib, Bibiana Cercado</p>	<p>18</p>
<p><b>Valoración del fruto del chicozapote “<i>Manilkara zapota</i>” para la obtención de bioetanol</b>                  Blanca del Rosario Martín Canché, Maximiliano Vanoye Eligio, Abimael Naal Ocampo, Martin Gabriel Chan Palomo, José Luis Guillen Taje, Eliezer del Jesús Casado Ramírez, Luis Vázquez Oleta</p>	<p>19</p>
<p><b>Influencia del tamaño de partícula de microplásticos de residuos de botella comercial en la biodegradación de pet por hongos</b>                  Leticia Narciso Ortiz, Carolina Peña Montes, Manuel Alejandro Lizardi Jiménez, Eliel Ruíz May</p>	<p>20</p>
<p><b>Importancia de la concentración de nitrógeno en el crecimiento y actividad antimicrobiana de <i>Pseudoalteromonas sp</i></b>                  Jorge Luis Borges Cú, Ruth López Alcántara, José Efraín Ramírez Benítez, Ariadna Garza Ortíz, Luis Alberto Núñez Oreza</p>	<p>21</p>
<p><b>Producción de bio-hidrógeno durante la fermentación oscura por <i>Escherichia coli</i> de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) pretratada por molienda mecánica de alta energía</b>                  Alfredo Martinez-Garcia, Erick Adrián Juárez-Arellano, Ana Karin Navarro-Martínez</p>	<p>22</p>
<p><b><i>Enterococcus faecalis</i> DB5 PERFORMANCE FOR LACTIC FERMENTATION IN AN OPEN STIRRED TANK BIOREACTOR</b>                  Fukuda Daisuke, Carvajal-Zarrabal Octavio, Navarro-Moreno Leticia Guadalupe, Jesús Carrillo-Ahumada, Aparicio-Sanguilán Alejandro, García-Gómez Ma. de Jesús, Mohammad Omar Abdullah, Nolasco-Hipólito Cirilo</p>	<p>23</p>



## ENSAYO DE BIODEGRADACIÓN DE HEXADECANO EN UN REACTOR DE TANQUE AGITADO CON AGUA DE MAR COMO MEDIO DE CULTIVO

Sergio Valdivia-Rivera<sup>a</sup>, Teresa Ayora-Talavera<sup>a</sup>, Neith Pacheco<sup>a</sup>, Juan Carlos Cuevas-Bernardino<sup>b</sup>, Ulises García-Cruz<sup>c</sup>, Manuel Alejandro Lizardi-Jiménez<sup>d</sup>; <sup>a</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Subsede Sureste, Mérida, Yuc. CP. 97302, <sup>b</sup>CONACYT-CIATEJ, Mérida, Yuc. CP. 97302, <sup>c</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores-Mérida, Mérida, Yuc. CP. 97357, <sup>d</sup>CONACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., CP. 78210, [chamarripas@yahoo.com.mx](mailto:chamarripas@yahoo.com.mx)

*Palabras clave: Biorremediación, hidrocarburos, agua de mar*

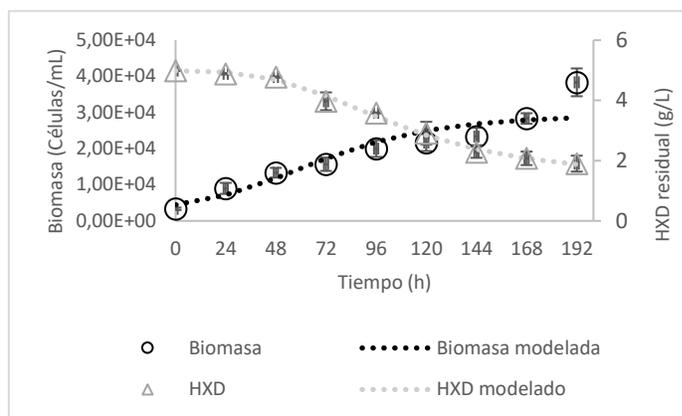
**Introducción.** La contaminación por hidrocarburos ocasiona serios problemas al medio ambiente y afectaciones a la salud de diversas especies [1]. Una alternativa de remediación es el uso de microorganismos para biodegradar los contaminantes al consumirlos como fuente de carbono [2]. Sin embargo, se ha reportado que los ambientes salinos afectan negativamente los procesos de biodegradación [3] En este trabajo se evaluó la capacidad de un consorcio bacteriano compuesto por *Marinobacter*, *Alcanivorax*, *Gordonia*, *Hyphomonas* y *Nautella*, para degradar hexadecano (HXD) en agua de mar.

**Metodología.** Se realizaron cinéticas de 192 h en un reactor de tanque agitado, con 5 g/L de HXD como fuente de carbono y agua de mar estéril ([NaCl] = 34 g/L) como medio. Se inoculó con  $3.33 \times 10^3$  células/mL del consorcio bacteriano y se mantuvo con aireación y agitación constante. Se tomaron muestras cada 24 h, analizando concentración celular mediante conteo en cámara de Neubauer, hidrocarburo residual con cromatografía de gases y los datos experimentales se analizaron empleando el modelo matemático de Gompertz [4].

**Resultados.** Se observó producción de biomasa (Figura 1) que, de acuerdo con los datos del modelo (Tabla 1), inició de forma inmediata. Para el tiempo final del cultivo se alcanzó una concentración de  $3.83 \times 10^4$  células/mL y el HXD inició su fase exponencial de degradación a partir de las 52.13 h, con un porcentaje de remoción final de  $61.8 \pm 5.40$  %

**Tabla 1.** Parámetros de ajuste y biológicos obtenidos con el modelo.

Parámetro	Biomasa	HXD
$R^2_{ajustada}$	0.9067	0.9927
$\mu_{max}$	0.02	0.01
$\lambda$	-10.94	52.13



**Fig. 1.** Cinética de biodegradación de HXD.

**Conclusiones.** El consorcio bacteriano evaluado fue capaz de crecer con hexadecano como única fuente de carbono en un medio con agua de mar. El consorcio es prometedor para continuar estudios de biodegradación en ambientes salinos.

**Agradecimiento.** Al CONACYT por la beca #715423 para estudios de posgrado.

### Bibliografía.

- Schwacke L.H., Marques T.A., Thomas L., Booth C.G., Balmer B.C., Barratclough A., Colegrove K., De-Guise S., Garrison L.P., Gomez F.M., Morey J.S., Mullin K.D., Quigley B.M., Rosel P.E., Rowles T.K., Takeshita R., Townsend F.I., Speakman T.R., Wells R.S., Zolman E.S., Smith C.R. (2021) *Conserv. Biol.* Vol. 36: 13.
- Ganesan M., Mani R., Sai S., Kasivelu G., Awasthi M.K., Rajagopal R., Wan-Azelee N.I., Selvi P.K., Chang S.W., Ravindran B. (2022) *Chemosphere* Vol. 303: 134956.
- Zhang X., Bao D., Li M., Tang Q., Wu M., Zhou H., Liu L., Qu Y. (2020). *J. Chem. Technol. Biotechnol.* Vol 96: 809-817
- Valdivia-Rivera S., Varela-Santos E.C., Quiñones-Muñoz T.A., Hernández-Martínez R., Lizardi-Jiménez M.A. (2019) *3 Biotech* Vol. 9.



## EFFECTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA EN LA RESPUESTA CAPACITIVA DE UNA CELDA ELECTROQUÍMICA MICROBIANA EN OPERACIÓN INTERMITENTE

Elías Canché-Dzib, Bibiana Cercado

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C., Pedro Escobedo, Querétaro, C.P. 76703, jcanche@cideteq.mx.

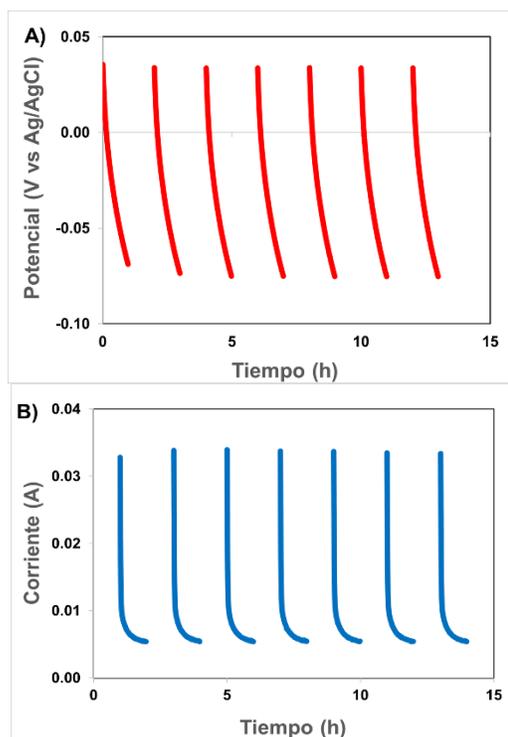
*Palabras clave: MEC, corriente transiente, capacitancia, almacenamiento de carga.*

**Introducción.** Las celdas electroquímicas microbianas permiten generar corriente eléctrica empleando un electrodo sólido como aceptor final de electrones del metabolismo oxidativo microbiano. Se ha encontrado que ante la ausencia del aceptor final (circuito abierto) se almacena carga eléctrica en el bioánodo (1), de contribución conjunta entre el material del electrodo, la biopelícula y el electrolito (2), la cual se recupera durante la reconexión de la celda en forma de corriente (circuito cerrado), operando así de forma intermitente.

Debido a que la respuesta intrínseca de la biopelícula microbiana se encuentra enmascarada, este trabajo se propuso diferenciar y comparar la carga eléctrica almacenada en el sistema electrodo-biopelícula-electrolito mediante experimentos de control.

**Metodología.** Se midieron las respuestas de corriente en modo intermitente de diferentes configuraciones del sistema, tanto de forma independiente para cada componente: electrodo (filtro de carbono), electrolito (KCl 50 mM), sustrato ( $\text{CH}_3\text{COONa}$  10 mM), inóculo (lixiviado de composta) y biopelícula; así como de forma aditiva, empezando con el electrodo + electrolito, hasta completar el sistema biológico (3). Adicionalmente, se caracterizaron las diferentes variaciones del sistema mediante técnicas electroanalíticas para cuantificar y comparar las propiedades capacitivas de las mismas variaciones.

**Resultados.** El potencial de circuito abierto y la corriente producida en operación intermitente por la celda microbiana se muestran en la Figura 1. Se observa un pico de corriente (al inicio) atribuible a la carga eléctrica almacenada y una corriente basal (al final) debida al metabolismo microbiano, ambos como respuesta sinérgica de los múltiples componentes del sistema electroquímico microbiano. Posteriormente, se diferenció la contribución de corriente transiente (transitoria) de origen biológico al de la respuesta intrínseca de la celda electroquímica debida a la polarización del electrodo de trabajo (ánodo). Adicionalmente se determinaron los valores de resistencia óhmica, de transferencia de carga y la capacitancia de las diferentes configuraciones de la celda electroquímica.



**Fig. 1.** A) Evolución del potencial del ánodo y B) la corriente producida por la celda microbiana en operación intermitente.

**Conclusiones.** Con este trabajo se dilucidó el efecto individual y sinérgico de los componentes principales de una celda electroquímica microbiana sobre la respuesta de corriente debida al almacenamiento de carga eléctrica. El valor de corriente transiente biológica fue hasta dos órdenes de magnitud superior al de la celda de control abiótico.

**Agradecimiento.** Al CONACYT por la beca de maestría 001797-Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología.

### Bibliografía.

1. Uría N., Muñoz-Berbel J., Sánchez O., Muñoz F.J., Mas J. (2011). *Environ. Sci. Technol.* 45 (23): 10250-10256.
2. Feng C., Lv Z., Yang X., Wei C. (2014) *Phys. Chem. Chem Phys.* 16 (22): 10464-10472.
3. Canché-Dzib E., Cercado B. (2022) *Environ Qual Manage.* xx (xx): 1-10.



## VALORACIÓN DEL FRUTO DEL CHICOZAPOTE “*Manilkara zapota*” PARA LA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Blanca del Rosario Martín Canché, Maximiliano Vanoye Eligio, Abimael Naal Ocampo, Martín Gabriel Chan Palomo, José Luis Guillen Taje, Eliezer del Jesús Casado Ramírez, Luis Vázquez Oleta

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, Ingeniería en Energías Renovables, Escárcega Campeche 24350, [blanca\\_martin@itsescarcega.edu.mx](mailto:blanca_martin@itsescarcega.edu.mx)

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, Ingeniería en Industrias Alimentarias, Escárcega, Campeche, 24350

*Palabras clave: Bioetanol, chicozapote, catalizador*

**Introducción.** *Manilkara zapota* es considerado un árbol tropical perennifolio mejor conocida como chicozapote, distribuida en América Latina, central y México. Se ha registrado que México exporta el 57% de los frutos tropicales a Estados Unidos, de los cuales el 18% es chicozapote (1), favorecido por la diversidad de climas (2). Por su parte, Pérez *et al.* (3) menciona, que se ha empleado a la fruta del chicozapote en la industria como ingrediente en alimentos funcionales, además de la extracción de látex (4), contribuyendo a la seguridad alimentaria en las comunidades rurales y urbanas. En el área médica, frutos y hojas de chicozapote se han analizado de manera experimental, con resultados significativos en su composición corporal y en el perfil metabólico de ratas wistar (5). Rivera *et al.* (1) ha empleado alternativas para aprovechar las propiedades del chicozapote para la obtención de azúcares, ya que el fruto registra un contenido del 20% de carbohidratos complejos, convirtiéndola en una fuente importante de almidón. La finalidad del estudio es la aplicación del fruto del chicozapote como bioenergético para la obtención del bioetanol.

### Metodología.

Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas de la fruta, con el objetivo de usarlas en un protocolo de fermentación, respectivamente para su conservación y preservación. De igual forma se aplicó un proceso bioquímico de fermentación considerando; temperatura, suplemento nitrogenado, levadura y el medio acuoso. Posteriormente, se sometieron a prueba seis muestras respectivamente; de las cuales, a tres se les añadió un fuente de nitrógeno suplementaria (Cloruro de Amonio (NH<sub>4</sub>Cl) al 0.2 % p/p de la materia prima), a una temperatura ambiente de 30°±35°C, con la finalidad de acelerar el proceso de fermentación durante 25 días. Posteriormente, se procesó el fermentado líquido por destilación para la obtención del bioetanol, evaluando la pureza de etanol obtenido. Las tres muestras restantes se les aplicó un proceso similar, pero sin catalizador.

**Resultados.** Se observó que, después del proceso de destilación, las muestras donde se utilizó NH<sub>4</sub>Cl en el proceso de fermentación (A, C, F) presentan una mayor

producción de alcohol (50 al 65%) mientras que a las que no se les añadió un catalizador (B, D, E) registraron del 31 al 41% de pureza del alcohol (Tabla 1). Asimismo, se demostró la pureza que se obtuvo de cada muestra durante las tres destilaciones, observándose que la muestra F con catalizador tuvo mayor pureza y las muestras D, E sin catalizador presentaron menor pureza (Tabla 1).

**Tabla 1.** Pruebas de destilaciones

Muestras	Materia prima	Catalizador	Cantidad destilada	Tiempo de Destilación	% de biotanol puro		
					Destilación 1	Destilación 2	Destilación 3
A	pulpa	SI	50ml	25 min	43	50	50
B	pulpa	NO	50ml	25 min	36	33	50
C	casaca	SI	50ml	25 min	23	27	46
D	casaca	NO	50ml	25 min	31	44	36
E	casaca y pulpa	NO	50ml	25 min	41	47	36
F	casaca y pulpa	SI	50ml	25 min	31	44	65

**Conclusiones.** El chicozapote, ha resultado una opción bioenergética potencial para la obtención de bioetanol en el Sureste Mexicano por sus beneficios que otorgan sus propiedades, así como una opción económica para las comunidades rurales.

### Agradecimiento.

Al Instituto Tecnológico Superior de Escárcega y estudiantes de Energías Renovables por las facilidades otorgadas en sus instalaciones.

### Bibliografía.

- Rivera, V. J., Bazán, I. S., & Páez, A. S. A. (2020). Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad, 7(14), 218-236
- Arrieta Ramos, B., Villegas Monter, A., Ruelas Hernández, P., Juárez Rossete, C., & Partida Lucian, K. (2020). Polibotánica(49), 93-106.
- Pérez, F. D. M. B., Solís, J. R. H., & Inungaray, M. L. C. (2020). Tlatemoani: revista académica de investigación, 11(33), 48-62.
- Rincón, V. H. A., & Torres, T. C. (2018). Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible, 7, 13-28.
- Osman, M. A., Aziz, M. A., Habib, M. R., & Karim, M. R. (2011). International Journal of Drug Development and Research, 3(1), 0-0.



## INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE MICROPLÁSTICOS DE RESIDUOS DE BOTELLA COMERCIAL EN LA BIODEGRADACIÓN DE PET POR HONGOS

Leticia Narciso Ortiz<sup>a</sup>, Carolina Peña Montes<sup>a\*</sup>, Manuel Alejandro Lizardi Jiménez<sup>b</sup>, Eliel Ruíz May<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Veracruz, Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Laboratorio de Genética. Veracruz, Ver. C.P. 91897.

<sup>b</sup>CONACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Derecho. San Luis Potosí, S.L.P. C.P. 91897.

<sup>c</sup>Instituto de Ecología A. C., Red de Estudios Moleculares Avanzados. Xalapa, Ver. C.P. 91073.

\*[carolina.pm@veracruz.tecnm.mx](mailto:carolina.pm@veracruz.tecnm.mx)

Palabras clave: Biodegradación, Tereftalato de polietileno, Hongos

**Introducción.** El tereftalato de polietileno (PET) es uno de los poliésteres más utilizados, por ejemplo, en botellas para bebidas, lo que genera una gran cantidad de desechos, haciendo necesario el estudio de procesos alternativos como la biodegradación. En el grupo de trabajo se ha demostrado la actividad hidrolítica sobre PET de cutinasas expresadas por hongos fitopatógenos [1, 2].

El objetivo del trabajo fue determinar la influencia del tamaño de partícula del polímero en la biodegradación de PET de botella comercial por hongos fitopatógenos.

**Metodología.** Se cultivaron  $1 \times 10^6$ /mL esporas del hongo del género *Aspergillus* en medio mínimo líquido a 37°C y 50 rpm [3] con residuos de PET de botella de agua Bonafont® al 1% como única fuente de carbono en diferentes tamaños (película 2x2 cm, 2000-710 µm, 710-355 µm y <355 µm). Estas partículas de PET fueron también ensayadas adicionando 0.5% de glicerol (GLI) o 0.5% de glucosa (GLC). Se determinó el porcentaje de degradación de PET por diferencia de peso seco [4] y g de biomasa seca por mL de extracto crudo.

**Resultados.** El tamaño de las partículas de PET influye en el tiempo de aparición y cantidad de biomasa producida (Fig. 1). En las condiciones con PET adicionado con glucosa o glicerol la biomasa en su mayoría se observó al día 1 de cultivo. En el caso de PET como única fuente de carbono, se observó primero presencia de biomasa con el menor tamaño de microplásticos (<355 µm), al día 13 se presentó la mayor concentración ( $0.657 \pm 0.043$  mg·mL<sup>-1</sup>). Los tamaños de microplásticos de PET restantes generaron biomasa visible en días posteriores, aunque con menor concentración, y en la película se observó en el día 35. En cuanto a la degradación, el mayor porcentaje se presentó con la condición PET<355 µm 1% + GLI 0.5% con un  $1.84 \pm 0.06$  %, este resultado no es muy distante del resultado siguiente en la escala, donde solo se utilizó PET<355 µm ( $1.62 \pm 0.06$  %) (Fig. 2). En bacterias se ha reportado un comportamiento similar en porcentaje de degradación en relación con tamaño de PET [4, 5]. El porcentaje de degradación de PET por el hongo usado en este trabajo es mayor que el reportado con cutinasas fúngicas purificadas sobre película de PET (1.1%) [1].

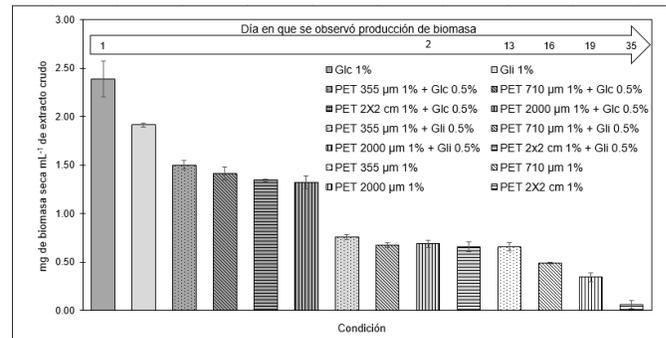


Fig. 1. Biomasa seca (mg/mL) obtenida en diferentes condiciones de fuente de carbono.

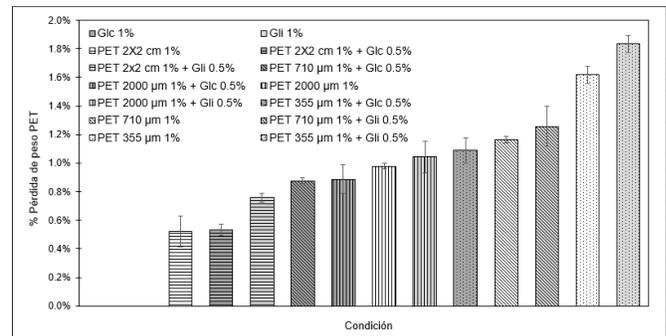


Fig. 2. Porcentaje de pérdida de peso de PET en extracto crudo de cultivo del hongo en diferentes condiciones de fuente de carbono

**Conclusiones.** Los hongos del género *Aspergillus* son aptos para crecer con PET como única fuente de carbono. El tamaño de microplásticos de residuos de PET de <355 µm mostró los mejores resultados de producción de biomasa y porcentaje de biodegradación en un menor tiempo.

**Agradecimiento.** A CONACYT por el Proyecto A1-S-47929 y la beca de doctorado otorgada al primer autor.

### Bibliografía.

- [1] Peña-Montes C., et al. (2017). Patente WO 2017/204615 A2.
- [2] Vázquez-Alcántara et al. (2021). *Microbiology Spectrum*, 9(3), 1-12. DOI: 10.1128/Spectrum.00976-21
- [3] Bermúdez-García, E., et al. *Applied microbiology and biotechnology*, 103(9), 3863-3874. DOI: 10.1007/s00253-019-09712-3
- [4] Farzi, A., et al. (2019). *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 17, 25-31. DOI: 10.1016/j.bcab.2018.11.002
- [5] Wright, R. J., et al. (2021). *Microbiome*, 9(1), 1-22. DOI: 10.1186/s40168-021-01054-5



# XI CBBSS

## IMPORTANCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO EN EL CRECIMIENTO Y ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE *PSEUDOALTEROMONAS SP*

Jorge Luis Borges Cú<sup>1</sup>, Ruth López Alcántara<sup>1</sup>, José Efraín Ramírez Benítez<sup>2</sup>, Ariadna Garza Ortíz<sup>2</sup>, Luis Alberto Núñez Oreza<sup>1</sup>. 1. Centro de Investigaciones Biomédicas, 2. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. San Francisco de Campeche, Campeche. CP: 24050.

Correo electrónico: [al050256@uacam.mx](mailto:al050256@uacam.mx)

Palabras clave: *Pseudoalteromonas*, antimicrobiano, relación C/N

**Introducción.** Las bacterias marinas del género *Pseudoalteromonas* son Gram negativas, bacilos curvos, móviles y quimioorganotróficos. La producción de metabolitos secundarios por parte de estas bacterias marinas depende de las condiciones ambientales debido a que determina la cantidad, diversidad estructural y actividad biológica de un compuesto específico producido. El problema particular en este estudio radica en comprender la relación que existe entre el tipo y disponibilidad de los nutrientes con el crecimiento y actividad antimicrobiana de *Pseudoalteromonas sp.* mientras se analiza la relación C/N del medio. Establecer el efecto de la variación de la concentración de nitrógeno y carbón del medio en la capacidad antimicrobiana de *Pseudoalteromonas sp.* fue el objetivo del trabajo.

**Metodología.** Se utilizó la bacteria marina *Pseudoalteromonas sp.* la cual creció en medios con diferentes concentraciones de carbón y nitrógeno de fuentes orgánicas o inorgánicas y ver el efecto en producción de biomasa y actividad antimicrobiana. Para cuantificar el contenido de nitrógeno y carbón total en el medio se utilizó el método de Kjeldahl y un analizador Shimadzu, respectivamente. Al término de 48 h de incubación, se recuperó la biomasa(1) y se analizó su producción por peso seco y la actividad antibacteriana mediante el método de Kirby-Bauer contra la bacteria patógena *Staphylococcus aureus* (2).

**Resultados.** Los resultados mostraron que el incremento en la relación C/N estimuló la producción de biomasa pero inhibió la actividad antimicrobiana sin importar la naturaleza de la fuente de carbono (dato no mostrado).

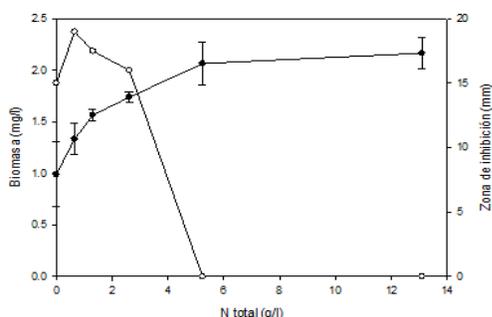


Fig. 1. Efecto de la cantidad de Nitrógeno en la producción de biomasa (●) y la actividad antimicrobiana (○) en un medio que contiene glucosa y NH<sub>4</sub>Cl.

Por otro lado, el perfil de biomasa y actividad antibiótica fueron dependientes en la variación de bajas concentraciones de nitrógeno total del medio, y especialmente a concentraciones mayores de 3 g L<sup>-1</sup> afectaron negativamente la actividad antimicrobiana. Esto indicó que el principal factor que afectó la capacidad antibiótica de *Pseudoalteromonas* contra *S. aureus* fue la concentración de nitrógeno más que la relación C/N.

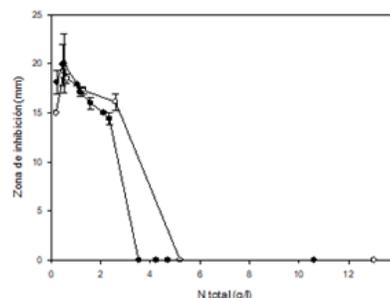


Fig. 2 Efecto de la cantidad de Nitrógeno en la actividad antimicrobiana en dos medios diferentes.

**Conclusiones.** Del análisis del crecimiento bacteriano y la producción del antibiótico de *Pseudoalteromonas* en un medio con baja relación C/N, la presencia de fuente de nitrógeno rápidamente metabolizable favoreció la actividad del metabolismo secundario, mientras que en altas relaciones C/N favoreció la producción el incremento de biomasa. El parámetro determinante fue la concentración de nitrógeno total ya que a concentraciones mayores de 3 g/l inhibió la actividad antimicrobiana

**Agradecimiento.** A Arqueología subacuática del Centro INAH Campeche por el apoyo técnico en la toma de muestras marinas.

### Bibliografía.

- Yang, X., Wang, D., Zhou, Q., Nie, F., Du, H., Pang, X., Fan, Y., Bai, T., & Xu, Y. (2019). *BMC microbiology*, 19(1), 240. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1613-5>
- Cetina, A., Matos, A., Garma, G., Barba, H., Vázquez, R., Zepeda-Rodríguez, A., Jay, D., Monteón, V., & López, R. (2010). *Revista Peruana de Biología*, 17(2), 231-236. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S172799332010000200014&lng=es&tlng=n](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172799332010000200014&lng=es&tlng=n)



## PRODUCCIÓN DE BIO-HIDRÓGENO DURANTE LA FERMENTACIÓN OSCURA POR *Escherichia coli* DE PAPA (*Solanum tuberosum*) PRETRATADA POR MOLIENDA MECÁNICA DE ALTA ENERGÍA

Alfredo Martínez-García<sup>1</sup>, Erick Adrián Juárez-Arellano<sup>1</sup>, Ana Karin Navarro-Martínez<sup>2</sup>

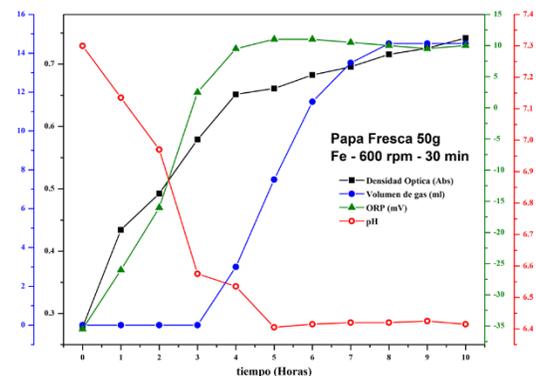
<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Científicas, Instituto de Química Aplicada, Universidad del Papaloapan, Circuito central 200, Col. Parque Industrial, C.P. 68301, Tuxtepec, Oax., México. <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Científicas, Instituto de Biotecnología, Universidad del Papaloapan, Circuito central 200, Col. Parque Industrial, C.P. 68301, Tuxtepec, Oax., México. [alfredom266@gmail.com](mailto:alfredom266@gmail.com)

*Palabras clave:* Molienda Mecánica de Alta Energía (MMAE), fermentación oscura, Bio-H<sub>2</sub>.

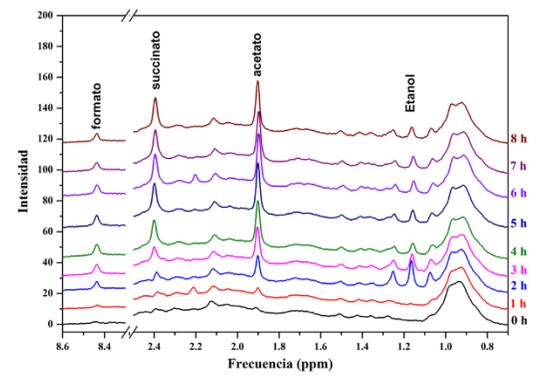
**Introducción.** El proceso más caro energéticamente durante la producción de bio-hidrógeno (Bio-H<sub>2</sub>) es el pretratamiento de sustratos. La accesibilidad de las fuentes de carbono es fundamental para una mejor digestibilidad por los microorganismos, y un mayor rendimiento de producción de Bio-H<sub>2</sub>. Con respecto a lo anterior, se ha utilizado la Molienda Mecánica de Alta Energía (MMAE) como un método rápido, barato y amigable con el ambiente para generar sustratos con altos contenidos de Azúcares Reductores (AR) [1]. Por lo tanto, en este estudio se evaluó la producción de Bio-H<sub>2</sub> por fermentación oscura de AR obtenidos por MMAE de papa (*Solanum tuberosum*).

**Metodología.** Las muestras de papa fueron tratadas en un molino planetario de bolas (Pulverisette 7) a diferentes tiempos (5, 10, 20, 30, 40 min). La cuantificación de AR de los productos fue determinada por la técnica DNS [2]. Durante la fermentación oscura por *Escherichia coli* se evaluó el crecimiento microbiano por densidad óptica (espectrofotómetro UV-Vis, 600 nm), pH y potencial Redox; ORP (SM-25CW). El gas generado se hizo pasar por una solución de NaOH para eliminar el contenido de CO<sub>2</sub>. El volumen de Bio-H<sub>2</sub> fue medido por el desplazamiento del agua dentro una probeta invertida en recipiente de agua. La velocidad máxima específica de crecimiento ( $\mu$ ) fue determinada con el modelo SGompertz (Origin Pro 8.6). La producción de ácidos orgánicos fue determinada por Resonancia Magnética Nuclear (RMN).

**Resultados.** A los 30 min de molienda se obtuvo la mayor concentración de AR, 3.5 veces mayor que las muestras sin tratamientos. Por lo tanto, fue usada como fuente de carbono durante la fermentación. La  $\mu$  y el rendimiento de producción de Bio-H<sub>2</sub> por AR fue de 0.67 h<sup>-1</sup> - 66.4 cm<sup>3</sup>/g y 0.46 h<sup>-1</sup> - 53.7 cm<sup>3</sup>/g para glucosa y papa molida, respectivamente. El seguimiento de la fermentación por RMN (Fig. 2) reveló que la presencia de los ácidos orgánicos en el medio tiene una fuerte influencia en el pH y en el equilibrio Redox, especialmente en los ácidos succínico y acético. También se puede ver que la producción de Bio-H<sub>2</sub> está limitada inicialmente por la formación de ácido fórmico.



**Fig. 1.** Monitoreo de la fermentación de papa por *E. coli*. Cinética de crecimiento (negra), pH (roja), potencial redox (verde) y volumen de Bio-H<sub>2</sub> (azul).



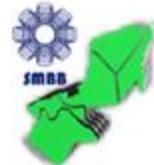
**Fig. 1.** Espectros de RMN del medio de cultivo de papa a diferentes tiempos de fermentación.

**Conclusiones.** La MMAE aumento 3.5 veces el contenido de azúcares fermentables del sustrato. Por lo tanto, tiene potencial aplicación como pretratamiento de sustratos para mejorar la producción de Bio-H<sub>2</sub> por fermentación oscura. Sin embargo, la producción de Bio-H<sub>2</sub> está limitada por la formación de ácidos orgánicos durante la fermentación.

**Agradecimiento.** Los autores agradecen el financiamiento proporcionado por CONACyT, PN 2015-1847.

### Bibliografía.

- Juarez-Arellano, E. A., et al. (2019). Starch-Stärke, 71(5-6), 1800206.
- Miller G. L. Anal. Chem. 1959, 31, 426-428.



## Enterococcus faecalis DB5 PERFORMANCE FOR LACTIC FERMENTATION IN AN OPEN STIRRED TANK BIOREACTOR.

<sup>1</sup>Fukuda Daisuke, <sup>2</sup>Carvajal-Zarrabal Octavio, <sup>3</sup>Navarro-Moreno Leticia Guadalupe, <sup>3</sup>Jesús Carrillo-Ahumada, <sup>3</sup>Aparicio-Sanguilán Alejandro, <sup>3</sup>García-Gómez Ma. de Jesús, <sup>4</sup>Mohammad Omar Abdullah, <sup>\*3</sup>Nolasco-Hipólito Cirilo

<sup>1</sup>Medical Affairs, Merck Research Laboratories, MSD K. K., Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

<sup>2</sup>Área de Bioquímica y Química de la Nutrición, Universidad Veracruzana, SS Juan Pablo II s/n, Boca del Río, CP 94294 Veracruz, Méx..

<sup>3</sup>Scientific Research Center, Universidad del Papaloapan Campus Tuxtepec, Tuxtepec, Oaxaca, México

<sup>4</sup>Department of Chemical Engineering & Energy Sustainability, Faculty of Engineering, Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS), 94300, Kota Samarahan, Sarawak, Malaysia.

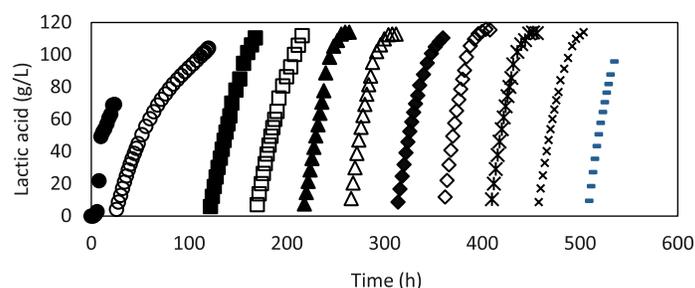
\*Corresponding author

**Keywords:** *Enterococcus faecalis*, Lactic acid Fermentation, Sucrose.

**Introduction.** Reducing the production cost of Lactic acid fermentation (LAF) is always of interest in industrial developments (Manandhar and Shah 2020). *Enterococcus faecalis* DB5 is a newly Lactic Acid Bacteria (LAB) producing microorganism isolated from Japanese mandarin. This work aimed to use sucrose from sugarcane as substrate through fermentation using *Enterococcus faecalis* DB5 to produce lactic acid. Sugarcane is a raw material abundant in the Papaloapan region. Thus, diversification of its industrial use is needed.

**Methodology.** LAF was carried out in a 5L open stirred tank bioreactor using 4L as working volume. Batch mode was used for the first cycle and then switched to Repeated Batch Fermentation. 1L volume of fermented broth was centrifuged at 6000rpm for 10 min. Then, the pellet was reused for the next cycle in a fresh medium. This procedure was repeated for each subsequent cycle (Nolasco-Hipolito et al. 2012). The Agitation and the temperature were fixed at 300rpm, and 45°C, respectively. The pH was controlled a 6.8 by direct titration (Nolasco-Hipolito et al. 2019). The 1<sup>st</sup> fermentation cycle contained 25 g/L of sucrose and five g/L of yeast extract (YE) (Difco, MD). The fermentation medium was the same as the inoculum, only that the sucrose concentration was 125 g/L. Cell Dry weight was estimated by a calibration curve from the optical density against Cell Dry Weight.

**Results.** The results are expressed in terms of LA produced. Fig. 1 shows that the LA concentration was similar in the 10 cycles. The LA concentration average was  $112.2 \pm 0.34$  g/L when the biomass concentration was stable. The total amount of LA produced was  $4.83 \pm 0.015$  kg, corresponding to a conversion rate of  $0.94 \pm 0.013$ . The biomass harvested from the 1st cycle was recycled for the second cycle, and so on. The fermentations were terminated at 48 h, except for the first cycle run for 24 h. The strain DB5 can produce around 100 g/L of LA in 24h, which corresponds to volumetric productivity of 4.2 g/Lh. However, the productivity decreased to 2.33 g/Lh from 24 to 48 h. Therefore, it took an additional 24 h to increase the LA concentration from 100 g/L to 112 g/L, and this is unfavorable from an economic point of view.



**Fig. 1.** Kinetics of LA production in sucrose based medium for 11 fermentation cycles. Symbols: ● 1<sup>st</sup>, ○ 2<sup>nd</sup>, ■ 3<sup>rd</sup>, □ 4<sup>th</sup>, ▲ 5<sup>th</sup>, △ 6<sup>th</sup>, ◆ 7<sup>th</sup>, ◇ 8<sup>th</sup>, \* 9<sup>th</sup>, × 10<sup>th</sup>; - 11<sup>th</sup> cycles.

Table 1 summarizes the kinetic parameters of the system in repeated batch fermentation mode. The amount of sucrose used for the fermentation for 11 fermentation cycles was 5.1 kg. *Enterococcus faecalis* DB5 was able to convert around 94% of this substrate to LA. The volumetric productivity was 2.33 g/Lh during the fermentation in 48 h. The productivity can be enhanced when the fermentation is only for 24h.

**Table 1.** Overall Kinetic parameter of LAF *E. faecalis* and sucrose as substrate

Parameter	Value
Sucrose fed (g)	5000.0
Lactate produced (g/L)	$113.8 \pm 3.4$
Total LA produced (g)	$4824 \pm 14.7$
Volumetric productivity (g/Lh)	2.33
Lactate Yield (g LA/g glucose)	$0.94 \pm 0.003$
Biomass Yield (g cells/g glucose)	$0.036 \pm 0.01$

**Conclusions.** *Enterococcus faecalis* DB5 strain metabolizes sucrose efficiently with high conversion rate. Fermenting at 45 °C, did not affect the productivity of the strain a reduce the risk of contamination. Due to sucrose is abundant in Papaloapan region there are opportunities to diversify its industrial use to a higher value added product as LA.

### References

- Manandhar, Ashish, and Ajay Shah. 2020. "Techno-Economic Analysis of Bio-Based Lactic Acid Production Utilizing Corn Grain as Feedstock." *Processes* 8(2): 199. <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/2/199>.
- Nolasco-Hipolito, Cirilo et al. 2012. "Lactic Acid Production by *Enterococcus Faecium* in Liquefied Sago Starch." *AMB Express* 2(1): 53.
- Nolasco-Hipolito, C et al. 2019. "Scaling up of Lactic Acid Fermentation Using *Enterococcus Faecalis*." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 495: 012049. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/495/1/012049>.



XI CBBSS



## Área 03

# Enzimas y metabolitos secundarios





## Área 03 – Enzimas y metabolitos secundarios

## Memorias

### Contenido

<p><b>Eficiencia catalítica de lipasas comerciales en glicerólisis de aceite de pescado</b>          Leticia Xochitl López-Martínez, José Esteban Montañez-Santos, Juan Antonio Noriega-Rodríguez, Ramiro Baeza-Jiménez</p>	28
<p><b>Extracción biológica de quitina usando extracto proteico de las vísceras de tilapia en desechos de camarón</b>          Alejandra Aurora Ordoñez Moreno, Neith Pacheco, Mario Adrián de Atocha Dzul Cervantes, Juan Carlos Cuevas Bernardino, Teresa del Rosario Ayora Talavera, Soledad Cecilia Pech Cohuo</p>	29
<p><b>Efecto de la infección por hongos patógenos en el metabolismo de los alcaloides bencilisoquinolínicos de <i>Argemone mexicana</i></b>          Hernández-Eleria GDC, Hernández-Hernández EA, Muñoz-Sánchez JA, Vázquez-Flota F.</p>	30
<p><b>Modificación de diterpenoides mulinano y azurellano mediante transformación microbiana</b>          Stephanie Guadalupe Herrera-Canché, Mónica Noel Sánchez-González, Luis Manuel Peña-Rodríguez</p>	31
<p><b>Identificación de un transportador de compuestos tóxicos y multidroga de tipo extrusión potencialmente involucrado en la movilización de alcaloides en <i>Argemone mexicana</i></b>          Lloyd Loza-Muller, Armando Muñoz-Sánchez, Felipe Vázquez-Flota</p>	32
<p><b>Actividad proteolítica del extracto de glándulas salivales de tabánidos</b>          Víctor Ángel Aquino Luna, Itzel López Rosas, Naomi Ramos Escobedo, Eliana Noguera Savelli, Jorge Valdez Carrasco</p>	33
<p><b>Análisis funcional de las dioxigenasas de escisión de carotenoides BoCCD1-1 y BoCCD4-3 de <i>Bixa orellana</i> L. sobre el licopeno e identificación de nuevos apocarotenoides</b>          Bertha Yuritz Colli-Gallareta, María Guadalupe Can-Cahuich, Rosa Yazmín Us-Camas, Nubia Noemí Cob-Calan, Dany Alejandro Dzib-Cauich y Luis Alfonso Can-Herrera.</p>	34



<p><b>Estudio fitoquímico de una especie del género <i>phyllanthus</i>. Saponinas como surfactantes sustitutos en procesos industriales</b> Cesar Augusto Álvarez Cesáreo, José Efraín Ramírez Benítez, Ruth López Alcántara y Ariadna Garza-Ortiz</p>	35
<p><b>Efecto del paracetamol sobre el perfil polifenólico de <i>Phaseolus vulgaris</i></b> María Magali Guillen Morales; David Yanez Nava, Patricia Margarita Garma Quen; Rafael Manuel de Jesús Mex Álvarez; Lázaro Guadalupe Ramos Gómez y Dianela Ivonne Aguilar Oballe.</p>	36
<p><b>Clonación y expresión del péptido antimicrobiano recombinante hymenoptaecina de <i>Apis mellifera</i>.</b> Naomi Ramos Escobedo, Itzel López Rosas, Víctor Ángel Aquino Luna, José Luis Villalpando Aguilar</p>	37
<p><b>Propiedades fisicoquímicas de formulaciones de crema facial a base de aceite de jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>) y aceite de rosa mosqueta (<i>Rosa canina</i> L.)</b> Rosa Lilliam Ortiz Hurtado, Josefina Graciela Ancona León, Floribeth León Pérez, Víctor Monteón Padilla y Mario Alberto Ramírez Camacho</p>	38
<p><b>Identificación molecular de bacterias marinas productoras de proteasas</b> Citlalli Pacheco Lopez, Ruth López Alcántara, José Efraín Ramírez Benítez, Aida García Ortiz</p>	39
<p><b>Análisis de la actividad proeolítica de hojas de dos variedades de chaya (<i>Cnidoscolus chayamansa</i>)</b> Wendy M. Pérez Pimentel, J. Viridiana Mijangos Sánchez, J. Efraín Ramírez Benítez</p>	40
<p><b>Extractos orgánicos del sargazo como inhibidores de corrosión de acero API X52.</b> Tania Y Puc Sarmiento, Alexis Jiménez-Jiménez, Ruth López Alcantara, Tezozomoc Pérez López, Luis A. Núñez Oreza, J Efraín Ramírez-Benitez, Ariadna Garza-Ortiz</p>	41
<p><b>Aislamiento de hongos fitopatógenos de <i>Agave Salmiana</i> productores de cutinasas</b> Edwin Alexis Puente Ríos, María Elena Cantú Cárdenas, Julio Silva Mendoza</p>	42
<p><b>Biosíntesis y caracterización de nanopartículas de cobre utilizando un extracto hidroalcohólico de cahuiche (<i>Vaccinium leucanthum</i>)</b> Mirna Canales Francisco, Rafael German Campos Montiel, Gabriel Aguirre Álvarez, Aldahir Alberto Hernández Hernández, José Antonio Sánchez Franco, Angélica Román Guerrero, Rubén Jiménez Alvarado</p>	43



<p><b>Producción y caracterización parcial de exopolisacáridos y plásticos haloarqueales producidos por <i>Haloferax mucosum</i></b>  Marianela Escalante Avilés, Mayra Alejandra López Ortega, Norberto Chavarría Hernández, Ma del Rocío López Cuellar, Adriana Inés Rodríguez Hernández</p>	44
<p><b>Caracterización enzimática de actinomicetos con importancia de aplicación agroindustrial</b>  Andrea Elizabeth Reséndiz Lima, Daniela Cerda Apresa, Isela Miroslava Mendoza García, Verónica Almaguer Cantú, Katiushka Arévalo Niño Guadalupe Rojas Verde.</p>	45
<p><b>Actividad antioxidante y fitoquímicos de extractos acuosos y etanólicos de <i>Clerodendrum ligustrinum</i> (Moste).</b>  Ana Cristina Esteban García, Minerva Aurora Hernández Gallegos, Nelly Cristina Aguilar Sánchez, Angélica Alejandra Ochoa Flores, José Rodolfo Velázquez Martínez</p>	46
<p><b>Actividad antifúngica de extractos orgánicos de <i>brickellia squarrosa</i> para el control de <i>Colletotrichum spp</i> y <i>Fusarium spp</i>.</b>  Lizbeth Guadalupe López Rodríguez, Abraham Gómez Rivera, Carlos Ernesto Lobato García, Ricardo López Rodríguez, Minerva Aurora Hernández Gallegos, José Rodolfo Velázquez Martínez, Nelly Cristina Aguilar Sánchez.</p>	47



## EFICIENCIA CATALÍTICA DE LIPASAS COMERCIALES EN GLICERÓLISIS DE ACEITE DE PESCADO

Leticia Xochitl López-Martínez<sup>a</sup>, José Esteban Montañez-Santos<sup>b</sup>, Juan Antonio Noriega-Rodríguez<sup>b</sup>, Ramiro Baeza-Jiménez<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup>CONACyT-Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. CP. 83304. Hermosillo, Sonora, México. <sup>b</sup>Posgrado en Ingeniería Química. Universidad de Sonora. CP. 83000. Hermosillo, Sonora, México. <sup>c</sup>Laboratorio de Biotecnología y Bioingeniería. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. CP. 33089. Delicias, Chihuahua, México.

\*E-mail: ramiro.baeza@ciad.mx

*Palabras clave: lipasas, omega-3, diglicéridos.*

**Introducción.** Estudios recientes sugieren que la incorporación de ácidos grasos n-3 (FA n-3) en la dieta se corresponde con un comportamiento alimenticio saludable<sup>(1)</sup>. Además, se sabe que los n-3 son absorbidas de manera preferencial en las paredes del intestino cuando se encuentra formando mono- (MAG) y di- (DAG) en comparación con los triglicéridos (TAG).

El objetivo de este trabajo era evaluar la síntesis de glicéridos parciales ricos en DAG, a partir de aceite de pescado rico en FA n-3 empleando diferentes lipasas comerciales.

**Metodología.** El aceite de pescado rico en FA n-3 se obtuvo de Ocean Nutrition (Nova Scotia, Canadá). Las lipasas empleadas eran: Lipozyme<sup>®</sup> TL IM, Lipozyme<sup>®</sup> RM IM y Novozyme 435, adquiridas de Novozymes A/S (Bagsvaerd, Dinamarca). El glicerol, al igual que los solventes empleados, se obtuvieron de Sigma-Aldrich (México).

La reacción de glicerólisis se llevó a cabo en reactores de 25 mL, con una relación molar 3:1 (aceite:glicerol), 60°C, 200 rpm y 10 % p/p de las diferentes lipasas. Asimismo, se evaluaron los efectos de la adición de agua (0, 3 y 6% p/p) y tamiz molecular (20 % p/p). Se tomaron alícuotas a las 24 h para analizar el perfil de los glicéridos obtenidos en cada reacción por HPLC y GC<sup>(2)</sup>.

**Resultados.** La eficiencia catalítica de las lipasas comerciales se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Contenido de acilglicéridos obtenidos por 3 lipasas comerciales

Compuesto	Contenido (% p/p)		
	TL IM	RM IM	N435
TAG	34.97	32.95	26.73
AGL	24.74	19.28	20.51
DAG	33.93	36.25	40.87
MAG	6.35	11.52	11.90

Mono- (MAG), Di- (DAG), Triglicéridos (TAG) y ácidos grasos libres (AGL)

La formación de DAG y MAG se vio favorecida por la acción de la lipasa N435. Esta lipasa rinde la mayor conversión de TAG en DAG con una pérdida mínima por hidrólisis. A partir de estos resultados, la enzima seleccionada para la glicerólisis del aceite de pescado es N435.

Dado que todas las enzimas requieren de cierta concentración de agua para su acción catalítica, la Tabla 2 muestra los efectos de la adición de agua y la presencia de tamiz molecular.

**Tabla 2.** Efecto del contenido de agua sobre el perfil de acilglicéridos

	0% H <sub>2</sub> O	3% H <sub>2</sub> O	6% H <sub>2</sub> O	20% tamiz
TAG (%)	25.01 ± 0.58	24.03 ± 0.71	21.99 ± 0.92	23.45 ± 0.82
AGL (%)	23.44 ± 0.39	23.68 ± 0.50	29.78 ± 0.79	24.85 ± 0.41
DAG (%)	33.79 ± 0.75	34.75 ± 0.61	30.75 ± 0.81	34.88 ± 0.56
MAG (%)	17.75 ± 0.81	17.54 ± 0.69	17.47 ± 0.85	16.82 ± 0.62

De acuerdo con los resultados obtenidos, puede observarse que la cantidad de DAG permaneció casi constante en la mayoría de los experimentos, a excepción de la reacción con 6% de H<sub>2</sub>O, en donde se reduce el porcentaje de DAG, a causa de la hidrólisis de TAG. La presencia de tamiz molecular parece coadyuvar a la reacción de glicerólisis.

**Conclusiones.** Para este trabajo exploratorio, la lipasa N435 permitió obtener el mayor contenido de DAG y TAG. Por lo tanto, se hace necesario el estudio de otros parámetros de reacción como el tipo de agitación, diferentes velocidades de agitación y temperaturas más elevadas, para garantizar una mejor miscibilidad de los sustratos.

### Bibliografía.

- Noriega-Rodríguez J.A., Carrillo-Pérez E., Gámez-Meza N., Medina-Juárez L.A., Baeza-Jiménez R., García H.S. (2013). *J Food Res.* 2(6): 97 – 105.
- Miranda K., Baeza-Jiménez R., Noriega-Rodríguez J.A., Otero C., García H.S. (2013). *Eur Food Res Technol.* 236: 435 – 440.



## EXTRACCIÓN BIOLÓGICA DE QUITINA USANDO EXTRACTO PROTEÍCO DE LAS VÍSCERAS DE TILAPIA EN DESECHOS DE CAMARÓN

Alejandra Aurora Ordoñez Moreno<sup>1</sup>, Neith Pacheco<sup>2</sup>, Mario Adrián de Atocha Dzul Cervantes<sup>1</sup>, Juan Carlos Cuevas Bernardino<sup>3</sup>, Teresa del Rosario Ayora Talavera<sup>2</sup>, Soledad Cecilia Pech Cohuo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, en el Estado de Campeche, México. (24900) <sup>2</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ, A.C., Subsede Sureste, México (97302), <sup>3</sup>CONACYT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ, A.C., Subsede Sureste, México (97302)  
[6049@itescam.edu.mx](mailto:6049@itescam.edu.mx)

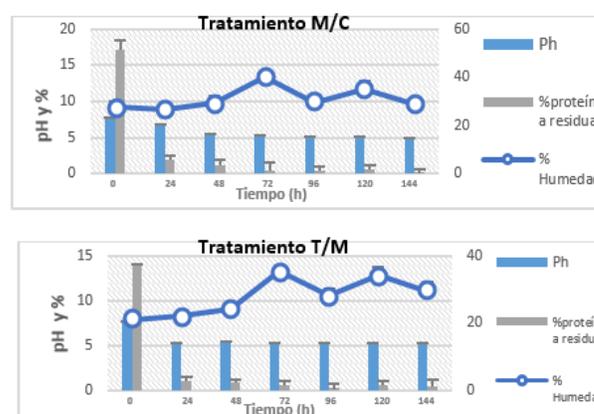
*Extracto proteico de Tilapia Aprovechamiento de residuos Quitina biológica*

**Introducción:** La principal fuente de obtención de la quitina son los crustáceos por lo que los residuos de la industria camaronera pueden ser aprovechados para su producción [1,2]. La desproteización es un proceso importante para la obtención de quitina por lo que el uso de los residuos de las vísceras de Tilapia que contiene proteasas, podrían potencializar este proceso [3]. El objetivo de este proyecto es aprovechar residuos marino-industriales como lo son los desechos de camarón y las vísceras de la tilapia de la acuicultura, así como también los desechos de la miel (no apta para consumo humano), en un proceso biológico para la obtención de quitina.

**Metodología:** Se realizaron 2 fermentaciones sometidos a distintas condiciones, definidas como "M/C (Miel control)" y "T/M" (Tilapia miel). La primera fermentación se le añadió desechos de camarón que fueron mezcladas con una fuente de carbono proveniente de los desechos de la miel (10% p/p), iniciador BAL (*Lactobacillus plantarum*) (5% v/p). A la segunda fermentación se le añadió como un compuesto más el extracto proteico de las vísceras de Tilapia (30% v/p) mezclado con Tris-HCl buffer (0.1 M, pH 7.5) de acuerdo con Pech-Cohuo et al [4]. La cuantificación de humedad se realizó con base al método gravimétrico de la AOAC. El porcentaje de nitrógeno se determinó en un equipo automático Kjeldahl.

**Resultados:** En ambos tratamientos el pH disminuyó en las primeras 24 horas (Figura 1 y 2), esto se atribuyó a la buena cinética de crecimiento de las bacterias homofermentativas *Lactobacillus plantarum* productoras de ácido láctico. De acuerdo con los análisis bromatológicos la desproteización se efectuó en ambas fermentaciones, debido a que la BAL es una bacteria probiótica que tiene actividad proteolítica y en los crustáceos se encuentran enzimas péptidas que actúan rompiendo los enlaces peptídicos de las proteínas que son activadas a un pH bajo [5], no obstante, el extracto proteico de las vísceras de Tilapia añadido en el tratamiento T/M no tuvo resultados significativos en la desproteización. Las enzimas proteolíticas tuvieron un descenso en su actividad después de las 24 horas por lo que en el intervalo de 48 horas a 144 horas no se encontraron diferencias significativas en la desproteización, esto se podría

atribuir al agotamiento de la fuente de carbono (Miel) en las primeras 24 horas.



**Figura 1 y 2.** Determinación de pH, % proteína residual y porcentaje de humedad para el tratamiento M/C y T/M.

**Conclusión:** La fermentación por la bacteria *Lactobacillus plantarum* en residuos de camarón y el uso de las vísceras de Tilapia es una alternativa viable en la obtención quitina, esto se le atribuye a que es un proceso que requiere un tiempo corto, se aprovechan residuos y se disminuye el uso de reactivos contaminantes, volviéndolo un proceso amigable con el ecosistema.

**Agradecimiento:** Al Programa de Estancias Posdoctorales para Mujeres Mexicanas Indígenas en Ciencia, Tecnología Ingenierías y Matemáticas, de CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)- Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS)- Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo Canadá (IDRC)

**Bibliografía:** 1 Gover Antoniraj, M., Maria Leena, M., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2020).. *International Journal of Biological Macromolecules*, 147, 1268–1277.3. Bharathi, S. K. V., Lena, M. 2. Pakizeh, M., Moradi, A., & Ghassemi, T. (2021).. *European Polymer Journal*, 159, 110709. 3 Hossain, T. J., Das, M., Ali, F., Chowdhury, S. I., & Zedny, S. A. (2021). *AIMS Microbiology*, 7(4), 528–545. 4. Pech-Cohuo, S. C., Herrera-Pool, E., Ramos-Díaz, A., Cuevas-Bernardino, J. C., Ayora-Talavera, T., & Pacheco, N. (2020). *Aprovechamiento de frutos, productos y subproductos tropicales.* (1 ed., vol. 1, pp.149.152). CIATEJ. 5., A., Rumhayati, B., & Srihardyastutie, A. (2019, June).. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 546, No. 2, p. 022019). IOP Publishing.



## EFFECTO DE LA INFECCIÓN POR HONGOS PATÓGENOS EN EL METABOLISMO DE LOS ALCALOIDES BENCILISOQUINOLÍNICOS DE *Argemone mexicana*

Hernández-Eleria GDC, Hernández-Hernández EA, Muñoz-Sánchez JA, Vázquez-Flota F.

Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 43 No. 130, Chuburná, Mérida 97205, México. [felipe@cicy.mx](mailto:felipe@cicy.mx)

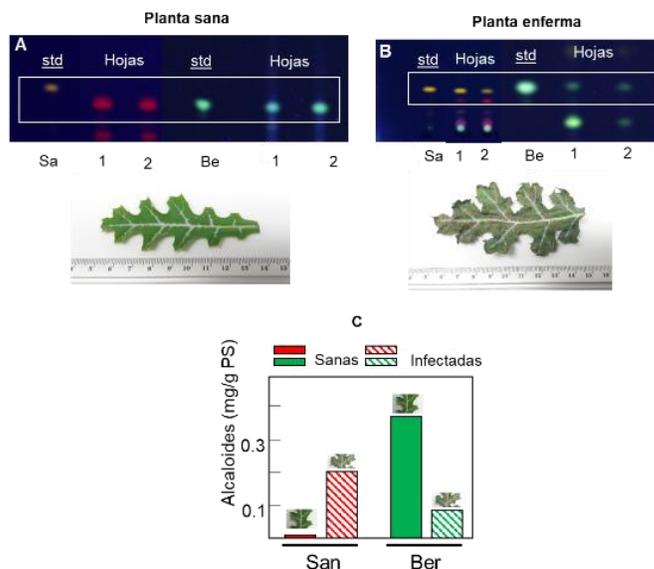
*Palabras clave:* Alcaloides bencilisoquinolínicos, *Argemone mexicana*, Hongos patógenos

**Introducción.** Las plantas han desarrollado algunos mecanismos de defensa contra patógenos, como la síntesis de metabolitos secundarios (1). *Argemone mexicana* acumula los alcaloides bencilisoquinolínicos (ABI) sanguinarina y berberina, los cuales presentan actividad antimicrobiana. Sin embargo, no se ha descrito la acumulación de estos alcaloides en plantas de *Argemone* durante la infección por hongos que causan la necrosis en las hojas. En este estudio, investigamos cómo la infección por hongos asociados a la mancha necrótica foliar afecta el metabolismo de los ABI en *A. mexicana*.

**Metodología.** Se identificaron plantas con síntomas de infecciones por hongos y se aislaron de las lesiones necróticas en medios PDA. Los hongos aislados se identificaron morfológica y molecularmente. Una vez aislados, se realizaron pruebas de patogenicidad en las que hojas sanas se inocularon con los hongos y se monitorearon durante 7 días. Después de la aparición de síntomas, se aislaron los microorganismos asociados a las lesiones. Las hojas se liofilizaron y se extrajeron los alcaloides por maceración para el análisis por cromatografía en capa fina.

**Resultados.** Se observó la acumulación de sanguinarina en hojas infectadas (0.2 mg/g PS), mientras que en hojas sanas este alcaloide estuvo ausente (Fig. 1). En el caso de berberina se observó una disminución de la acumulación en las hojas infectadas, en comparación con las sanas.

Por otro lado, se aislaron cuatro hongos de las hojas infectadas. La observación de los hongos sobre las lesiones foliares, así como la morfología de los micelios y de esporas en los cultivos axénicos y el análisis de marcadores moleculares permitió determinarlos como: *Lasiodiplodia theobromae* (H1), *Fusarium solani* (H2), *Corynespora cassiicola* (H3) y *Cladosporium* sp. (H4) (Fig. 1). Pruebas de patogenicidad sobre hojas de *A. mexicana* demostraron que solamente *C. cassiicola* fue capaz de producir una infección primaria, detectada como de necrosis en la zona de contacto con el micelio, sugiriendo que las otras tres especies podrían actuar como agentes oportunistas.



**Figura 1.** Análisis de ABI en *A. mexicana*. (A) Hojas de una planta sana (izquierda) y placa de CCF en las que no se observa la presencia de sanguinarina. Stds corresponde a los carriles con estándares de sanguinarina (San) y berberina (Be); 1 y 2 muestran carriles con extractos de dos hojas independientes. (B) Hojas de una planta infectada (izquierda) y placa de CCF en las que se observa la presencia de sanguinarina. El etiquetado es similar que en (A). (C) contenido de sanguinarina (San) y berberina (Ber) en hojas sanas (barras llenas) e infectadas (barras diagonales).

**Conclusiones.** Nuestros análisis demuestran que se producen cambios en el metabolismo de los ABI en *A. mexicana* durante su interacción con hongos asociados a la mancha necrótica foliar. Nuestros resultados proporcionan nueva información sobre la posible respuesta de defensa de sanguinarina frente a los hongos patógenos.

**Agradecimientos.** A CONACYT CB-2016- 0285887. G.D.C H-H y EA- H-H son becarias de CONACYT para estudios de doctorado y maestría respectivamente.

### Bibliografía.

1. Chen, J., Ullah, C., Giddings Vassão, D., Reichelt, M., Gershenzon, J., & Hammerbacher, A. (2021). *Sclerotinia sclerotiorum* infection triggers changes in primary and secondary metabolism in *Arabidopsis thaliana*. *Phytopathology*, 111(3), 559-569.



## MODIFICACIÓN DE DITERPENOIDES MULINANO Y AZORELLANO MEDIANTE TRANSFORMACIÓN MICROBIANA

Stephanie Guadalupe Herrera-Canché,<sup>1</sup> Mónica Noel Sánchez-González,<sup>2</sup> Luis Manuel Peña-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Química de Productos Naturales, Unidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 No. 130, Colonia Chuburná, 97200 Mérida, Yucatán. <sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5, Chuburná de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, Yucatán.

Correo electrónico: stephyhec421@gmail.com

Palabras clave: biotransformación, tuberculosis, *Penicillium*

### Introducción

Los diterpenoides de tipo mulinano y azorellano son un grupo único de productos naturales aislados de plantas de los géneros *Azorella*, *Bolax*, *Laretia* y *Mulinum* (1). Estos diterpenoides han demostrado tener diversas propiedades biológicas, incluyendo antituberculosa contra cepas sensibles y resistentes de *Mycobacterium tuberculosis*. Asimismo, se ha reportado que la derivatización química de los grupos funcionales en estos diterpenoides incrementan la actividad antituberculosa (1,2).

Con base a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue obtener derivados de mulinanos y azorellanos mediante procesos de transformación microbiana empleando cultivos fúngicos y bacterianos.

### Metodología

Los diterpenoides mulinano y azorellano empleados como sustratos en este estudio se aislaron a partir de extractos de *Azorella compacta* y *Mulinum crassifolium* (1). Para el proceso de transformación microbiana se utilizaron cultivos fúngicos de *Aspergillus alliaceus*, *Mucor circinelloides* y *Penicillium notatum*, y un cultivo bacteriano con *Nocardia iowensis*, en medio lowa. Los productos obtenidos se purificaron por Cromatografía en Columna Flash (CCF). La identificación de los productos de transformación microbiana se realizó mediante la interpretación de sus datos de Espectrometría de Masas (EM) y Resonancia Magnética Nuclear (RMN).

### Resultados

El escrutinio de la transformación microbiana del azorellanol [1] mostró que este diterpeno fue modificado por *N. iowensis* después de 144 h de incubación, generando el 7-desacetil-azorellanol [3] como producto mayoritario. Asimismo, 1 fue modificado por *P. notatum* después de 48 h de incubación generando dos productos identificados como 4,16-dihidroxi-azorellanol [4] y 2 $\beta$ ,16-dihidroxi-14-en-azorellanol [5]. Adicionalmente, el ácido mulinólico [2] fue modificado por el hongo *P. notatum* después de 192 h de incubación generando dos productos identificados como ácido 14 $\beta$ -hidroximulinólico [6] y ácido 14 $\beta$ ,16-dihidroxi-mulinólico [7].

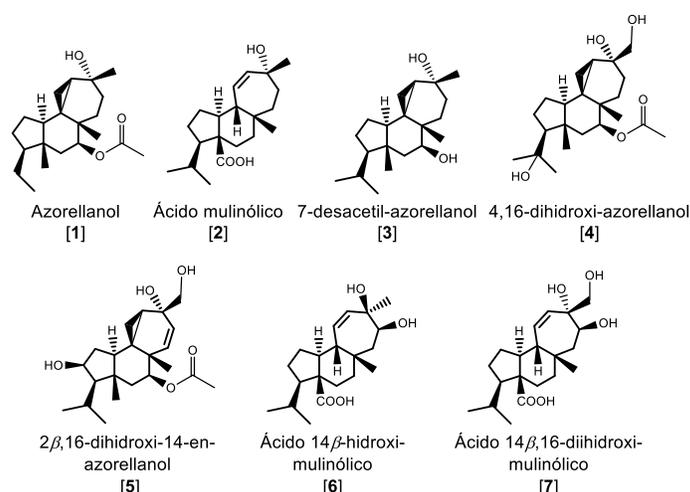


Fig. 1. Estructuras químicas de los sustratos [1-2] y productos de transformación microbiana [3-7]

### Conclusiones

Los resultados obtenidos confirman a la transformación microbiana como una estrategia importante para la obtención de derivados novedosos a partir de productos naturales.

### Agradecimiento

Los autores agradecen el apoyo de CONACYT (beca No. 733444), de la Unidad de Biotecnología (CICY) y del Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Química UADY.

### Bibliografía

- Molina-Salinas GM, Bórquez J., Ardiles A., Said-Fernández S., Loyola LA., San-Martín A., González-Collado I., Peña-Rodríguez LM. (2010). *Fitoterapia*. 81: 50-54.
- Martínez-González MA, Peña-Rodríguez LM, Uc-Cachón AH, Bórquez J, Simirgiotis MJ, Barrios-García HG, Hernández-Pardo R, Loyola LA, Areche C, Dzul-Beh AJ, Barrios-Payán JA, Mata-Espinosa D, Escalante-Erosa F, García-Sosa K, Molina-Salinas GM. (2021). *Metabolites*. 11; 876.



# IDENTIFICACIÓN DE UN TRANSPORTADOR DE COMPUESTOS TÓXICOS Y MULTIDROGA DE TIPO EXTRUSION POTENCIALMENTE INVOLUCRADO EN LA MOVILIZACIÓN DE ALCALOIDES EN *Argemone mexicana*

Lloyd Loza-Muller, Armando Muñoz-Sánchez, Felipe Vázquez-Flota\*

Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Mérida, Yucatán 97205, \*Correspondencia: felipe@cicy.mx

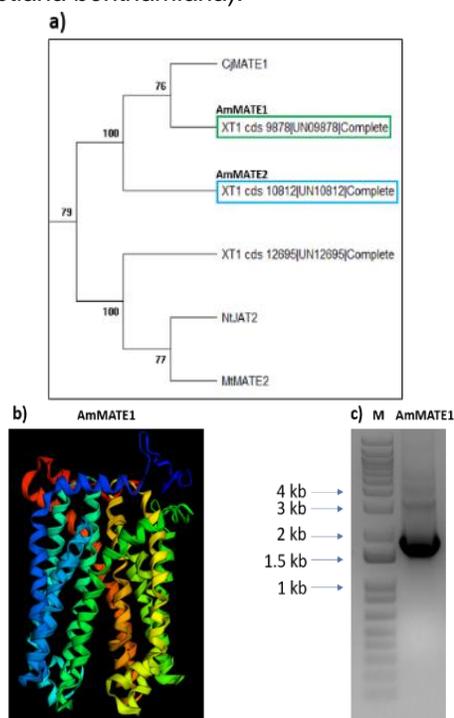
*Palabras clave:* *Argemone mexicana*, AmMATE1, alcaloide.

**Introducción.** *Argemone mexicana* L. es una planta no modelo que produce los alcaloides bencilisoquinolínicos (ABI's) berberina y sanguinarina. Estos ABI's poseen propiedades importantes en la salud ya que actúan contra la diabetes, el cáncer y recientemente el COVID-19 (1). Con anterioridad se ha demostrado que los sitios de acumulación final de estos alcaloides en plantas maduras pueden diferir de sus sitios de síntesis, a través de la expresión diferencial de sus enzimas biosintéticas (2). Dentro de las posibles explicaciones a este fenómeno se encuentran los mecanismos de movilización de ABI's que han sido descritos en otras especies tales como *Coptis japonica*, *Thalictrum minus* y *Eschscholzia californica*. Se ha reportado que las proteínas transportadoras ABC (ATP Binding Cassette) y MATE (Multidrug And Toxic Compound Extrusion) participan en los mecanismos de movilización. Recientemente en *A. mexicana* se describió la posible participación de AmABCB1 en el importe de sanguinarina en semillas maduras al nivel de la membrana plasmática (3). Sin embargo, se desconoce el mecanismo de almacenamiento de sanguinarina una vez que cruza la membrana plasmática. El objetivo de este trabajo es determinar la movilización subcelular de ABI's del citosol a la vacuola por una proteína MATE en *A. mexicana*.

**Metodología.** Se determinó la anotación de las secuencias MATE PFAM PF01554 a partir de un transcriptoma de plántulas de *A. mexicana* (4). Posteriormente se realizó el análisis filogenético empleando como referencia a CjMATE1 el cual se ha descrito que moviliza a la berberina del citosol hacia la vacuola en cultivos celulares de *C. japonica* (5). Finalmente, se obtuvo la secuencia de la proteína transportadora candidata seleccionada.

**Resultados.** La anotación funcional del transcriptoma proveniente de plántulas de *A. mexicana* permitió obtener un total de 16 secuencias con el perfil de proteínas MATE y la relación filogenética con CjMATE1 permitió seleccionar a dos proteínas MATE denominadas AmMATE1/AmMATE2 (Fig. 1a) y que poseen una similitud del 82% y 77% respectivamente con CjMATE1. Al poseer AmMATE1 mayor similitud se ha enfocado en la obtención de este transportador. Su estructura 3D presenta la conformación típica de un transportador

MATE el cual posee 12  $\alpha$ -hélices distribuidas en los lóbulos N y C terminal (Fig. 1b) Actualmente se ha obtenido tentativamente la secuencia de AmMATE1 a partir de raíces de plantas maduras de *A. mexicana* (Fig. 1c) y se espera poder lograr su expresión heteróloga en otros organismos tales como levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y/o protoplastos de tabaco (*Nicotiana benthamiana*).



**Fig. 1.** a) Relación filogenética de AmMATE1 y AmMATE2 con respecto a CjMATE1. b) Estructura 3D de AmMATE1. c) Obtención de la secuencia tentativa de AmMATE1 a partir de raíz de plantas maduras de *A. mexicana*.

**Conclusiones.** Se han seleccionado dos secuencias candidatas (AmMATE1/AmMATE2) para movilizar ABI's en *A. mexicana*. Se ha obtenido tentativamente la secuencia completa de AmMATE1 el cual se espera que sea capaz de movilizar ABI's en un sistema de expresión heterólogo.

**Agradecimientos.** Al CONACyT proyecto CB-2016-0285887 y beca (CVU:514907).

**Bibliografía.**

- Och A, et al. (2019). *Toxins*. Vol 11 (485).
- Vázquez-Flota F, et al. (2018). *Rev Fitotec Mex*. Vol 41 (1): 13-21.
- Loza-Muller L, et al. (2021). *Planta*. Vol 254 (6).
- Du Z, et al (2021). *BMC ecol evol*. Vol 21 (141): 1-14.
- Takanashi K, et al (2017). *Phytochemistry*. Vol 138: 76-82



## ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DEL EXTRACTO DE GLÁNDULAS SALIVALES DE TABÁNIDOS

Víctor Ángel Aquino Luna<sup>1</sup>, Itzel López Rosas<sup>2\*</sup>, Naomi Ramos Escobedo<sup>3</sup>, Eliana Noguera Savelli<sup>2</sup>, Jorge Valdez Carrasco<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, Colegio de Postgraduados campus Campeche, Sihochac, Champotón, Campeche, 24450, <sup>2</sup>CONACYT-Colegio de Postgraduados campus Campeche, Sihochac, Champotón, Campeche, 24450, <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, 32310, <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Edo. Mex., 56264.

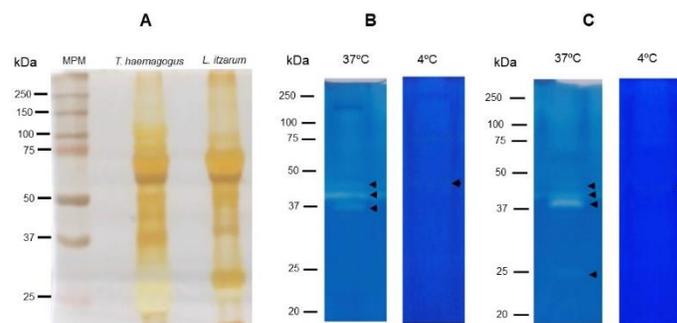
\*[itzel.rosas@colpos.mx](mailto:itzel.rosas@colpos.mx)

*Palabras clave: Electroforesis, proteínas, proteasas*

**Introducción.** Los tabánidos son un grupo de dípteros hematófagos pertenecientes a la familia Tabanidae. En México se tiene registro de 207 especies (1) y en el caso de la península de Yucatán, se tiene el registro de 29 especies (2). Son considerados como insectos polinizadores, además de tener importancia médico-veterinaria debido a la transmisión de agentes patógenos. (3). Debido a su hábito hematófago, se les asocia con la presencia de proteínas en el fluido salival (4). Derivado de lo anterior, se realizó la obtención de proteínas del extracto de glándulas salivales de dos especies de tabánidos y se determinó la actividad proteolítica por zimografía.

**Metodología.** Los organismos fueron colectados vivos mediante trampas *Malaise* en una zona de selva del Colegio de Postgraduados campus Campeche durante el periodo de junio 2022. Se extrajeron las glándulas salivales de 100 ejemplares de las especies *Tabanus haemagogus* y *Leucotabanus itzarum* fueron colocadas en PBS. Las proteínas del extracto de las glándulas fueron obtenidas por la adición de TCA al 25%; las proteínas recuperadas se lavaron en dos ocasiones y fueron resuspendidas en una solución Tris-SDS (5). Las muestras fueron analizadas por electroforesis y por zimografía en geles copolimerizados con gelatina. Los geles obtenidos fueron lavados con 2.5% Tritón 100x, Tris-HCl pH 7.5, NaCl<sub>2</sub>, ZnCl<sub>2</sub> a 37°C y 4°C. Las proteínas fueron teñidas con nitrato de plata y la actividad enzimática fue evidenciada con tinción de azul de Coomassie y visualizados en un escáner convencional.

**Resultados.** Se obtuvieron proteínas integrales y con actividad de proteasas del tipo colagenasas, que fueron identificadas por el zimograma, donde se observaron bandas transparentes en los geles. La actividad se visualizó en un rango de 37-50 kDa para la especie *T. haemagogus* (carril 1) y proteasas de peso molecular entre 25-50 kDa para la especie *L. itzarum* (carril 2) (Figura 1).



**Fig.1.** Actividad enzimática de proteasas del EGS de tabánidos. Panel A) Proteínas del EGS de tabánidos. Panel B) Actividad enzimática a 37°C y 4°C de *T. haemagogus*. Panel C) Actividad de proteasas a 37°C y 4°C de *L. itzarum*.

**Conclusiones.** Se evidenció actividad proteolítica diferencial en el extracto de glándulas salivales de las especies *T. haemagogus* y *L. itzarum*.

**Agradecimientos.** Al CONACyT por la beca de maestría (Nº 791059). Al proyecto Cátedras CONACyT Nº 1016 “Desarrollo de la genómica para la innovación Bioprospección y sustentabilidad del Trópico.”

### Bibliografía.

- 1.- Ibáñez-Bernal, S. (2017). CONABIO. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJE006.pdf>.
- 2.- Martin-Park, A., Delfín, H., Paula Sosenski, Reyes-Novelo, E., Meléndez-Ramírez, V., Navarrete-Carballo, J., Ibáñez-Bernal, S., Dzúl-Manzanilla, F., González-Moreno, A., & Manrique-Saide, P. (2018). *J. Insect Conserv.* 22. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0040-x>
- 3.- Baldacchino, F., Desquesnes, M., Mihok, S., Foil, L. D., Duvallet, G., & Jittapalapong, S. (2014). *Infect. Genet. Evol.* 28, 596–615. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.03.029>
- 4.- Kazimirová, M., Šulanová, M., Kozánek, M., Takáč, P., Labuda, M., & Nuttall, P. A. (2001). *Pathophysiol. Haemos. Thromb.* 31(3–6), 294–305. <https://doi.org/10.1159/000048076>
- 5.- Fujita, T., Kozuka-Hata, H., Uno, Y., Nishikori, K., Morioka, M., Oyama, M., & Kubo, T. (2010). *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 397, 740–744. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2010.06.023>



## Análisis funcional de las Dioxigenasas de Escisión de Carotenoides BoCCD1-1 y BoCCD4-3 de *Bixa orellana* L. sobre el licopeno e identificación de nuevos apocarotenoides

Bertha Yuritzi Colli-Gallareta, María Guadalupe Can-Cahuich, Rosa Yazmín Us-Camas, Nubia Noemí Cob-Calan, Dany Alejandro Dzib-Cauich y Luis Alfonso Can-Herrera.

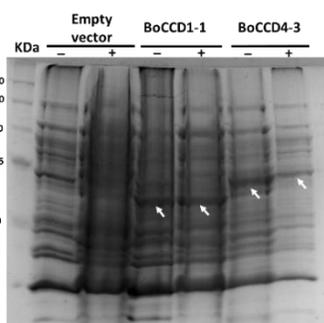
Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche  
Departamento de Bioquímica y de Posgrado e Investigación, Calkiní, C.P. 24900  
[ryuscamas@itescam.edu.mx](mailto:ryuscamas@itescam.edu.mx)

*Palabras clave:* *Bixa orellana* L., BoCCD1-1 y BoCCD4-3

**Introducción.** *Bixa orellana* L. o achiote, es una planta tropical que produce al apocarotenoide bixina, un pimiento rojo naranja ampliamente utilizada en la industria alimenticia, textil, cosmética y farmacéutica (Rivera-Madrid et al., 2016). En el 2015 se reportaron a 8 nuevos miembros de la familia de enzimas Dioxigenasas de Escisión de Carotenoides (BoCCD) de *B. orellana*. Recientemente se encontró que las proteínas recombinantes BoCCD1-1 y BoCCD4-3 son capaces de escindir al licopeno en las posiciones 5,6/5',6' produciendo bixin aldehído, el primer producto de la biosíntesis de bixina. Por otro lado, existen reportes que indican que las enzimas CCD1 y CCD4 son promiscuas y capaces de escindir al licopeno en las posiciones 5,6/5',6', 7,6/7',6' y 9,10/9',10' (Us-Camas et al., 2022). Por ello, el presente proyecto tiene como objetivo realizar el análisis de la actividad de BoCCD1-1 y BoCCD4-3 sobre el licopeno y determinar si producen otros apocarotenoides como productos con posible potencial biotecnológico.

**Metodología.** Para la expresión de BoCCD1-1 y BoCCD4-3 se transformarán células BL21 de *E. coli* con el plásmido pACCRT-EIB que produce licopeno y los plásmidos PDEST17-BoCCD1-1 y PDEST17-BoCCD4-3, respectivamente. Como control negativo se usarán células BL21 con el vector PDEST17 vacío. Los carotenoides y apocarotenoides se extraerán según describe Us-Camas et al., 2022. El análisis por HPLC de los compuestos se realizará conforme a Rodríguez-Ávila et al., 2011. Los extractos también se analizarán por LC-ESI-QTOF-MS/MS para identificar a nuevos apocarotenoides (Us-Camas et al., 2022).

**Resultados.** Los plásmidos que contienen a BoCCD1-1 y BoCCD4-3 han sido secuenciados, determinando los porcentajes de identidad y similitud de las secuencias respecto a las reportadas en el GeneBank (Tabla 1). Adicionalmente las proteínas BoCCD1-1 y BoCCD4-3 se han expresado de forma exitosa en *E. coli* (Fig. 1). Todo lo anterior indica que ya es posible realizar el análisis funcional de la actividad de BoCCD1-1 y BoCCD4-3 sobre el licopeno. Estudios previos indican BoCCD1-1 y BoCCD4-3 escinden al licopeno en los enlaces 5,6/5',6' produciendo bixina aldehído, sin embargo, aún está por determinarse si son capaces de escindir al licopeno en otros enlaces y generar nuevos apocarotenoides.



**Fig.1.** Expresión heteróloga de las proteínas BoCCD1-1 y BoCCD4-3 en células de *E. coli*.

**Tabla 1.** Porcentaje de identidad y similitud de las secuencias de BoCCD1-1 y BoCCD4-3 aisladas con las reportadas en el transcriptoma de *B. orellana*.

Gen	ORF (pb)	% de Identidad	% de Similitud
BoCCD1-1	1620	99.64	99.63
BoCCD4-3	1700	98.76	97.11

**Conclusiones.** Los altos porcentajes de identidad y similitud indican que los genes BoCCD1-1 y BoCCD4-3 aislados corresponden a los genes previamente reportados de *B. orellana* (Cárdenas-Conejo et al. 2015). La expresión exitosa de BoCCD1-1 y BoCCD4-3 indica que ya es posible realizar el análisis de la actividad de BoCCD1-1 y BoCCD4-3 sobre el licopeno y determinar si se producen nuevos apocarotenoides como productos.

**Agradecimiento.** Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México (TecNM) (Proyecto No. 14517.22-PDI) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) (Proyecto No.322133, Infraestructura 2022) por el apoyo financiero para la realización del proyecto.

### Bibliografía.

- (1) Rivera-Madrid, R., Aguilar-Espinosa, M., Cárdenas-Conejo, Y., & Garza-Caligaris, L. E. (2016). *Front. Plant Sci.* 7, 1406.
- (2) Us-Camas, R., Aguilar-Espinosa, M., Rodríguez-Campos, J., Vallejo-Cardona, A. A., Carballo-Uicab, V. M., Serrano-Posada, H., & Rivera-Madrid, R. (2022). *Front. Plant Sci.* 13, 829089-829089.
- (3) Rodríguez-Ávila, N. L., Narváez-Zapata, J. A., Aguilar-Espinosa, M., & Rivera-Madrid, R. (2011). *Plant Mol. Biol. Rep.* 29(1), 43-50.
- (4) Cárdenas-Conejo, Y., Carballo-Uicab, V., Lieberman, M., Aguilar-Espinosa, M., Comai, L., & Rivera-Madrid, R. (2015). *BMC genomics*, 16(1), 1-19.



## ESTUDIO FITOQUÍMICO DE UNA ESPECIE DEL GÉNERO *PHYLLANTHUS*. SAPONINAS COMO SURFACTANTES SUSTITUTOS EN PROCESOS INDUSTRIALES

Cesar Augusto Álvarez Cesáreo<sup>1</sup>, José Efraín Ramírez Benitez<sup>1</sup>, Ruth López Alcántara<sup>2</sup> y Ariadna Garza-Ortiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Ing. Humberto Lanz Cárdenas s/n, Col. Ex-Hacienda Kalá, 24085, Campeche, México. <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Ing. Humberto Lanz Cárdenas s/n, Col. Ex-Hacienda Kalá, 24085, Campeche, México arigarza@uacam.mx

*Palabras clave:* Saponinas, perfil fitoquímico, *Phyllanthus*.

**Introducción.** Las saponinas, productos del metabolismo secundario de plantas y organismos marinos, tienen función de defensa. Incluyen un triterpeno o una aglicona esteroidea y una o más cadenas de azúcares. Las saponinas están en formulación de alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos y en procesos de biorremediación del suelo. Hay mucho interés en su aplicación en procesos industriales como estrategia de mitigación de impacto ambiental. El género *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) con más de 900 especies, se encuentra en áreas tropicales y subtropicales del mundo (1), incluyendo la península de Yucatán. Algunas especies se han empleado de manera empírica para aliviar la tos, ictericia, gonorrea, disentería, diabetes, úlceras epidérmicas entre otros padecimientos (3). Existen especies del género *Phyllanthus* que producen saponinas.

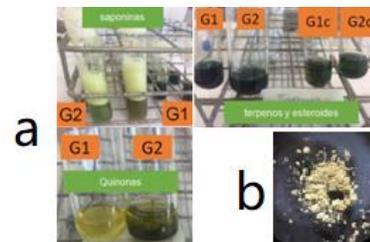
Con la intención de desarrollar estrategias de bioremediación o de transformación verde de procesos industriales, este proyecto plantea el estudio fitoquímico de una especie del género *Phyllanthus* del estado de Campeche, y, de probarse la presencia de saponinas, desarrollar un proceso de extracción y cuantificación.

**Metodología.** Se hizo la identificación de la especie (*Phyllanthus acidus*); la colecta y procesamiento de muestras de hojas; la extracción mediante percolación con metanol y el desarrollo del perfil fitoquímico según los métodos reportados en la literatura (4,5) para dos individuos seleccionados (G1 y G2). La evaporación del solvente dio origen a un precipitado ceroso que se sometió a pruebas de perfil fitoquímico (G1c y G2c).

**Resultados.** El perfil fitoquímico de los extractos metanólicos arrojó los siguientes resultados:

**Tabla 1.** Perfil fitoquímico de *Phyllanthus acidus*.

Compuestos químicos	Extractos			
	Líquidos		Cera	
	G1	G2	G1c	G2c
Alcaloides	+	+	-	-
Saponinas	+	+	-	-
Lípidos	+	+	+	+
Flavonoides	+	+	-	-
Quinonas	+	+	-	-
Terpenos y esteroides	+	+	+++	+++



**Fig. 1.** a. Resultados experimentales de las pruebas de identificación de saponinas, prueba de Liebermann-Burchard y prueba de Borntrager. b. Saponina precipitada.

Sobresale del perfil fitoquímico la presencia de saponinas pues la cantidad de espuma es abundante y de muy buena estabilidad. La extracción de saponinas se diseñó empleando las propiedades de solubilidad y químicas de éstas y comprende una extracción diferencial empleando solventes de polaridad creciente. Un proceso de eliminación de la clorofila y un proceso de precipitación. Se colectaron las fracciones de mayor polaridad, de las cuales se precipitan las saponinas. El contenido porcentual de saponina en *Phyllanthus acidus* es del 8.9% que es un contenido alto, considerando otras especies del género y comparable con el contenido de saponinas en quinoa (6.4%) y yuca (10%), de los mayores productores de éstas.

**Conclusiones.** Del estudio fitoquímico desarrollado para la especie *Phyllanthus acidus* se probó la presencia de alcaloides, lípidos, flavonoides, quinonas, terpenos, esteroides y saponinas. El contenido de saponinas es mucho mayor a otras especies del género, lo cual constituye una prometedora fuente de saponinas para su aplicación industrial. Es necesaria la caracterización química de las saponinas aisladas.

**Agradecimiento.** SEP. Apoyo incorporación de NPTC.2019.

### Bibliografía.

- Zheng XH, Yang J, Lv JJ, Zhu HT, Wang D, Xu M, Yang R, Zhang YJ. (2018). *Fitoterapia*.125:89-93.
- Abd Ghafar SZ, Mediani A, Maulidiani, Ramli, NS, Abas F. (2018). *Food Biosci*. 25:134-140.
- Eldeen IMS, Seow EM, Abdullah R, Sulaiman SF. (2011). *South Afri. J. Botany*. 77:75-79.
- Jain NK, Singhai AK. (2011). *Asian Pac J Trop Med*. 4:470-474.
- Moghimpou E. (2015). *Ann Res Rev in Biol*. 5:207-220.



## EFFECTO DEL PARACETAMOL SOBRE EL PERFIL POLIFENÓLICO DE *Phaseolus vulgaris*

María Magali Guillen Morales; David Yanez Nava, Patricia Margarita Garma Quen; Rafael Manuel de Jesús Mex Álvarez; Lázaro Guadalupe Ramos Gómez y Dianela Ivonne Aguilar Oballe.

Universidad Autónoma de Campeche, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, San Francisco de Campeche, CP 24039. Centro de Desarrollo de Estudios Superiores, San Felipe Chihuahua, CP 31203. [rafammex@uacam.mx](mailto:rafammex@uacam.mx)

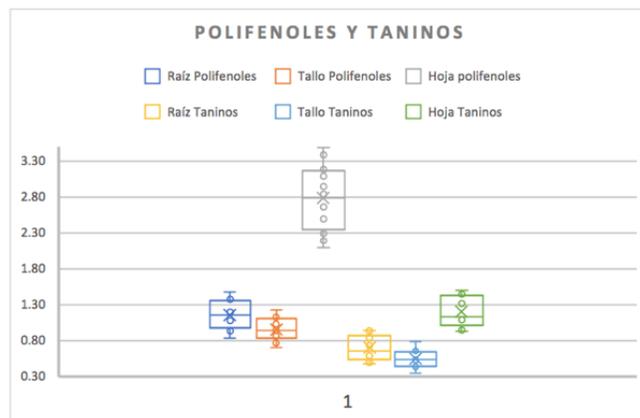
**Palabras clave:** paracetamol, polifenoles, *P. vulgaris*.

metanólico de germinados de *Phaseolus vulgaris*.

**Introducción.** Los productos farmacéuticos (PFs) constituyen un grupo importante de los contaminantes emergentes (CE), debido a su potencial para inducir efectos fisiológicos adversos a bajas concentraciones en humanos, plantas y animales (Checa *et al.*, 2021). Existen diversas fuentes de contaminación por fármacos en el ambiente, una de ellas son los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales que son usadas para el riego de cultivos, por lo que pueden generar daños graves en la salud humano-ambiental (Santiago *et al.*, 2020). Por otra parte, *Phaseolus vulgaris* L. (frijol) es una leguminosa considerada como una de las principales fuentes de nutrientes en todo el mundo. Esta fabácea contiene compuestos fenólicos y una gran variedad de flavonoides, los cuales pueden tener un efecto positivo contra algunas enfermedades crónicas (Estrada *et al.*, 2018 y Pérez *et al.*, 2020). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del paracetamol sobre el perfil polifenólico de *P. vulgaris* mediante métodos espectrofotométricos como una aproximación a la ecofarmacovigilancia.

**Metodología.** Se obtuvieron los extractos metanólicos de la raíz, tallo y hoja. De los extractos obtenidos, se cuantificaron los polifenoles totales (método de Folin-Ciocalteu) y taninos totales (método de la gelatina). Todos los ensayos se realizaron por triplicado y se expresan como la media  $\pm$  desviación estándar. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia del 95% ( $p \leq 0,05$ ) (Mex *et al.*, 2018).

**Resultados.** Las semillas de *P. vulgaris* germinaron bien en agar al 0.5% y en cámara húmeda y permitió obtener un perfil polifenólico reproducible. El perfil polifenólico de los germinados de frijol se muestran en la Figura 1, la parte vegetal que contuvo la mayor cantidad de polifenoles fue la hoja (Polifenoles totales:  $2.78 \pm 0.46$ ; taninos totales:  $1.19 \pm 0.21$  mg de metabolito/g de biomasa fresca); el tallo y la raíz contuvieron cantidades similares de estos metabolitos (raíz, polifenoles totales:  $1.15 \pm 0.20$ ; taninos totales:  $0.69 \pm 0.18$  y Tallo, polifenoles totales:  $0.95 \pm 0.16$ , taninos totales:  $0.55 \pm 0.13$ ).



**Conclusiones.** La parte vegetal que contuvo la mayor cantidad de polifenoles fue la hoja mientras que el tallo y la raíz tuvieron cantidades similares entre sí, aunque significativamente menores con respecto a las hojas. Este trabajo es la base para estudios de ecofarmacovigilancia empleando *Phaseolus* como bioindicador del efecto tóxico de fármacos en el medio ambiente; aunque el contenido de polifenoles puede variar en las plantas y en variedades, al utilizar una misma variedad de semilla y condiciones de cultivo se puede comparar el perfil polifenólico del grupo control negativo con los expuestos a sustancias tóxicas.

### Bibliografía.

1. Checa M.; Sosa D.; Ruiz, O. & Barcos M. (2021). *Bionatura*. 6(1): 1618- 1627.
2. Santiago A., Meffe R., Teijon G., Hernández V. M., Lopez I., Alonso C. A., & De Bustamante, I. (2020). *Science of The Total Environment*, 705, 135825.
3. Estrada W., Chávez L., Jerez E., Nápoles M.C., Maceo Y.C., & Cordoví C. (2018). *Centro Agrícola*. 45(4):20-26.
4. Pérez L.M., Del Toro C.L., Sánchez E., González R.I., Reyes A., Borboa J., Soto J.M., & Flores M.A. (2020). *Biotécnica*. XXII(1): 117-125.
5. Mex R.M.J., Garma P.M., Maldonado M.G., Aguirre F.J., Pantoja F.M., & Núñez Y.G. (2018). *Química Viva*, 2:1-10.

Fig. 1. Perfil de polifenoles contenidos en el extracto



## CLONACIÓN Y EXPRESIÓN DEL PÉPTIDO ANTIMICROBIANO RECOMBINANTE HYMENOPTAECINA DE *Apis mellifera*.

Naomi Ramos Escobedo<sup>1</sup>, Itzel López Rosas<sup>2\*</sup>, Víctor Ángel Aquino Luna<sup>3</sup>, José Luis Villalpando Aguilar<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, 32310. <sup>2</sup>CONACYT-Colegio de Postgraduados campus Campeche, Sihochac, Champotón, <sup>3</sup>Programa en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, Colegio de Postgraduados campus Campeche, Sihochac, Champotón, Campeche, 24450, Campeche, 24450, <sup>4</sup>IIMAS-UNAM Unidad Mérida, Sierra Papacal, Chuburná, Yucatán, 97302.

\*[itzel.rosas@colpos.mx](mailto:itzel.rosas@colpos.mx)

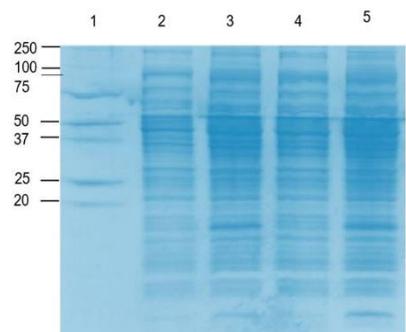
*Palabras clave: hymenoptaecina, purificación, inducción.*

**Introducción.** *Apis mellifera* llamada comúnmente abeja, es un organismo conocido por su alta producción de miel y polinizador; estos organismos influyen en el área agrícola, ambiental, ecológica y económica con productos derivados como miel, cera, jalea real y propóleos.<sup>1,3</sup> Actualmente su población ha disminuido drásticamente por diversos factores como el calentamiento global, pérdida de hábitat, el uso excesivo de pesticidas y enfermedades por diversos microorganismos como bacterias, hongos, virus y ácaros, estos factores contribuyen al Trastorno de colapso de las colmenas.<sup>2</sup> En respuesta al estímulo de los factores antes mencionados las abejas activan su mecanismo de inmunidad social (aseo e higiene del nido) y el mecanismo individual que incluye la respuesta celular (fagocitosis) y los péptidos antimicrobianos (AMPs).<sup>3</sup> En *A. mellifera* se ha descrito que contiene AMPs, llamados: defensina, hymenoptaecina, apidaecina y abaecina que atacan bacterias Gram positivas y negativas, así como a hongos. Nos enfocamos en el péptido hymenoptaecina que se ha reportado que se produce en la hemolinfa de la abeja, sin embargo, se tiene poca información sobre su mecanismo de acción e interacción con otras moléculas. El objetivo del siguiente trabajo es generar información del péptido hymenoptaecina mediante un análisis de su expresión y purificación para futuros estudios funcionales.

**Metodología.** Se diseñaron los oligonucleótidos para la amplificación del gen hymenoptaecina. Se colectaron abejas obreras *A. mellifera* en campo, de las cuales se extrajo el RNA total. Se realizó la amplificación del gen *AmHym* mediante RT-PCR y se clono el plásmido pCOLD. La producción del péptido recombinante en un sistema heterólogo de células *E. coli* M15 se realizó a 16°C con la adición de IPTG 1mM y se analizó la expresión por electroforesis en gel Tris-Tricina-PAGE al 16%.

### Resultados.

El gen codificante fue clonado en el plásmido pCOLD y se logró expresar el péptido recombinante en un sistema bacteriano, en el gel se observaron bandas con un peso de 10 kDa correspondiente al peso esperado.



**Fig. 1.** Análisis de inducción de Hym con IPTG de clonas 1 y 6. Gel de Tris-Tricina. Carril 1: MPM (Marcador de Peso Molecular). Carril 2, C1 sin inducir, carril 3 C1 inducida, carril 4 C6 sin inducir y carril 5 C6 inducida.

**Conclusiones.** El péptido antimicrobiano hymenoptaecina tiene una longitud de 129 a.a, conformado por un péptido señal y un dominio antimicrobial\_5, un peso molecular de 14.4.9 KDa, presenta un alto contenido de prolina y pertenece a la familia Antimicrobial\_5 (PF08026), familia de péptidos antimicrobianos producidos en abejas. Finalmente, el péptido recombinante se expresó y purificó para ensayos funcionales a futuro.

**Agradecimientos.** Al proyecto Cátedras CONACyT N.º 1016 “Desarrollo de la genómica para la innovación Bioprospección y sustentabilidad del Trópico. CONV\_ENCUSP\_2022\_10. Desarrollo tecnológico de nuevos antibióticos naturales para el tratamiento de enfermedades que afectan a abejas melíferas en México

### Bibliografía.

- Rodríguez, A. S. S., Enríquez, M. M., & Aguirre, A. L. M. (2011). Vectores de clonación y expresión. *Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud*, 1<sup>er</sup> ed. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, México. Pp. 127.
- Rivas-Santiago, Bruno, Sada, Eduardo, Hernández-Pando, Rogelio, & Tsutsumi, Víctor. (2006). Péptidos antimicrobianos en la inmunidad innata de enfermedades infecciosas. *Salud Pública de México*, 48(1), 62-71.
- Villarruel-Franco, R., Huizar-López, R., Corrales, M., Sánchez, T. y A. Islas-Rodríguez. 2004. Péptidos naturales antimicrobianos: escudo esencial de la respuesta inmune. *Redalici* (Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal). VI.



## PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE FORMULACIONES DE CREMA FACIAL A BASE DE ACEITE DE JOJOBA (*Simmondsia chinensis*) Y ACEITE DE ROSA MOSQUETA (*Rosa canina* L.)

Rosa Lilliam Ortiz Hurtado<sup>1</sup>, Josefina Graciela Ancona León<sup>1</sup>, Floribeth León Pérez<sup>2</sup>, Víctor Monteón Padilla<sup>3</sup> y Mario Alberto Ramírez Camacho<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químico Biológicas (FCQB). Universidad Autónoma de Campeche (UAC). Campeche, Campeche. CP. 24085. <sup>2</sup> Facultad de Odontología (FO). Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, Campeche. CP. 24039.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Biomédicas (CIB). Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, Campeche. CP. 24090.

<sup>4</sup> Facultad de Química (FQ). Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). CP. 97069.

jgancona@uacam.mx

*Palabras clave: Crema, jojoba y mosqueta.*

**Introducción.** La piel es el órgano de mayor tamaño en la especie humana que cubre la superficie externa del cuerpo. En cosmética, las capas más importantes son la capa superior (córnea) y la capa inferior (estrato basal) para la aplicación de cremas que mejoren la apariencia de la piel y promuevan la hidratación, limpieza y rejuvenecimiento (1). En la actualidad, los cosméticos convencionales se elaboran con sustancias químicas que en muchas ocasiones pueden ser perjudiciales para la salud (cáncer, alergias, salpullidos e irritaciones), además algunas de estas liberan sustancias tóxicas al medio ambiente, ya sea durante su producción o cuando son desechados. Por tal razón, se le ha dado auge a la elaboración de productos cosméticos más naturales y orgánicos que están hechos a base de metabolitos secundarios de plantas, productos apícolas, etc., que conservan sus propiedades naturales, cuidando así la salud de la piel y conservando al medio ambiente (2,3). El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas de formulaciones de crema facial a base de aceite de jojoba (*Simmondsia chinensis*) y aceite de rosa mosqueta (*Rosa canina* L.).

### Metodología.

La técnica empleada en la elaboración de la crema facial fue basada en la técnica descrita por González, N., en 2017 (4), la cual fue modificada y adaptada en este proyecto para elaborar 5 formulaciones distintas de 50p/p. Se emplearon los siguientes componentes: aceite de jojoba (*Simmondsia chinensis*), aceite de rosa mosqueta (*Rosa canina* L.), petrolato y cera de abeja. Los componentes se colocaron en baño María a 60-70°C, con agitación constante y posterior envasado. Por último, se le realizaron pruebas básicas de control de calidad (5).

### Resultados.

Se obtuvieron 5 formulaciones distintas (1A, 1B, 1C, 1D y 1E), con las mismas concentraciones de aceites esenciales y variación de petrolato y cera de abeja. Las formulaciones finales se muestran en la Figura 1.



**Fig. 1.** Formulaciones obtenidas a base de los aceites esenciales de jojoba y rosa mosqueta.

**Tabla 1.** Pruebas básicas de control de calidad de las formulaciones.

FORMULACIÓN	pH	ASPECTO	EXTENSIBILIDAD
1A	5.5	Semilíquida, viscosa	2.25 mm
1B	5.5	Semisólida, tersa	2.5 mm
1C	5.0	Semisólida, lisa	2 mm
1D	5.0	Sólida, dura	1 mm
1E	5.5	Semisólida, lisa	2 mm

### Conclusiones.

Las mejores formulaciones obtenidas fueron la 1B, 1C y 1E, las cuales se caracterizaron por tener mejor aspecto y extensibilidad. El pH obtenido en todas las formulaciones es recomendado para pieles secas que necesiten hidratación. Los aceites esenciales empleados les dan a las formulaciones de cremas faciales propiedades de rejuvenecimiento y humectación en la piel.

### Agradecimiento.

Al Centro de Información de Medicamentos (CIM), de la FCQB. y al Laboratorio de Ciencia Básica de la FO., de la UAC, por permitir el desarrollo de esta investigación.

### Bibliografía.

- Charlet, E. (1996). *Cosmética para farmacéuticos*. España: Acribia.
- López Hernández, D., Rodríguez Ibarra, G. y Rosario Fernández, J. (2012). *Estudio Mercado Cosméticos Naturales*. México.
- Calvo, B., Esquisabel, A., Hernández, R., e Igartua, M. (2015). *Tema 19. Preparaciones dermatológicas*. Tecnología Farmacéutica: Formas farmacéuticas. OCW. Costa Rica.
- González Suárez, N. M. (2017). *Manual de diversificación de productos apícolas*. Tesis de Maestría en Apicultura tropical. CINAT. Universidad Nacional. Costa Rica.
- Uc Encalada, M., Ancona León, J.G. y Cab Noh, M. (2018). *Manual de Prácticas de laboratorio de Farmacia Galénica*. FCQB. UAC.



## IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE BACTERIAS MARINAS PRODUCTORAS DE PROTEASAS

Citlalli Pacheco Lopez, Ruth López Alcántara<sup>1</sup>, José Efraín Ramírez Benítez<sup>2</sup>, Aida García Ortiz<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>. Centro de Investigaciones Biomédicas, <sup>2</sup>. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. San Francisco de Campeche, Campeche. CP: 24050. <sup>3</sup>. Colegio de Postgraduados Campus Campeche. Correo electrónico: [al052479@uacam.mx](mailto:al052479@uacam.mx)

*Palabras clave: Proteasas, microorganismos marinos.*

**Introducción.** En el ambiente marino se encuentra una gran diversidad de bacterias en las que se ha observado actividad biológica y potencial biotecnológico. Debido a la amplia gama de entornos en los que sobreviven, los microorganismos marinos han desarrollado propiedades únicas y compuestos bioactivos que en ocasiones no tienen paralelo con sus contrapartes terrestres. Las enzimas microbianas marinas comparadas con las proteasas vegetales de origen terrestre, muestran propiedades diferentes, como alta tolerancia salina, termosensibilidad, adaptabilidad al frío y facilidad de producción a gran escala que son las claves del interés científico e industrial. El propósito de este trabajo fue identificar molecularmente microorganismos productores de proteasas.

**Metodología.** Se llevo a cabo un cribado de bacterias por el método de caseinólisis radial y se seleccionaron aquellas que presentaron un halo mayor al control de tripsina. Los aislados seleccionados se sometieron a extracción de ADN por el método de fenol-cloroformo. Se llevo a cabo la amplificación y secuenciación de la fracción del gene 16S rDNA. Posteriormente se llevó a cabo el análisis bioinformático de los resultados obtenidos.

**Resultados y Discusión.** De los aislados marinos de la colección microbiana perteneciente al Centro de Investigaciones Biomédicas se seleccionaron los 5 que demostraron mejor actividad proteolítica (zonas de hidrólisis mayor a los 16 mm del halo de tripsina) para un estudio más amplio con el fin de poder identificarlas. La morfología se determinó microscópicamente obteniéndose en su mayoría bacilos. Todos los aislados resultaron ser Gram negativos.

**Tabla 1.** Tabla de la caracterización morfológica de los aislados con actividad proteolítica.

M.O	Halo de hidrólisis (mm)	Pigmentación	Forma
INA-A10	18	Naranja	Bacilos
INA-S1	16	Naranja	Bacilos
INA-S8	23	Blanco	Cocos
INA-S7	26	Blanco	Coco
INA-A20	24	Blanca marfil	Bacilos cortos

Los productos de PCR de estas muestras fueron enviadas a LANGEBIO, Guanajuato, para su secuenciación, obteniendo electroferogramas (Fig. 1) que fueron sometidos a un análisis bioinformático con el fin de obtener las secuencias completas.



**Fig. 1** Electroferogramas analizados con el programa BioEdit pertenecientes a INA-A20.

Las secuencias obtenidas se ingresaron a un banco de datos (GENBANK). Los datos de la Tabla 1 concuerdan con los resultados correspondientes a los géneros bacterianos con los que tuvieron la mayor coincidencia en el Blast.

INA-S1 obtuvo una mayor coincidencia con el género *Chryseomicrobium* mientras que INA-A10 pertenece al generó *Pseudomonas* e INA-A20 presentó mayor similitud con bacterias del género *Ruegeria*, siendo bioquímicamente (dato no mostrado) cercana a *Ruegeria pomeroyi* como especie.

**Conclusiones.** Se obtuvieron 5 aislados bacterianos que mostraron actividad proteolítica a través de caseinólisis radial. Se logró un acercamiento al genero de 3 de los 5 aislados. Dos de los microorganismos presentaron dificultades técnicas en el proceso de extracción de ADN y en la lectura de los fragmentos secuenciados.

### Bibliografía.

- De Vecchi, S. y Coppes, Z. 1996. Marine fish digestive proteases in food industry and its relevance to the South-West Atlantic region. *Journal of Food Biochemistry*. 10-20:193-214.
- Rasmussen, R. y Morrissey, M. *Marine Biotechnology for Production of Food Ingredients*. En: *Advances in Food and Nutrition Research*. Taylor, S. Elsevier, New York, 2007. P. 237-292.



## ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD PROEOLÍTICA DE HOJAS DE DOS VARIEDADES DE CHAYA (*Cnidoscopus chayamansa*)

Wendy M. Pérez Pimentel, J. Viridiana Mijangos Sánchez, J. Efraín Ramírez Benítez

Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche (UAC). Avenida Ing. Humberto Lanz Cárdenas S/N, Col. Ex Hacienda Kalá, Campeche, Campeche, México

\*[jeramire@uacam.mx](mailto:jeramire@uacam.mx)

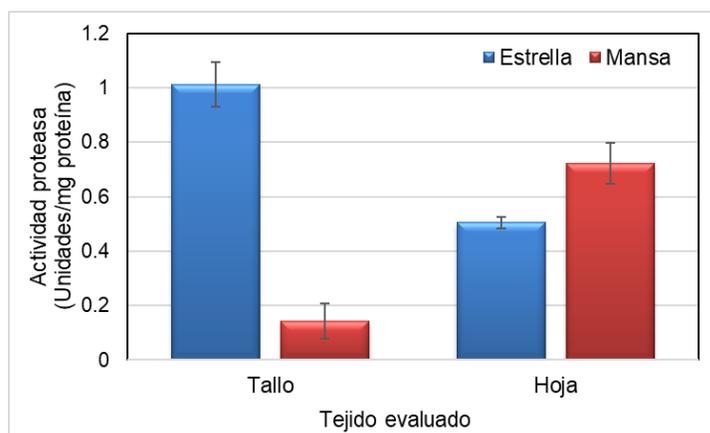
Palabras clave: proteasas, chaya, *Cnidoscopus chayamansa*

**Introducción.** Las enzimas proteasas catalizan la hidrólisis del enlace peptídico de los polipéptidos. Estas enzimas se han utilizado como aditivos alimentarios: ablandadores de productos cárnicos, elaboración de quesos, obtención de hidrolizados de proteínas alimentarias, entre otros. Asimismo, son utilizados como componentes de los detergentes para promover la remoción de la suciedad, y en aplicaciones de tratamiento de aguas residuales. El origen de las proteasas industriales es principalmente derivados agroindustriales (bromelaína, papaína) y microbiana. Se tiene conocimiento que la chaya (*Cnidoscopus chayamansa*) es utilizada para el ablandamiento de mariscos como el caracol y el pulpo, por lo que es de nuestro interés evaluar sus propiedades proteolíticas.

**Metodología.** Se realizó la colecta de hojas y tallos de chaya en la localidad de IMI, en el municipio de Campeche, Camp. Las hojas y tallos colectados se transportaron en frío hasta el laboratorio, en donde se molieron con nitrógeno líquido en morteros con pistilo. Los polvos fueron extraídos con amortiguador de 50 mM Fosfato de potasio pH 7, adicionado con 0.25% de tween 20 y 1% polivinilpirrolidina (PVP). El debris fue separado por centrifugación a 10,000 RPM por 10 min. El extracto crudo fue ensayado para su actividad proteolítica en suspensiones de caseína, siguiendo el método de Kunitz. La concentración de proteína fue evaluada por el método del ácido bicinonínico (BCA). Las actividades fueron expresadas en U actividad/mg de proteína total.

**Resultados.** En las colectas se encontraron dos variedades, la variedad Estrella (silvestre) y la variedad Mansa (domesticada) Ambas variedades difieren en la presencia de tricomas y espinas, las cuales son mucho más abundantes en la variedad Estrella. Al evaluar la actividad de proteasa, se observó que la variedad estrella tiene la mayor actividad proteolítica en sus tallos (1.02 U kunitz/mg

proteína). Asimismo, la variedad Mansa muestra la menor actividad proteolítica en el tallo, sin embargo, ambas variedades tienen actividades comparables en sus hojas.



**Fig. 1.** Actividad proteolítica de chaya variedad Estrella (azul) y mansa (rojo) en extractos crudos de hoja y tallo. La actividad proteolítica se expresa en Unidades Kunitz/ mg de proteína total

**Conclusiones.** Se pudo determinar que existe actividad de proteasas en hojas y tallos de las dos variedades de Chaya, Mansa y Estrella. La chaya podría ser una fuente de proteasas alimentarias e industriales, pero aún se necesitan hacer estudios de estabilidad de la enzima y métodos rentables de extracción y purificación.

**Agradecimiento.** A la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas por el apoyo académico a WMPP.

### Bibliografía.

1. Kunitz, M. (1947) Crystalline soybean trypsin inhibitor. II. General properties. *Y. gen. Physiol.* 30, 291-310.
2. Departamento de Bioquímica. (2011, 21/09/2011). Determinación de la actividad de enzimas proteolíticas. *Método de Kunitz*. Laboratorio de Métodos de Análisis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN, México, DF.



## EXTRACTOS ORGÁNICOS DEL SARGAZO COMO INHIBIDORES DE CORROSIÓN DE ACERO API X52.

Tania Y Puc Sarmiento<sup>1</sup>, Alexis Jiménez-Jiménez<sup>2</sup>, Ruth López Alcantara<sup>1</sup>, Tezozomoc Pérez López<sup>2</sup>, Luis A. Núñez Oreza<sup>1</sup>, JEfraín Ramírez-Benitez<sup>3</sup>, Ariadna Garza-Ortiz<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>. Centro de Investigaciones Biomédicas, <sup>2</sup>. Centro de Investigación en Corrosión, <sup>3</sup>. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. San Francisco de Campeche, Campeche. CP: 24050.

Correo electrónico: [al063538@uacam.mx](mailto:al063538@uacam.mx)

*Palabras clave: Inhibidores de corrosión, sargazo, extractos*

**Introducción.** Varios extractos naturales en solución ácida se han estudiado como potenciales inhibidores de corrosión y propuestos como alternativa verde al uso de tradicionales inhibidores orgánicos tóxicos y de alto costo. Por otro lado, el sargazo (*sargassum*) es constituido como un hábitat para ciertas especies, hoy en día, se ha convertido en un problema ambiental que afecta no solo en el turismo sino también en el ecosistema de la región de las zonas afectadas clasificándolo como “basura” debido a sus arribazones excesivas<sup>1</sup> a consecuencia del efecto del calentamiento global y de contaminantes vertidos al mar. Por ello, extractos metanólicos obtenidos a partir de muestras de sargazo se analizaron como inhibidores de corrosión de acero API X52.

**Metodología.** El sargazo se recolectó de Playa bonita, Campeche, Campeche y zona entre Tulum Beach y Esmeralda, Quintana Roo. El sargazo se lavó, secó y pulverizó para preparar extractos metanólicos. Para el análisis como se emplearon pruebas electroquímicas: Espectroscopia de impedancia electroquímica (EIE), Extrapolación de Tafel y Técnica de resistencia a la polarización ( $R_p$ ). La elaboración de la celda electroquímica consta de tres electrodos, electrodo de referencia (Calomel), electrodo de trabajo (Acero API X52) y electrodo auxiliar (malla de Platino 2x2 cm), un puente salino (Cloruro de potasio) y potenciostato; en una disolución de ácido sulfúrico 0.5 M (electrolito)<sup>2</sup>.

**Resultados.** La Fig.1 presenta una secuencia de resistencia de polarización  $R_p$ . En la mayoría de los casos, la pendiente de la curva de polarización mostró valores mayores de resistencia de polarización de las muestras con extracto respecto a la muestra sin extracto. No se encontró una relación directa entre el medio de extracción y la eficiencia de inhibición de los extractos.

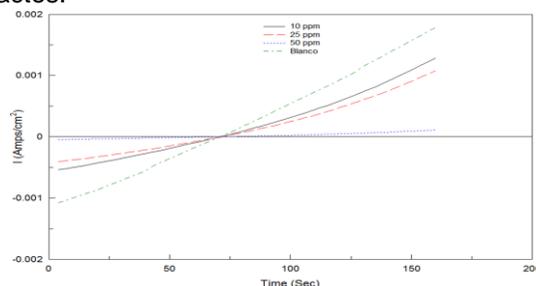


Fig. 1. Curvas de extrapolación de Tafel

Extrapolación de Tafel (ET). Las curvas de polarización (Fig. 2) mostraron disminución de la velocidad de corrosión de las muestras. No se manifiesta una tendencia clara entre el medio de extracción y el efecto de inhibición en la interfase del sistema. Se observa que en algunos casos el efecto es en la región catódica y en otros en ambas regiones, tanto catódica como anódica. Espectroscopia de impedancia electroquímica (EIE). En los diagramas de Nyquist se aprecia que los semicírculos son mayores en las muestras cuando se incrementa la concentración de los extractos. También se aprecia que en las bajas frecuencias tiende a formarse un semicírculo debajo del eje horizontal, indicio de un loop inductivo que señala adsorción superficial de los extractos.

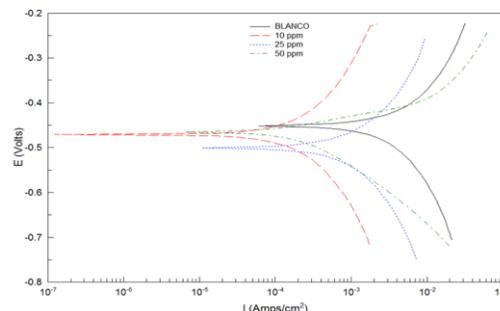


Fig. 2 Curvas de extrapolación de Tafel

**Conclusiones.** Los resultados de los ensayos electroquímicos muestran que los extractos de sargazo tienen potencial capacidad como inhibidores de corrosión. Tanto en polarización de alto como bajo campo en corriente directa se observa que disminuye la velocidad de corrosión con la adición de extractos y su concentración. Con la señal en corriente alterna (EIE), también se observa la capacidad de inhibición de corrosión de las sustancias ensayadas.

### Bibliografía.

1. Ortegón-Aznar I. & Ávila-Mosqueda V. (2020). Arribazón de sargazo en la península de Yucatán: ¿Problema local, regional o mundial? *Revista Bioagrociencias*, 13(2): 28-37.
2. Gómez Y. (2022). Evaluación de extractos naturales como inhibidores de corrosión para acero API X52 en medio ácido. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Campeche]. Repositorio UACAM.



## AISLAMIENTO DE HONGOS FITOPATÓGENOS DE AGAVE SALMIANA PRODUCTORES DE CUTINASAS

Edwin Alexis Puente Ríos, María Elena Cantú Cárdenas, Julio Silva Mendoza

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, San Nicolás de los Garza,  
Nuevo León, 66455, [edwinpuenterios1998@gmail.com](mailto:edwinpuenterios1998@gmail.com)

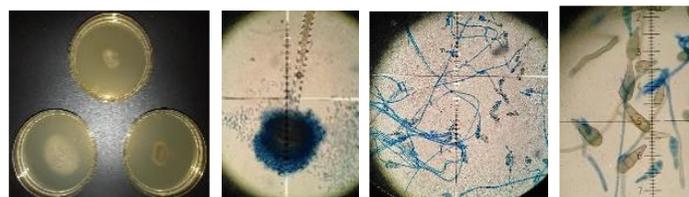
*Palabras clave: cutinasas, hongos, agave*

**Introducción.** Las cutinasas son un tipo de esterasas inducibles y extracelulares con capacidad de degradar las capas protectoras de las plantas. En su mayoría provienen de hongos, pero hay indicios de obtención de otras fuentes. (1-2) Al ser el *Agave salmiana* una planta distribuida en la región, se pretende aprovechar sus hojas para la producción de estas enzimas.

En este estudio nos enfocamos en el aislamiento y selección de hongos encontrados en las hojas de *Agave salmiana*, productores de cutinasas, para la posterior caracterización y aplicación biotecnológica de las enzimas en la biorremediación.

**Metodología.** Para el aislamiento se realizó dilución y siembra en placa a pencas de agave con muestras de deterioro. Se preparó un medio mínimo modificado ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CaCl}_2$ ), con rojo de fenol como indicador a pH de 8.3, y 1% p/v de aceite de oliva, para revelar la producción de esterasas al cambio de color a amarillo (3). La incubación se llevó a cabo a 28 °C por 5 días. De los hongos desarrollados se seleccionan los que presentaron mayor índice de potencia (halo de hidrólisis/halo de crecimiento) y se conservaron aquellos con los valores más altos. Para la identificación de los hongos se realizó un examen macroscópico y microscópico. Para determinar si las esterasas producidas son cutinasas, se realizó una prueba en la que los hongos seleccionados se cultivaron en matraces con cutina, la cual se extrajo de la cutícula del agave, los matraces contenían 25 mL de medio mínimo modificado con cutina al 1% p/v, a pH 4.9. Se incubaron con agitación a 130 rpm, a 28°C por 5 días, dejando como control un matraz sin inóculo. Al final se determinó si hay crecimiento fúngico, lo que indicó que las esterasas producidas son cutinasas.

**Resultados.** Se obtuvieron un total de 52 aislados. De éstos, 9 mostraron mayor actividad enzimática esterasa, y solo 3 obtuvieron el mayor índice de potencia (1.48, 1.5 y 1.52). En base a los exámenes macroscópicos y microscópicos (**Fig. 1**), con base a las características y estructuras encontradas, se determinó que los hongos correspondían a los géneros *Aspergillus* y *Alternaria*.



**Fig. 1.** Examen macroscópico (inferior izquierda es *Aspergillus* y los dos restantes son *Alternaria*) y microscópico (en orden, *Aspergillus* y *Alternaria*).

En los matraces con cutina sí hubo crecimiento, por lo que se demuestra la presencia de cutinasas (**Fig. 2**).



**Fig. 2.** Matraz con cutina inoculado con *Aspergillus* (izquierda) y matraz de control sin crecimiento (derecha).

**Conclusiones.** Se aislaron hongos productores de cutinasas a partir de *Agave salmiana*, las enzimas serán producidas, caracterizadas y evaluadas a futuro.

**Agradecimiento.** A la Facultad de Ciencias Químicas por permitir las instalaciones para trabajar y a Conacyt por la beca otorgada.

### Bibliografía.

- Fortuna, S., Cesugli, M., Todea, A., Pellis, A., & Gardossi, L. (2021). *Catalysts*, 11(7), 1–16.
- Castro-Ochoa, D., Peña-Montes, C., & Farrés, A. (2010). *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 13(1), 16–25.
- Rueda-Rueda, H., Prieto-Correa, E., & Jiménez-Junca, C. (2020). *Dyna*, 87(214), 183-190.



## BIOSÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE UTILIZANDO UN EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE CAHUICHE (*Vaccinium leucanthum*)

Mirna Canales Francisco<sup>1</sup>, Rafael German Campos Montiel<sup>1</sup>, Gabriel Aguirre Álvarez<sup>1</sup>, Aldahir Alberto Hernández Hernández<sup>1</sup>, José Antonio Sánchez Franco<sup>2</sup>, Angélica Román Guerrero<sup>3</sup>, Rubén Jiménez Alvarado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias, Ciudad del Conocimiento Tulancingo, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad s/n km. 1, ex hacienda de Aquetzalpa, Tulancingo de Bravo, Hidalgo México CP 43600  
ruben\_jimenez@uaeh.edu.mx

<sup>2</sup> Área académica de nutrición. Camino de Caleros No. 11, Col. Ejidos de Santa Catarina, Acolman, Edo. de México C.P. 55875 Universidad Autónoma del Estado de México

<sup>3</sup> Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco No 186, Leyes de Reforma 1ra Sección, Ciudad de México 09340, México

*Palabras clave: nanopartículas de cobre, biosíntesis, cahuiche, caracterización.*

### Introducción.

Las nanopartículas (NPs) son sistemas con diversas propiedades (mayor área superficial, entre otras). Sin embargo, su síntesis se lleva a cabo por procesos químicos, generando riesgos al ambiente. La biosíntesis de NPs con extractos vegetales es una alternativa ecológica, que se da por la presencia de biomoléculas, las cuales actúan como agentes reductores, además de brindar funcionalidad y estabilidad (1). El cahuiche (*Vaccinium leucanthum*) es una baya silvestre con una gran cantidad de compuestos bioactivos (flavonoides, antocianinas) y azúcares reductores (2).

El objetivo de este trabajo fue sintetizar y caracterizar NPs de Cu utilizando un extracto hidroalcohólico de cahuiche (EHAC) como agente reductor.

### Metodología.

El nitrato de cobre ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ) se adquirió de Reactivos Química Meyer, el fruto de cahuiche se recolectó del municipio de Omitlán de Juárez, Hidalgo. El EHAC al 60% se realizó siguiendo la metodología de Sánchez-Franco, *et al* (2019). Para la biosíntesis se mezcló ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ) 1M y EHAC (en relación 1:1 v:v). La solución se calentó (40°C/15min), después se modificó el pH a 4 con NaOH al 10% p/v, se centrifugó (10 000rpm/30min), y el sedimento se secó (40°C/24h). Posteriormente, se recuperó, trituró y almacenó en un desecador hasta su análisis. Las NPs se caracterizaron mediante un análisis de UV-Visible, se midió tamaño de partícula y potencial z, además de un análisis FTIR.

### Resultados y discusión.

**Observación visual y espectroscopía UV-Vis.** El espectro de resonancia de pasmón superficial mostró un pico máximo de 380nm el cual se atribuye a la presencia de Cu. La formación de NPs de Cu sintetizadas a partir de EHAC y ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ) se observó visualmente debido al cambio de color de la solución (de morado a negro) (1).

**Tamaño.** El diámetro de las NPs de Cu obtenidas se encuentra entre 458.7 y 955.4nm. El diámetro promedio de las NPs fue de 788.9nm, mientras que el valor máximo de Np de Cu se encontró en 681nm.

**Potencial Z.** Si el valor absoluto del potencial zeta es mayor a 20 mV las partículas permanecen dispersas; sin embargo, si el valor es inferior existe aglomeración y precipitación de las partículas (3). El valor obtenido de las NPs de Cu en suspensión a un pH de 6.54 fue de -14.1 mV, lo que indica que poseen baja estabilidad; por lo tanto, se aglomeran y precipitan a ese valor de pH.

**Espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).** El espectro FTIR de las NPs obtenidas, mostro dos picos a 3532 y 3454 $\text{cm}^{-1}$  estos se atribuyen a la presencia de compuestos fenólicos por el alargamiento O–H. Los picos a 1048, 781 y 678 $\text{cm}^{-1}$  indican la presencia de anillos aromáticos por la flexión fuera de plano de C–H, un pico a 1600, 1421 y 1338  $\text{cm}^{-1}$  indica un alargamiento C–C de un anillo aromático (4). Por último, los picos 510 y 431  $\text{cm}^{-1}$  indican la presencia de  $\text{CuO}$  (5).

### Conclusiones.

Se obtuvieron partículas de  $\text{CuO}$ , con un tamaño promedio de 788.9nm, y una potencial zeta de -14.1 mV lo que indicó una baja estabilidad en suspensión en agua a pH 6.54; los espectros FTIR permitieron determinar que las NPs obtenidas fueron de óxido de cobre ( $\text{CuO}$ ), además de la presencia de compuestos fenólicos en su estructura.

### Agradecimiento.

Los autores agradecen a CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por el apoyo económico otorgado a Mirna Canales Francisco CVU: 1149270.

### Bibliografía.

1. Kumar, B., Smita, K., Cumbal, L., Debut, A., & Angulo, Y. (2017). *Journal of Saudi Chemical Society*, 21(1), S475-S480.
2. Sánchez-Franco, J. A., Ayala Niño, A., Cariño, R., Hernández Fuentes, A. D., Campos Montiel, R. G., & Jiménez Alvarado, R. (2019). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 18(3), 901- 911.
3. Roquillo-de Jesús, E., Aguilar-Méndez, M., López-Perea, P., Guzmán-Mendoza, J., Hernández-Martínez, V., Quiroz-Reyes, N., Ortiz-Balderas, M. (2018). *Ingeniería agrícola y biosistemas*, 10(2), 67-75.
4. Bañuelos-Valenzuela, R., Delgadillo-Ruiz, L., Echavarría-Chairez, F., Delgadillo-Ruiz, O., & Meza-López, C. (2018). *Agrociencia*, 52(3), 309-321.
5. Uma, B., Anantharaju, K., Reuka, L., Malini, S., More, S., Vidya, Y., & Meena, S. (2021). *Ceramics International*, 47(7), 1035510369



## PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE EXOPOLISACÁRIDOS Y PLÁSTICOS HALOARQUEALES PRODUCIDOS POR *Haloferax mucosum*

Marianela Escalante Avilés, Mayra Alejandra López Ortega, Norberto Chavarría Hernández, Ma del Rocío López Cuellar, Adriana Inés Rodríguez Hernández.

Cuerpo Académico de Biotecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – ICAP. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, C.P 43600. [es467904@uaeh.edu.mx](mailto:es467904@uaeh.edu.mx).

Palabras clave: *Arquea*, *Haloferax mucosum*, *Polisacáridos*, *Polihidroxialcanoatos*.

**Introducción.** Las arqueas halófilas habitan nichos hipersalinos y para su crecimiento óptimo requieren concentraciones altas de NaCl (desde 1.5 hasta 5 M); algunas de éstas producen exopolisacáridos (EPS) y polihidroxialcanoatos (PHA) que son una alternativa sostenible y biodegradable con potencial aplicación biotecnológica. *Haloferax mucosum* es una arquea halófila que produce EPS con interesantes propiedades fisicoquímicas [1]. La caracterización química y estructural de estos biopolímeros es limitada debido a los modestos rendimientos en prolongados tiempos de fermentación. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes relaciones de carbono/nitrógeno (C/N), sobre la producción de EPS y PHA de *Haloferax mucosum*, así como avanzar en su caracterización fisicoquímica.

**Metodología.** *Hfx. mucosum* (DSM27191) fue cultivada en matraces de 500 mL que contenían 100 mL de medio ATCC2185 modificado (NaCl 2.5 M) a 37°C y 150 rpm. Se evaluaron las relaciones de C/N: 9, 15, 25 y 35; sobre la producción de PHA y EPS (Figura 1A). La purificación y caracterización química (proteínas, carbohidratos totales y composición de monosacáridos) del EPS se realizó de acuerdo con lo reportado previamente [1, 2]. Los grupos funcionales de ambos biopolímeros fueron identificados mediante ATR-FTIR.

**Resultados.** La producción de EPS (Figura 1B) y PHA (Figura 1C) es afectada por la relación C/N. La máxima producción (9.21 g/L) de EPS se obtuvo en relaciones C/N = 9 similar a lo reportado previamente [1]. Por otro lado, la producción de PHA es favorecida en la relación C/N = 35 (0.31mg/L), estos resultados son comparables a los reportados para otros miembros de la familia *Halobacteriaceae* [2]. En la Figura 2A se observan las bandas de absorción de los principales grupos funcionales del PHA producido por *Hfx. mucosum* y *Cupriavidus necator*, este último usado como referencia. Los picos intensos a 1721 cm<sup>-1</sup> se relacionan a los estiramientos C=O de enlaces éster, los picos 1278 cm<sup>-1</sup> y 1021 cm<sup>-1</sup> se deben a los estiramientos C–O–C, indicando la presencia de enlaces éster en el PHB [3]. En algunas regiones espectro de absorción es comparable al correspondiente al PHA producido por *Cupriavidus necator*. En el EPS (Fig 2B) se observan, en la zona de huella dactilar (800–1800 cm<sup>-1</sup>), picos de absorción característicos de polisacáridos; a 3700 y 3050 cm<sup>-1</sup> se detecta la banda ancha característica de los grupos O–H, alrededor de 2960 cm<sup>-1</sup> y 2926 cm<sup>-1</sup> se observan los estiramientos del enlace C-H de grupos

metileno y metilo. En la región de las proteínas, se encuentran las bandas 1625 cm<sup>-1</sup> y 1530 cm<sup>-1</sup> que corresponden a los grupos carboxilo y amina, a los 1234 – 1272 cm<sup>-1</sup> se encuentra el enlace C-N acoplado con la flexión N-H. La presencia de grupos sulfatados puede corroborarse a 1258 cm<sup>-1</sup> y 933 cm<sup>-1</sup> [4]. El EPS producido por *Hfx. mucosum* es un heteropolisacárido sulfatado compuesto de glucosa, ramnosa y xilosa con un contenido del 52.5% (p/p) de carbohidratos y 8.40% (p/p) de proteína.

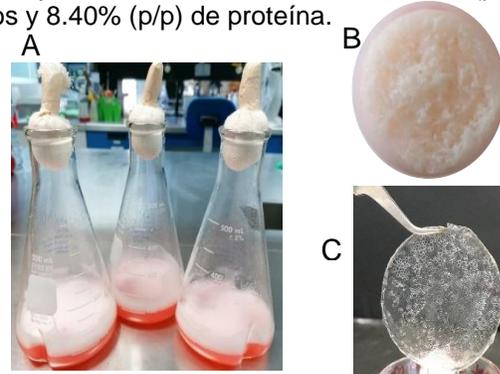


Figura 1. (A) Cultivo líquido de *Haloferax mucosum* en medio ATCC 2185 (NaCl 2.5 M) para la producción de (B) EPS y (C) PHA

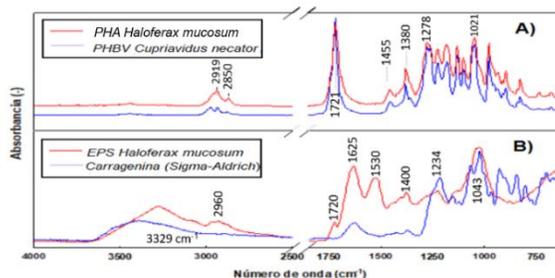


Figura 2. Espectros FT-IR del (A) PHA y (B) EPS producidos por *Hfx. mucosum* (-) y sus referencias utilizadas (-).

**Conclusiones.** Este estudio presenta la influencia de las relaciones C/N en la síntesis de EPS y PHA por *Haloferax mucosum* utilizando glucosa como única fuente de carbono. La concentración de nitrógeno afecta la dirección del carbono en las rutas biosintéticas de estos polímeros. *Hfx. mucosum* presenta altas producciones de PHA y EPS modificando la relación C/N, teniendo mejores rendimientos en concentraciones de C/N = 35 y C/N = 9, respectivamente. **Agradecimientos.** MEA agradece a CONACYT por la beca otorgada para estudios de posgrado [1149260]

### Bibliografía.

- López-Ortega, M. A., Chavarría-Hernández, N., López-Cuellar, M.R., Rodríguez-Hernández, A.I., (2020). Int J Biol Macromol., **142**: p. 152-162.
- Koller, M., (2015). Chemical and Biochemical Engineering Quarterly. **29**(2): p. 87-98.
- Tohme, S., Haciosmanoglu, G. G., Eroglu, M. S., Kasavi, C., Genc, S., Can, Z. S., Toksoy Oner, E. (2018). Int J Biol Macromol. **118**(Pt A): p. 1238-1246.
- Maciel, Jeanny S., Chaves, Luciano S., Souza, Bartolomeu WS., Teixeira, Dário IA., Freitas, Ana LP., Feitosa, Judith PA., (2008). Carbohydrate Polymers. **71**(4): p. 559-565.



## CARACTERIZACIÓN ENZIMÁTICA DE ACTINOMICETOS CON IMPORTANCIA DE APLICACIÓN AGROINDUSTRIAL.

Andrea Elizabeth Reséndiz Lima, Daniela Cerda Apresa, Isela Miroslava Mendoza García, Verónica Almaguer Cantú, Katiushka Arévalo Niño Guadalupe Rojas Verde.  
 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. C.P. ,66455, grojasverde@gmail.com

*Palabras clave: Actinomicetos, enzimas hidrolíticas, desechos agrícolas.*

**Introducción.** Los desechos agroindustriales se han convertido en un foco contaminante a nivel mundial; sin embargo, suelen ser ricos en azúcares y compuestos bioactivos (1), lo cual crea áreas de oportunidad para la recuperación y creación de productos de alto valor agregado mediante técnicas biotecnológicas. Los actinomicetos han presentado altas tasas de producción de enzimas hidrolíticas haciendo los potenciales microorganismos para bioprocesos agroindustriales (2). En la presente investigación, se evaluó la actividad enzimática de tanasas, proteasas, quitinasas, lipasas y esterases en actinomicetos nativos de México, EUA y África.

**Metodología.** Se evaluó cualitativamente la producción de enzimas hidrolíticas en 86 actinomicetos. La actividad enzimática de tanasas se determinó empleando un medio adicionado con ácido tánico al 1%, incubando por 7 d a 37°C. La actividad de quitinasas se evaluó en agar quitina (2g/ 100mL), incubando las cepas por 10 d a 32°C. La actividad de proteasas se examinó en agar leche al 10%. Igualmente, se evaluó la actividad de lipasas con agar rojo fenol adicionado con aceite de oliva. Finalmente, la actividad esterasa se determinó mediante agar Tween 20 y 80; estas últimas tres pruebas fueron incubadas por 7 días a 32°C.

**Resultados.** De las 86 cepas evaluadas se obtuvieron resultados concluyentes del 75.5%, donde 35.38% resultaron positivas para la producción de tanasas (halos oscuros, Fig 1); 72% resultaron positivas a la producción de lipasas (cambio de coloración de rojo fenol a amarillo, Fig. 4). Zoya J. & col. mencionan que estas enzimas son aplicables en la degradación de residuos de agrícolas o su biotransformación en productos bioactivos como aditivos microbianos (3). La actividad de quitinasas se presentó positiva en un 98.46% de las muestras presentando halos de degradación donde el 72% obtuvo un índice de degradación  $\geq 2$  cm (Fig. 2). El 52% de los actinomicetos presentaron actividad proteasa positiva, con una alta producción a las 24h (Fig. 3). Se obtuvieron cepas positivas a esterases en tween 20 y 80 con 81.5% y 77% respectivamente presentando una precipitación de sales calcio del medio (Fig. 4 A y B). Investigadores han reportado que las esterases y quitinasas tienen

capacidad protectora ante plagas y ectoparásitos en estados larvarios convirtiendo a los actinomicetos analizados en potenciales estrategias de control de plaguicidas (4). Las proteasas pertenecen al grupo de enzimas hidrolíticas más usadas, el que dichas cepas sean portadoras abre oportunidades de aplicación en el campo.



Fig. 1 Actividad enzimática de tanasas.

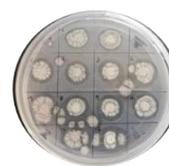


Fig. 2 Actividad enzimática de quitinasas.



Fig. 3 Actividad enzimática de proteasas.

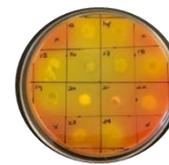


Fig. 4 Actividad enzimática de lipasas.

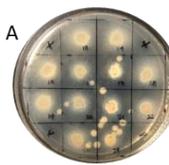
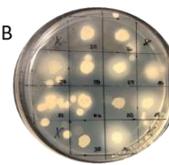


Fig. 4 Actividad enzimática de esterases. A) Agar Tween 20; B) Agar Tween 80



**Conclusiones.** Con lo anterior, se concluye que los actinomicetos analizados muestran una alta producción de enzimas hidrolíticas de importancia agroindustrial y económica, haciendo que sean considerados para el mejoramiento de cultivos agrícolas.

**Agradecimiento.** Proyecto PAICYT SA1218- 20.

### Bibliografía.

- Casas, L., Barrera, I. (2021) Revalorización de residuos agroindustriales: caso Jalisco. *CIATEJ*. [online] <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Revalorizacion-de-residuos-agroindustriales--Caso-Jalisco/194> a 12 de jun. de 2022.
- Zaytsev, A. (2019) The hydrolytic potential of actinomycetes associated with carpenter ants *Camponotus vagus* and other nest's microbiological characteristics. *Soil Science Faculty*. Moscow State University. pp. 42-43 ISBN: 57:58:59.61:63 [https://bio.msu.ru/oldmedia/source/news2022/Life%20Sciences/proceedings\\_2019.pdf#page=42](https://bio.msu.ru/oldmedia/source/news2022/Life%20Sciences/proceedings_2019.pdf#page=42)
- Zoya J., Gyan D. Mansi M. Kavya D. (2021) Actinomycetes – The microbial machinery for the organic-cycling, plant growth, and sustainable soil health. *Bioanalysis and Agri. Biotech.* 31 (101893) <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101893>
- Huang, Yuting et al. 2019. "Chemical Composition and Larvicidal Activity against Aedes Mosquitoes of Essential Oils from *Arisaema Fargesii*." *Society of Chemical Industry*: 1–9.



## ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y FITOQUÍMICOS DE EXTRACTOS ACUOSOS Y ETANÓLICOS DE *Clerodendrum ligustrinum* (Moste).

Ana Cristina Esteban García<sup>1</sup>, Minerva Aurora Hernández Gallegos<sup>1</sup>, Nelly Cristina Aguilar Sánchez<sup>1</sup>, Angélica Alejandra Ochoa Flores<sup>2</sup>, José Rodolfo Velázquez Martínez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Jalpa de Méndez, Tabasco, 86205. <sup>2</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, 86280. jrodolfovelazquez@gmail.com.

*Palabras clave:* *Clerodendrum ligustrinum*, fenoles, actividad antioxidante

**Introducción.** La diversidad de flora presente en nuestro país, nos ha permitido conocer los usos que podemos darles a las plantas de nuestro entorno, en particular las plantas que son utilizadas en la dieta humana y de forma medicinal, debido a que la mayoría de estas se encuentran en huertos familiares, parcelas y son de fácil acceso para la población; siendo las zonas rurales e indígenas las que cuentan con mayor conocimiento acerca de las propiedades curativas de las plantas. Sin embargo, existe poca información que valide este conocimiento. Por otro lado, la actividad antioxidante se encuentra estrechamente relacionada con las actividades biológicas propias de plantas medicinales. *Clerodendrum ligustrinum* es una planta utilizada para proporcionar sabor a los alimentos, además se le atribuye propiedades curativas<sup>1,2</sup>. Es por ello, que surge el interés de evaluar la actividad antioxidante y los fitoquímicos presentes en *C. ligustrinum* en los extractos acuoso y etanólico.

**Metodología.** Para cumplir con el objetivo del presente trabajo se recolectaron hojas de *C. ligustrinum* en el poblado Limbano Blandin, del municipio de Macuspana, Tabasco. Las hojas se secaron a temperatura ambiente en oscuridad con el apoyo de un deshumidificador, las hojas secas se molieron y tamizaron (tamiz no. 60). Se obtuvieron extracto acuoso (agua desionizada) y etanólico (70:30 v/v)<sup>3</sup> y se les determinó fenoles (Folin-Ciocalteu) y flavonoides (NaNO<sub>2</sub> y AlCl<sub>3</sub>) totales, los resultados se expresaron en mg EAG/g extracto seco y mg de ECA/g de extracto seco respectivamente<sup>4</sup>. La actividad antioxidante se determinó usando los métodos DPPH y ABTS para ambos métodos, los resultados se expresan en IC<sub>50</sub> (µg/mL)<sup>5</sup>.

**Resultados.** El contenido de fitoquímicos bioactivos (fenoles y flavonoides) y actividad antioxidante en los extractos dependieron del disolvente y composición de la muestra. En la Tabla 1, se muestra el rendimiento de extracción de 22 ± 1.02 a 27 ± 4.38% siendo de mayor rendimiento el extracto acuoso (p<0.05). Sin embargo, el contenido de fenoles y flavonoides totales fueron mayores en el extracto etanólico con una diferencia estadísticamente significativa (p<0.05) con valores de 123 ± 4.17 mg EAG/g extracto seco y 35.087 mg de ECA/g de extracto seco.

En la Tabla 2, se presentan los resultados de actividad antioxidante de los extractos acuoso y etanólico de *C. ligustrinum*, tanto para el método de DPPH y el de ABTS el extracto etanólico presentó mejores resultados de IC<sub>50</sub> (613.32 ± 4.38 µg/mL y 809.22 ± 72.06 respectivamente), en ambos casos con diferencias estadísticamente significativas (p<0.05). La polaridad del solvente influyó en gran medida en la extracción de fenoles y flavonoides.

**Tabla 1.** Rendimiento de extracción, contenido de fenoles y flavonoides totales de los extractos crudos de *C. ligustrinum*

Extracto	Rendimiento (%)	Fenoles totales (mg GAE/g extracto seco)	Flavonoides totales (mg de ECA/g de extracto seco)
Acuoso	27 ± 1.02	56.68 ± 3.58	14.82 ± 1.208
Etanólico	22 ± 22.08	123 ± 4.17	35.087 ± 2.050

\* Los valores presentados son las medias de 3 repeticiones con sus respectivas desviaciones estándar

**Tabla 2.** Actividad antioxidante (DPPH y ABTS) de *C. ligustrinum*

Extracto	DPPH (µg/mL, IC <sub>50</sub> )	ABTS (µg/mL, IC <sub>50</sub> )
Acuosa	1139.64 ± 190.58	4524.40 ± 493.44
Etanólico	613.32 ± 4.38	809.22 ± 72.06

\* Los valores presentados son las medias de 3 repeticiones con sus respectivas desviaciones estándar

**Conclusiones.** *C. ligustrinum* presenta niveles importantes de fenoles, flavonoides y actividad antioxidante. A pesar de que el rendimiento fue mejor en el extracto acuoso, el extracto etanólico presentó valores superiores de fenoles y flavonoides, y como estos están estrechamente relacionados con la actividad antioxidante el extracto etanólico, también presentó mayor actividad antioxidantes con ambos métodos utilizados (ABTS y DPPH).

**Agradecimiento.** A la División Académica de Ciencias Agropecuarias y al laboratorio de Desarrollo de Productos Bióticos.

### Bibliografía

- Shrivastava, N., & Patel, T. (2007). *MAPSB*, 1(1), 142-150.
- Espinoza, J., Centurión, D., Mayo, A., Cazares, J., Poot, Edith, (2012). *CTFTT, Ujat, México*, pag 168.
- Sánchez-Zarate, A., Hernández-Gallegos, M. A., Carrera-Lanestosa, A., López-Martínez, S., Chay-Canul, A. J., Esparza-Rivera, J. R., & Velázquez-Martínez, J. R. (2020) *IFRJ-27*(5).
- Alejandro, G. N. M. (2009). *UAQ.. Rev Acad*, 1, 1-4.
- Gómez Álvarez, R. (2012). *RFM*, 35(1), 43-49.



## ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS ORGÁNICOS DE *Brickellia squarrosa* PARA EL CONTROL DE *Colletotrichum spp* Y *Fusarium spp*.

Lizbeth Guadalupe López Rodríguez, Abraham Gómez Rivera, Carlos Ernesto Lobato García, Ricardo López Rodríguez, Minerva Aurora Hernández Gallegos, José Rodolfo Velázquez Martínez, Nelly Cristina Aguilar Sánchez.

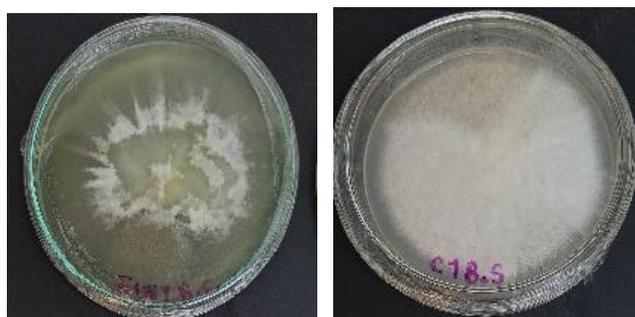
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez Jalpa de Méndez, Tabasco, nelly.aguilar@ujat.mx.

*Palabras clave:* *Brickellia squarrosa*, *Colletotrichum spp.*, extractos vegetales.

**Introducción.** México es un país con una inmensa diversidad vegetal y riqueza cultural, que induce al aprovechamiento de las plantas para el tratamiento de diversas enfermedades. El uso de plantas medicinales constituye una tradición presente en zonas rurales y urbanizadas (1). La extensa gama de hongos fitopatógenos causantes de pérdidas tanto en pre como poscosecha incluye especies de los géneros *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Puccinia*, *Aspergillus*, *Phytophthora*, entre otros (2). El efecto negativo de los agrotóxicos en los ecosistemas ha llevado a la búsqueda de alternativas sustentables para disminuir los problemas fitosanitarios y con ello las pérdidas económicas que se originan. Una de las opciones más viables está en los extractos vegetales, debido a la abundancia de metabolitos secundarios de interés (3). El objetivo del presente trabajo de investigación es evaluar la actividad antifúngica *in vitro* de los extractos orgánicos de *Brickellia squarrosa* sobre el crecimiento de *Colletotrichum spp.* y *Fusarium spp.*

**Metodología.** Para el presente estudio se utilizaron extractos de *Brickellia squarrosa* (Prodigiosa) obtenidos mediante el método de maceración, donde se emplearon como solventes de arrastre Hexano, Acetato de etilo y Etanol (Hex, ACoEt y EtOH); la concentración de cada macerado se logró mediante el método de rotaevaporación con baño térmico a baja presión. En cuanto a la evaluación inhibitoria del efecto de los extractos (1500, 500, 250, 100 ppm) se hizo mediante el método de cultivo envenenado.

**Resultados.** El efecto inhibitorio del hongo *Colletotrichum spp.* se ha hecho visible ante el extracto con ACoEt a 500ppm, donde se puede observar el poco crecimiento del hongo en el medio envenenado y su morfología en comparación al control a 10 días de su inoculación. Fig. 1.



**Fig. 1.** Comparación del crecimiento y morfología de *Colletotrichum spp.* en medio envenenado con el extracto de ACoEt a 500ppm (imagen izquierda) con el control (imagen derecha).

**Tabla 1.** Medidas obtenidas de la actividad inhibitoria de *Colletotrichum spp.* en los extractos orgánicos de *Brickellia squarrosa* a 500ppm

Media del diámetro de halos de inhibición en (mm)						
DPI	Extracto Hex	Control Hex	Extracto ACoEt	Control ACoEt	Extracto EtOH	Control EtOH
2	8.39	9.59	0.00	0.00	11.72	18.04
4	29.69	24.95	47.24	35.95	20.47	30.69
6	44.20	36.95	60.04	46.39	30.04	43.07
8	57.00	42.20	68.95	46.13	29.75	55.35
10	61.76	60.83	70.74	47.94	31.41	71.14

**Conclusiones.** El mayor efecto se presenta en el extracto de ACoEt, se observa un cambio en la morfología y estructura de crecimiento a 500 ppm. Se evaluará la morfología observada por medio de tinción con blanco de calcofluor por microscopia de fluorescencia.

### Bibliografía.

- Ramírez Hernández, B. C., Robles Arellano, G., García de Alba García, J. E., Zañudo Hernández, J., Salcedo Rocha, A. L., & García de Alba Verduzco, J. (2013). *Desacatos*. *Revista de Ciencias Sociales*, 39, 29. <https://doi.org/10.29340/39.238>
- Mesa, V. A. M., Marín, P. A., Ocampo, O., Calle, J., & Monsalve, Z. (2019). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 45(1), 23–30.
- Id, A. R., Id, S. T., Domínguez-, A., Id, C., Id, A. R., & Id, M. S. (2020). *Abanico Agroforestal*, 2, 1–13. <https://doi.org/10.37114/abaagrof/2020.7>

En la Tabla 1 se puede observar las medidas (mm) obtenidas del comportamiento de *Colletotrichum spp.* en el medio envenenado por cada uno de los extractos orgánicos de *B. squarrosa*.



# Área 04

## Medicina y diagnóstico





## Área 04 – Medicina y diagnóstico

## Memorias

### Contenido

<p><b>Amplificación isotérmica mediada por horquillas (LAMP) para la detección de <i>Mycoplasma pneumoniae</i></b>                  Lucelly Montserrat Medina Pino, Cristian Román Méndez, María del Rayo Santellán Olea.</p>	52
<p><b>Aislamiento de bacterias del género <i>Bacillus</i> con actividad antimicrobiana de la miel de <i>Melipona beecheii</i></b>                  Verónica Guillermo de la Cruz, Ana Luisa Ramos Díaz, Nelly Cristina Aguilar Sánchez, Cristina América Morando Grijalva</p>	53
<p><b>Evaluación “<i>in vitro</i>” de la actividad antiviral del litocoiloleato frente a virus de herpes simple tipo 1</b>                  Luis Enrique Puga-Galván, Erika Nahomy Marino-Marmolejo, Flor Yohana Flores-Hernández, Darwin Eduardo Elizondo-Quiroga, Juan Carlos Mateos-Díaz, Ana Daniela Vega-Rodríguez, Ernesto Prado-Montes de Oca, Jorge Gaona-Bernal y Jorge Bravo-Madrigal</p>	54
<p><b>Transformación genética de la microalga verde <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> con el gen <i>mNb6-tri</i> que codifica para un nanoanticuerpo trivalente que neutraliza al virus SARS-CoV-2</b>                  Sandy Giselle Reyes Solian, Carlos Alberto Puch Hau, Virginia Aurora Herrera Valencia, Ileana C. Borges Argaéz, Marta Guadalupe Lizama García, Santy Peraza Echeverría</p>	55
<p><b>Evaluación de la actividad antibacteriana y antioxidante de extractos de polen colectado por <i>Melipona beecheii</i> en yucatán</b>                  Martha Calderón-Martínez, Alejandro Yam-Puc, Esaú Ruíz-Sánchez, Emanuel Hernández-Núñez, Elizabeth Ortiz-Vázquez, Roberto Zamora-Bustillos</p>	56
<p><b>actividad antibiofilm de las proteínas de la miel de <i>Melipona beecheii</i> contra <i>Pseudomonas aeruginosa</i></b>                  Luis Felipe Pool-Yam, Jesús Manuel Ramón-Sierra, Mario Alberto Martínez-Núñez, Arturo Reyes-Ramírez, Elizabeth Ortiz-Vázquez, Roberto Zamora-Bustillos</p>	57
<p><b>Evaluación del potencial probiótico de microorganismos aislados de la miel de <i>Melipona beecheii</i> del estado de yucatán</b>                  Alfredo Alfonso-Quintana. Jesús Ramón-Sierra, Alejandro Yam-Puc, y Elizabeth Ortiz-Vázquez</p>	58



<p><b>Evaluación de la actividad antimicrobiana y antibiofilm del extracto crudo proteico del polen de <i>Melipona beecheii</i> contra <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853</b> Harumi Sansores-Caamal, Alejandro Yam-Puc, Jesús Ramón-Sierra, Elizabeth Ortiz-Vázquez</p>	59
<p><b>Estudio del potencial antimicrobiano de mieles de abejas sin aguijón del estado de Quintana Roo y su diferenciación mediante perfiles electroforéticos</b> Lenny Suarez-Caamal, Jesús Ramón-Sierra, Alejandro Yam-Puc, Aurora Xolalpa-Aroche, Elizabeth Ortiz-Vázquez</p>	60
<p><b>Evaluación antimicrobiana de extractos metanólicos de plantas usadas en la medicina tradicional maya</b> María Leonor Vila Luna, Jesús Alejandro Yam Puc, Jesús Manuel Ramon Sierra, Elizabeth de la Luz Ortiz</p>	61
<p><b>Tipificación de aislamientos de <i>Leishmania</i> de nuevas áreas de distribución geográfica en el estado de campeche.</b> Selene Blum Domínguez, Paulino Tamay Segovia, Luis A. Núñez Oreza, Consuelo S Hau Robles, José G Balan Salazar.</p>	62
<p><b>Componentes lipídicos del opérculo del caracol MARINO <i>Triplofusus giganteus</i> y su efecto cicatrizante de heridas cutáneas en el modelo de ratón diabético</b> Rolando García-Martínez, Freddy Ye Ehuan, Alejandro Martínez Vázquez, Rafael Cen-Novelo, Braulio García Hdez, Francisco Díaz-Cedillo</p>	63
<p><b>Efecto antioxidante e hipolipemiante del extracto acuoso de <i>Phaseolus vulgaris</i></b> Rafael Manuel de Jesús Mex Álvarez, Patricia Margarita Garma Quen, María Magali Guillen Morales, David Yanez Nava, María Isabel Novelo Pérez, William Benjamin Fonseca Calderón.</p>	64
<p><b>Bacterias marinas con capacidad antimicrobiana aisladas de la costa de campeche</b> Fany Moralez Jiménez, Casandra Salazar Pérez, Citlalli M Pacheco López, Ruth López Alcántara, José E. Ramírez Benítez, Luis A. Núñez Oreza</p>	65
<p><b>Actividad antioxidante y antiinflamatoria de metabolitos producidos por cultivos <i>in vitro</i> de <i>Mammillaria candida</i> y <i>Turbincarpus laui</i></b> Adriana B. Castillejos-Pérez, María del Socorro Santos-Díaz, Erika García-Chávez, María de Lourdes Santos-Díaz.</p>	66



<p><b>Evaluación de citotoxicidad de nanopartículas de sio<sub>2</sub> en eritrocitos humanos</b>          Angel Netzahual-Lopantzi, Libertad Juárez-Santacruz, Lorena Hernández-Coyotzi, Edelmira García-Nieto E.</p>	67
<p><b>Implicación del receptor cannabinoide tipo 2 (CB2R) en la depresión asociada al dolor neuropático en ratones con diabetes experimental</b>          Dalia Samanta Aguilar Ávila, Mario Eduardo Flores Soto, Rocío Ivette López Roa, Alma Hortensia Martínez Preciado, Juan Manuel Viveros Paredes</p>	68
<p><b>Parasporina AX-2 de <i>Bacillus thuringiensis</i> aislada de la región del papaloapan induce apoptosis tardía en líneas de cáncer de mama</b>          Alain Cruz-Nolasco, Miguel Peña-Rico, Michele Rorato Sagrillo, Roberto C. V. Santos, Luz Camacho y Ana Karin Navarro-Mtz</p>	69



## AMPLIFICACIÓN ISOTÉRMICA MEDIADA POR HORQUILLAS (LAMP) PARA LA DETECCIÓN DE *Mycoplasma pneumoniae*

Lucelly Montserrat Medina Pino, Cristian Román Méndez, María del Rayo Santellán Olea.

Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas-ICUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla 72570 [lucelly.medina@alumno.buap.mx](mailto:lucelly.medina@alumno.buap.mx)

**Palabras clave:** *Mycoplasma pneumoniae*, LAMP, diseño de oligonucleótidos

**Introducción.** La infección por *Mycoplasma pneumoniae* es una de principales causas de neumonía atípica en niños, jóvenes y adultos; su incidencia se encuentra subestimada debido a que un gran número de casos quedan sin diagnóstico por las limitadas pruebas para su detección (1).

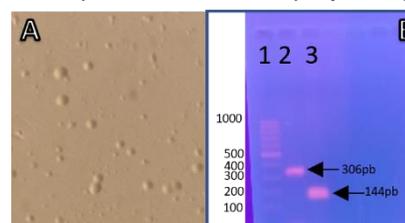
El método recomendado para la detección de este microorganismo es la PCR, sin embargo debido a la naturaleza del mismo, al alto costo de insumos y equipo, se reserva para pacientes hospitalizados (2). Actualmente se están desarrollando metodologías como la amplificación isotérmica mediada por horquillas (LAMP) la cual que permite detecciones de manera más simple y sensible que los métodos de PCR convencional (3). El objetivo del presente proyecto fue diseñar *in silico* oligonucleótidos específicos para la detección de *M. pneumoniae* por LAMP.

**Metodología y Resultados.** Se diseñaron 4 oligonucleótidos F3/B3 y FIP/ BIP mediante el software GLAPD (4) basándonos en el genoma completo de *M. pneumoniae*, se verificó la especificidad alineándolos con 14 genomas de fondo y con la base de datos de NCBI a través de Primer-BLAST, se establecieron las características fisicoquímicas de la LAMP empleando OligoAnalyzer™ Tool (Tabla 1).

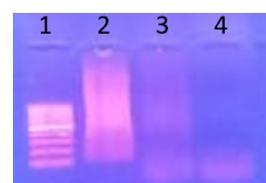
Para la estandarización de la prueba se utilizó la cepa *M. pneumoniae* la cual se cultivó en caldo Eaton, se realizó la extracción de ADN mediante el kit Quick-DNA Miniprep de Zymo Research, se identificó el género y especie desarrollando una PCR punto final con oligonucleótidos específicos (Tabla 1).

inactivación de la enzima se calentó a 95°C por 2min. Los resultados de la reacción se determinaron visualmente mediante la detección de los productos en gel de agarosa al 1%. Las pruebas positivas de LAMP muestran un patrón tipo-marcador en los geles de electroforesis (Fig. 2).

Se realizó el cultivo de *M. pneumoniae* a 37°C durante 4 días, se verificó el crecimiento mediante la observación de las colonias típicas en huevo frito en agar Eaton (Fig. 1 A). Se realizó la extracción de ADN y posteriormente la PCR punto final para género y especie la cual amplifica respectivamente productos de 306 pb y 144 pb (Fig. 1 B).



**Fig. 1.** A UFC de *M. pneumoniae* en agar EATON mediante microscopía estereoscópica (2X). B. Productos de PCR punto final. Carril 1: Marcador GeneRuler 100pb DNA Ladder, carril 2: género, carril 3: especie



**Fig. 2.** Producto LAMP de *M. pneumoniae* Carril1: Marcador GeneRuler 100pb DNA Ladder, carril 2: patrón tipo-marcador LAMP, carril 4: control negativo.

**Tabla 1.** Oligonucleótidos utilizados en la PCR punto final y LAMP

Oligo	Secuencia 5' a 3'		Tm (°C)
AR1	ATGRGGRTGCGGCGTATTAG	Género	50
AR2	CKGCTGGCACATAGTTAGCCRT		
MP-1	GAAGCTTATGGT ACAGGTTGG	Especie	55
MP-2	ATTACCATCCTTGTGTGAAGG		
F3	TGCAATTCGTCTCATGAA	Género	61
B3	GGAATCACTAGTAATCGCGAA		
FIP	TGTACAAGACCCGAGAACGTGGAAT CACTAGTAATCGCGAA		
BIP	CACCGCCCGTCAAACATGAATCCT		
	TGACATGCGCTTC		

La reacción LAMP se llevó a cabo en un volumen total de reacción de 25µl, amortiguador 1X, 8U de Bsm DNA Polymerase ThermoScientific, FIP/BIP 0.8 µM y F3/B3 0.3µM, dNTPs 1.3 mM, MgCl<sub>2</sub> 6 mM y 2 µL de ADN. El tubo se calentó a 61°C durante 50 min, para la

**Conclusiones.** Se desarrollo un protocolo a través del cual se diseñaron oligonucleótidos específicos mediante bioinformática para la detección de *M. pneumoniae* mediante LAMP. Las ventajas de emplear esta metodología es el bajo costo, la sensibilidad y la reducción del tiempo comparado con una PCR convencional.

**Agradecimiento.** Agradecemos al laboratorio de Micoplasmas del CICM-ICUAP para el desarrollo del proyecto, así como a la DGDI-BUAP por el otorgamiento de la beca para participar en este Congreso.

### Bibliografía.

- Krafft, C., & Christy, C. (2020). *Pediatrics in Review*, 41(1), 12.
- Kursa, O., Woźniakowski, G., Tomczyk, G., Sawicka, A., & Minta, Z. (2014). *Archives of Microbiology*, 197(2), 319–325.
- Mansel, J. K., Rosenow, E. C., Smith, T. F., & Martin, J. W. (1989). *Chest*, 95(3), 639–646.
- Jia, B., Li, X., Liu, W., Lu, C., Lu, X., Ma, L., ... & Wei, C. (2019). *Frontiers in microbiology*, 10, 2860.



## AISLAMIENTO DE BACTERIAS DEL GÉNERO *Bacillus* CON ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA MIEL DE *Melipona beecheii*

Verónica Guillermo de la Cruz<sup>a</sup>, Ana Luisa Ramos Díaz<sup>\*b</sup>, Nelly Cristina Aguilar Sánchez<sup>a</sup>, Cristina América Morando Grijalva<sup>b</sup>.

<sup>a</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Jalpa de Méndez, 86200. <sup>b</sup>Centro de Investigación en Asistencia y Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, subsección sureste, Mérida, 97302. \*Correo electrónico: aramos@ciatej.mx

Palabras clave: *Bacillus*, miel, *Melipona beecheii*.

**Introducción.** En la península de Yucatan, *Melipona beecheii* Bennet (1831), es considerada valiosa por las propiedades medicinales de su miel (1). Se ha reportado que la miel tiene actividad antimicrobiana contra algunos microorganismos patógenos y resistentes a fármacos (2). La actividad antimicrobiana ha sido relacionada con las propiedades fisicoquímicas y compuestos químicos de la miel (3), además, han conectado esta actividad con un microbioma presente en el néctar-miel-abeja, los cuales producen compuestos antimicrobianos (4), lo que es de gran relevancia, considerando el aumento de bacterias resistentes a múltiples fármacos. Se ha reportado que el principal género bacteriano aislado de miel de abejas sin aguijón es *Bacillus* (5, 6), los cuales a través de su actividad antimicrobiana inhiben microorganismos y podrían considerarse probióticos (6). Por todo lo anterior este trabajo tuvo como objetivo aislar bacterias del género *Bacillus* con actividad antimicrobiana de la miel de *Melipona beecheii*.

**Metodología.** En este trabajo se recolectaron muestras de miel mediante la compra a meliponicultores de Yucatán, México. Se realizó el aislamiento de cepas bacterianas a través de la metodología reportada por (5, 6). Al obtener las colonias puras se realizó la caracterización morfológica, la identificación preliminar por azul de metileno, así como pruebas bioquímicas: tinción Gram, tinción de endosporas y, prueba de catalasa. También se evaluó la capacidad termotolerante de las cepas por exposición a tres temperaturas diferentes (37, 70 y 95°C). Se identificaron las cepas por amplificación (PCR) del ADNr 16S, purificación de amplicones y secuenciación. Las secuencias fueron analizadas en BLAST(NCBI), se alinearon con secuencias de referencia y se construyó el árbol filogenético. Una vez identificada cada cepa se realizó la prueba de actividad antimicrobiana.

**Resultados.** Se aislaron 26 cepas en cinco muestras de miel de *M. beecheii* (fig. 1). Cada cepa presentó diferentes características morfológicas macro y microscópicas, donde se caracterizaron 8 cepas con forma de bacilo. Cuatro de las ocho cepas crecieron en cajas Petri después de haber sido expuestas a 70°C.

Mediante el análisis de secuencias de ADNr 16S, se clasificaron seis de las ocho cepas como bacterias del género *Bacillus*. De acuerdo a lo reportado por (5) donde

aislaron *Bacillus* y otros géneros bacterianos en la miel de abeja sin aguijón *Heterotrigona itama*.

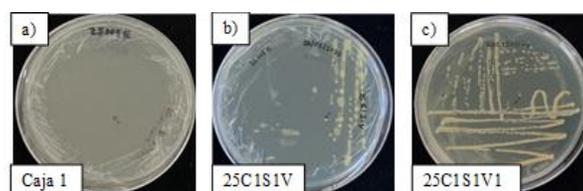


Fig.1. Proceso de aislamiento de bacterias en miel

Las cepas 44C3S2V y 44C3S3V formaron halos de inhibición frente a *E. coli* y *Salmonella*, mientras que la cepa 3C1S1V1, 3C2S1V2 y 25C1S1V1 solo formaron halo frente a *Salmonella*. En otro estudio, realizado por (6) reportaron que aislaron bacterias del género *Bacillus* de la miel de *H. itama*, los cuales inhibían a bacterias patógenas.

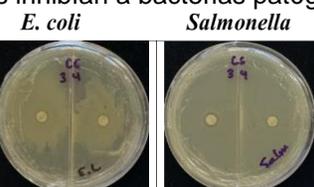


Fig. 2. Actividad antimicrobiana de cepa 25C1S1V1

**Conclusiones.** Las bacterias del género *Bacillus* aisladas de la miel de *M. beecheii* pueden tener actividad antimicrobiana y posible potencial probiótico.

**Agradecimiento.** Se agradece al proyecto: Revaloración y diferenciación microbiológica y organoléptica de la miel de *Melipona beecheii* y su aporte en el desarrollo de las comunidades indígenas. Convenio CEAR2019-05, de la convocatoria “Estancias Posdoctorales para mujeres Indígenas en Ciencia, Ingenierías y Matemáticas 2019”.

### Bibliografía.

1. Rosales, G. R. O. (2013). Medicinal Uses of *Melipona beecheii* Honey, by the Ancient Maya. En: *Pot-Honey: A legacy of stingless bees*, Vit P., Pedro S. R. M., y Roubik D. Springer, 229–240.
2. Anand, S., Deighton, M., Livanos, G., Morrison, P. D., Pang, E. C. K., & Mantri, N. (2019). *Front. in Microb.*, 10: 263.
3. Brudzynski, K. (2021). *Antibiotics*, 10(5), 551.
4. Zendo, T., Ohashi, C., Maeno, S., Piao, X., Salminen, S., Sonomoto, K., y Endo, A. (2020). *Front. in Microb.*, 11: 571903.
5. Ngaliimat, M. S., Rahman, R. N. Z. R. A., Yusof, M. T., Syahir, A., & Sabri, S. (2019). *PeerJ*. 8: 1–20
6. Zulkhairi Amin, F. A., Sabri, S., Ismail, M., Chan, K. W., Ismail, N., Mohd Esa, N., Mohd Lila, M. A., & Zawawi, N. (2020). *I.J.E.R.&P.H.* 17: Issue 1.



## EVALUACIÓN “*IN VITRO*” DE LA ACTIVIDAD ANTIVIRAL DEL LITOCOILOLEATO FRENTE A VIRUS DE HERPES SIMPLE TIPO 1

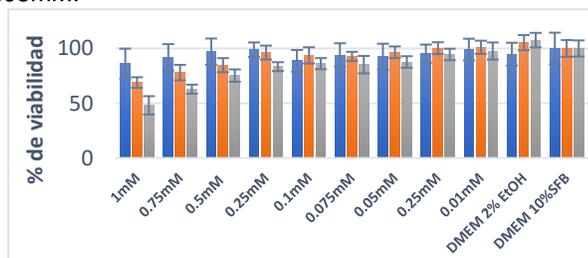
Luis Enrique Puga-Galván, Erika Nahomy Marino-Marmolejo, Flor Yohana Flores-Hernández, Darwin Eduardo Elizondo-Quiroga, Juan Carlos Mateos-Díaz, Ana Daniela Vega-Rodríguez, Ernesto Prado-Montes de Oca, Jorge Gaona-Bernal y Jorge Bravo-Madriral\* Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). Guadalajara 44270.\*jbravo.@ciatej.mx.

*Palabras clave:* Antiviral, VHS-1, Inmunología

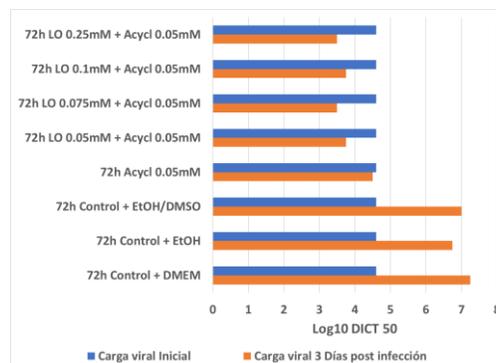
**Introducción.** El Litocoiloleato (LO) es una molécula capaz de estimular en las células la sobreexpresión de los genes: Catelicidina LL37(LL37), Beta defensina Humana 1 (HBD-1) e interferón gama (IFN- $\gamma$ ), que tienen capacidad inmunomoduladora y antimicrobiana (1) lo cual favorece la producción de citocinas proinflamatorias y antiinflamatorias como los IFN tipo I. La LL37, HBD-1 y los IFN tipo I tienen capacidad antiviral (2,3,4), lo cual podría ser utilizado a favor para tratar infecciones virales. El objetivo consistió en evaluar la actividad antiviral que este pueda generar en las células para defenderse de la infección del Virus de Herpes Simple tipo 1 (VHS-1).

**Metodología** Prueba MTT (5). Con ella se determinó la viabilidad celular mediante el metabolismo de las células, se utilizaron células A549 las cuales fueron colocadas en una concentración de  $1 \times 10^4$ /pozo en microplacas de 96 pozos y soluciones de LO en concentraciones 1, 0.75, 0.5, 0.25, 0.1, 0.075, 0.05 y 0.025 mM. Se hizo por duplicado y se evaluó a las 24, 48 y 72 horas con placas diferentes. Evaluación Antiviral. Se emplearon células A549 en placas de 12 pozos colocando  $2 \times 10^5$  células/pozo, las células fueron estimuladas durante 24, 48 y 72 horas con las siguientes concentraciones de LO: 0.25, 0.1, 0.075, 0.05, mM, todas estas contenían 0.05mM de aciclovir a fin de determinar el mejor efecto sinérgico. Después del tiempo de estimulación se inocularon con  $4 \times 10^4$  partículas virales de (VHS-1) y se determinó el título viral pasados 3 días de infección viral.

**Resultados.** La prueba de MTT nos mostró que no hay citotoxicidad a partir de 0.25mM. observándose que las concentraciones: 1, 0.75 y 0.5mM de LO más bien tienden a disminuir la proliferación celular. Se observó la disminución e inhibición de la replicación viral de casi 4 logaritmos en las concentraciones desde 0.25mM a 0.05mM de LO en presencia de aciclovir 0.05mM.



**Figura 1. Estudio de toxicidad del LO.** Se determinó la toxicidad del LO durante tres tiempos: azul 24h, naranja 48h y gris 72h.



**Figura 2. Efecto antiviral de células estimuladas con LO y aciclovir.** Carga viral observada antes y después de 72 horas de estimulación con Litocoiloleato y 3 días post infección.

**Conclusiones** El Litocoiloleato es una molécula capaz de inducir actividad antiviral en las células estimuladas con esta, la cual debe ser estudiada más a fondo ya que podría ayudar a pacientes inmunocomprometidos para que el tratamiento que tienen contra el VHS-1 pueda tener el efecto benéfico más rápido, además de que al estimular en células la sobreexpresión de los péptidos y citocinas con actividad antiviral podría ser utilizada con otros virus o incluso de acuerdo a lo observado la disminución de la proliferación que provoca podría ayudar en tratamientos contra algunos tipos de cáncer.

**Agradecimientos** Proyecto Clave 312570: Potencial Inmunomodulador para COVID-19: Evaluación del litocoiloleato como inductor de síntesis de péptidos antivirales en células epiteliales expuestas a infección con el virus SARS-COV-2 (PAACTI-CONACYT)-2020

### Bibliografía.

1. Prado Oca E. 2012. *Innate Immunity*. Vol 19. 227-241.
2. Pahar B, Madonna S, Das A, Albanesi C, Girolomoni G. 2020. *MDPI*. Vol 7: 1-19
3. Álvarez A, Martínez M, Prado E. 2018. *IJBCB*. Vol 104: 133-137.
4. Ishikawa H, Ma Z, Barber G. 2009. *Nature*. Vol 461: 788-792
5. Nga N., Ngoc T., Trinh N., Thuoc T., Thao D. 2020. *Analytical Biochemistry*. Vol 610:113937.



## TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE LA MICROALGA VERDE *Chlamydomonas reinhardtii* CON EL GEN *mNb6-tri* QUE CODIFICA PARA UN NANOANTICUERPO TRIVALENTE QUE NEUTRALIZA AL VIRUS SARS-CoV-2

Sandy Giselle Reyes Solian<sup>1</sup>, Carlos Alberto Puch Hau<sup>2</sup>, Virginia Aurora Herrera Valencia<sup>1</sup>, Ileana C. Borges Argaéz<sup>1</sup>, Marta Guadalupe Lizama García<sup>1</sup>, Santy Peraza Echeverría<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología, Mérida, 97205

<sup>2</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Recursos del Mar, Mérida, 97310.

gisellereyessolian@gmail.com

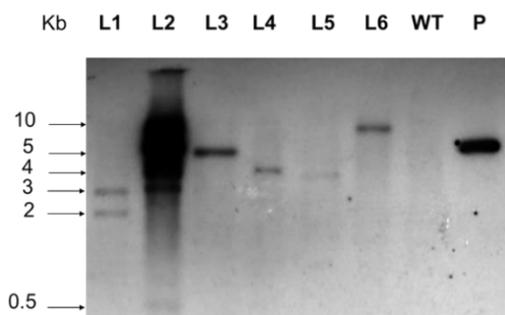
*Palabras clave:* *Chlamydomonas reinhardtii*, nanoanticuerpo, COVID-19.

**Introducción.** La pandemia de COVID-19 ocasionada por el virus del SARS-CoV-2 ha provocado un gran número de pérdidas humanas (1). El desarrollo de nuevas tecnologías para la producción rápida de vacunas, como es el caso de las vacunas de ARN mensajero, ha permitido prevenir que se escale el número de decesos. En paralelo a estos desarrollos, también se han desarrollado anticuerpos monoclonales como alternativas terapéuticas para el tratamiento de la COVID-19. Aunque muy útiles, la producción de anticuerpos monoclonales en células de mamíferos resulta muy costosa. Una alternativa es la tecnología de nanoanticuerpos. Un nanoanticuerpo es el dominio de unión al antígeno encontrado en pequeños anticuerpos de camélidos; tienen una alta afinidad por sus blancos y se pueden producir a un bajo costo en microorganismos modelo, por lo que son muy prometedores para ser producidos a escala industrial. Recientemente, se desarrollaron y probaron *in vitro* varios nanoanticuerpos que neutralizan la proteína espiga del SARS-CoV-2. Uno de los casos más notables por su efectividad es el nanoanticuerpo trivalente mNb6-tri (2). Por otro parte, la microalga verde *Chlamydomonas reinhardtii* ha demostrado su factibilidad como plataforma de expresión de proteínas terapéuticas funcionales, y representa una gran opción para la producción de nanoanticuerpos contra el SARS-CoV-2 a un costo muy bajo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción del nanoanticuerpo mNb6-tri en *C. reinhardtii*, así como la unión de este con el dominio de unión al receptor de la proteína espiga del SARS-CoV-2.

**Metodología.** Las células de *C. reinhardtii* fueron cultivadas en medio TAP en condiciones de fotoperiodo de 16 h luz / 8 h oscuridad a 25°C en agitación. Se transformaron mediante biobalística con el vector *pmNb6-tri*, previamente verificado por digestión enzimática y secuenciación, para posteriormente extraer ADN genómico (ADNg) de posibles colonias transformadas. A partir del ADNg de las colonias transformadas se realizó un Southern blot utilizando una sonda de ADN marcada con digoxigenina "DIG-dUTP" con la finalidad de detectar la integración y número de

copias del transgen *mNb6-tri*.

**Resultados.** Se realizó la transformación de *C. reinhardtii* con *pmNb6-tri*. La PCR de 11 colonias que crecieron en medio de selección resultó en un amplicón esperado de aprox. 220 pb en las 11 muestras. Se evaluaron al azar 6 clonas transformadas a través de Southern blot y se lograron identificar seis líneas transgénicas de *mNb6-tri* siendo L2 la línea que presentó un mayor número de copias incorporadas en el genoma, seguida de L1 con al menos dos copias del gen y en L3 a L6 se observó al menos una copia del gen. A partir de este resultado, se puede inferir que cada clona proviene de un único evento de transformación y, por lo tanto, se pueden denominar como líneas transgénicas independientes (Fig. 1).



**Fig. 1.** Resultado de Southern blot donde se muestra el número de copias del gen sintético *mNb6-Tri* en seis líneas transgénicas. ADN digerido con las enzimas BamHI/NruI/StuI. WT: cepa silvestre; P, plásmido *pmNb6-Tri*.

**Conclusiones.** Se logró la generación de seis líneas transgénicas de *C. reinhardtii* con el transgén *mNb6-tri*. La línea L2 presentó el mayor número de copias. La expresión del transgen será evaluada mediante RT-qPCR y la unión del nanoanticuerpo recombinante al dominio RBD se realizará mediante ELISA en estudios posteriores.

**Agradecimiento.** CONACYT: Proyecto No. A1-S-36206

### Bibliografía.

1. Jamison Jr. D et al. (2022). *European Journal of Human Genetics*. <https://doi.org/10.1038/s41431-022-01108-8>
2. Schoof M. et al. (2020). *Science*. 370 (6523):1473-1479.



## EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA Y ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE POLEN COLECTADO POR *Melipona beecheii* EN YUCATÁN

Martha Calderón-Martínez<sup>1</sup>, Alejandro Yam-Puc<sup>2</sup>, Esaú Ruíz-Sánchez<sup>1</sup>, Emanuel Hernández-Núñez<sup>3</sup>, Elizabeth Ortiz-Vázquez<sup>2</sup>, Roberto Zamora-Bustillos<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Conkal (División de Estudios de Posgrado e Investigación), Conkal, Yucatán, C.P. 97345.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Mérida (División de Estudios de Posgrado e Investigación), Mérida, Yucatán, C.P. 97118.

<sup>3</sup>Centro de Investigación y Estudios Avanzados - Unidad Mérida (Departamento de Recursos del Mar), Mérida, Yucatán, C.P. 97118.

[dd15081762@conkal.tecnm.mx](mailto:dd15081762@conkal.tecnm.mx)

*Palabras clave: polen, extractos etanólicos, bioactividad*

**Introducción.** Actualmente hay dos problemáticas a nivel mundial que merecen atención; por un lado, las enfermedades crónico-degenerativas ocasionadas por el estrés oxidativo y por otro, la resistencia a antibióticos por parte de microorganismos patógenos pertenecientes al grupo de las ETA (Enfermedades de transmisión alimentaria). La búsqueda constante de nuevas moléculas bioactivas en productos naturales representa una estrategia de solución importante. El polen colectado por las abejas sin aguijón es considerado una rica fuente de metabolitos secundarios con actividad antibacteriana y antioxidante, incluso con mayor actividad biológica que el polen colectado por la especie *Apis mellifera* (1). El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antibacteriana y antioxidante de extractos crudos de polen colectado por *Melipona beecheii*; una abeja sin aguijón nativa en Yucatán y determinar los principales metabolitos secundarios presentes.

**Metodología.** Se recolectó polen en las comunidades de Mama (MPC-1), Ticimul (MPC-2), y Maní (MPC-3) en Yucatán. Posteriormente se obtuvieron extractos etanólicos crudos (EC), los cuales se analizaron por espectroscopía IR, <sup>1</sup>H-RMN y cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-EM). La actividad antibacteriana de cada EC se evaluó por el método de difusión en disco (2) y microdilución (2) contra las bacterias *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 13311, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 y *Listeria monocytogenes* ATCC 15313, en el primer método se utilizó una concentración de 800000 mg/L de EC, y en el segundo se evaluaron concentraciones de 6000 a 160000 mg/L. Se determinó la actividad antioxidante por los ensayos de DPPH (3) y FRAP (4) obteniéndose los IC<sub>50</sub>. Finalmente se realizó la determinación de fenoles totales (5).

**Resultados.** Se obtuvo alrededor del 30% de rendimiento en peso en la obtención de los EC. Todos los EC mostraron actividad antimicrobiana contra los patógenos evaluados requiriéndose MIC en el rango de

6000 a 40000 mg/L de los EC dependiendo de la bacteria, para el caso de *P. aeruginosa* se requirió 6000 mg/L del EC MPC-1 para inhibir el 100% su crecimiento. El EC con más actividad antioxidante fue el MPC-1, con IC<sub>50</sub> de 28 mg/L (DPPH) y 30 mg/L (FRAP) comparado con el IC<sub>50</sub> del ácido ascórbico de 3 mg/L (DPPH) y 2 mg/L (FRAP), además también fue el EC con mayor contenido de fenoles totales (440 mg/L de Ác. gálico). En cuanto a los estudios por CG-EM, en todos los EC se encontró la presencia de ácidos grasos como el palmítico, linoleico y linolénico, así como sus correspondientes ésteres etílicos, además se encontró por <sup>1</sup>H-RMN señales entre 3 a 4 ppm que sugieren la presencia de compuestos glicosilados que pudieran ser flavonoides.

**Conclusiones.** Todos los EC de polen presentan alta actividad antibacteriana y antioxidante contra las 5 patógenos evaluados, siendo el EC MPC-1 el más bioactivo, esto puede ser debido a la diferencia de floración que sin duda repercute en los metabolitos secundarios presentes o en su abundancia. Estas actividades están relacionadas con la presencia de ácido palmítico, linoleico y linolénico, además de la presencia de compuestos fenólicos, lo que hace del polen de *M. beecheii* una fuente de productos naturales bioactivos que podrían ayudar a la prevención y combate de enfermedades por estrés oxidativo y gastrointestinales pertenecientes a las ETA.

**Agradecimiento.** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca de posgrado otorgada y a las instituciones participantes en el proyecto.

### Referencias.

1. Santa Bárbara, M. F., M. M. Moreira, C. S. Machado, E. D. Chambó, A. Pascoal, C. A. L. de Carvalho, & L. M. Estevinho. (2020). *J. Apic. Res.* 0:1-9.
2. Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). *J. Pharm. Anal.* 6(2): 71-79.
3. Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., & Nakamura, T. (1992). *J. Agric. Food Chem.*, 40(6): 945-948.
4. Oyaizu, M. (1986). *J. Nutr. Diet.*, 44(6): 307-315.
5. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). *Am. J. Enol. Vitic.* 16(3): 144-158.



## ACTIVIDAD ANTIBIOFILM DE LAS PROTEÍNAS DE LA MIEL DE *Melipona beecheii* CONTRA *Pseudomonas aeruginosa*

<sup>1</sup>Luis Felipe Pool-Yam, <sup>2</sup>Jesús Manuel Ramón-Sierra, <sup>3</sup>Mario Alberto Martínez-Núñez, <sup>1</sup>Arturo Reyes-Ramírez, <sup>2</sup>Elizabeth Ortiz-Vázquez, <sup>1</sup>Roberto Zamora-Bustillos,

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Conkal (División de estudios de posgrado e investigación), Conkal, Yucatán, 97345, <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Mérida (División de estudios de posgrado e investigación), Mérida, Yucatán, 97118, <sup>3</sup>Unidad Académica Sisal-UNAM, Puerto de Abrigo, Sisal, Yucatán, 97356, email: DD15080708@conkal.tecnm.mx

*Palabras clave: biofilm, miel, proteínas*

**Introducción.** El biofilm bacteriano es una comunidad microbiana que puede ser mono o multiespecie que se encuentra dentro de una matriz acuosa polimérica extracelular (EPS), compuesto principalmente por polisacáridos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos cuya composición varía entre cepas y condiciones ambientales (1). Además, el biofilm es un problema en la salud pública ya que es difícil de erradicar. Aunque actualmente existen compuestos que inhiben la formación del biofilm, bloqueando la comunicación célula a célula (*quorum sensing*) o inhibiendo la síntesis de los exopolisacáridos, éstos suelen ser reactivos y tóxicos para los humanos como es el caso de la furanona (2). Recientemente se ha reportado un promedio de 24 proteínas de la miel de *Melipona beecheii* (3), de las cuales se ha demostrado la actividad antimicrobiana, pero aún se desconocen si algunas de estas pudieran contribuir a la actividad antibiofilm. Por lo que el objetivo fue evaluar el efecto antibiofilm de las proteínas de la miel de *M. beecheii* contra *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

**Metodología.** Para la obtención de las proteínas se utilizó miel de *M. beecheii* recolectada en el municipio de Maní, Yucatán (mayo de 2021). El extracto crudo proteico (EXC) fue obtenido por el método de ultrafiltración, seguido de un fraccionamiento de acuerdo con el grado de glicosilación, utilizando concanavalina A sepharosa 4B (3). El contenido de proteína fue determinado por el método de Bradford y analizados por electroforesis de 1D. La actividad antimicrobiana fue determinada por difusión en disco. Para determinar la actividad antibiofilm de las fracciones proteicas y del EXC contra *P. aeruginosa* ATCC 27853 se utilizó el método por microplacas utilizando el protocolo de Majtan (4). Se cuantificó el biofilm formado, se visualizó por SEM, se le realizó un análisis proteómico del biofilm por electroforesis de 1D y un análisis de expresión génica mediante RT-qPCR. Se evaluaron los genes relacionados a la formación de biofilm *fleN*, *fleQ* y *fleR*. Se utilizó el equipo Biosystems StepOne y el método de  $2^{-\Delta\Delta}$  Ct para determinar el nivel de expresión génica relativa (5).

**Resultados.** La miel de *M. beecheii* tuvo una concentración de proteína de 1.89 mg/g de miel. El EXC fue fraccionado de acuerdo con su grado de glicosilación obteniendo 5 fracciones donde la fracción F1 (no glicosilada), F2 a F5 (diferentes grados de glicosilación). El perfil proteico de las fracciones mostró que la banda de 25 kDa se encuentra en

todas las fracciones con variación en su intensidad. Además, la fracción F1 mostró una banda de 95 kDa que no se encontró en las demás fracciones, para el caso las demás fracciones tuvieron perfiles semejantes. Con respecto a la actividad antimicrobiana y antibiofilm el EXC y la fracción F1 mostraron actividades significativas. Al determinar la concentración mínima formadora de biofilm del EXC y F1 fueron de 0.7 y 2  $\mu\text{g}/\text{mL}$  de proteína respectivamente. El análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM) mostró un daño en la matriz acuosa polimérica extracelular (EPS) cuando *P. aeruginosa* fue expuesta en presencia de F1, observándose bacterias separadas con daño en su morfología celular. Por otro lado, el análisis electroforético del biofilm mostró que la fracción F1 de la miel de *M. beecheii* afectó la secreción de proteínas acilasa, de unión de transporte ABC, tiorredoxina reductasa (biosíntesis de pirimidinas) y la adenilato quinasa (biosíntesis de purinas), observando una disminución de la intensidad de la banda, ya que se ha reportado que estas proteínas se expresan diferencialmente en el desarrollo del biofilm. Además, mostraron una reducción significativa en el nivel de expresión de los tres genes involucrados en la regulación flagelar *fleN*, *fleQ* y *fleR* en presencia de F1, de 2.77, 3.57 y 3.73 veces respectivamente. Por lo que podemos inferir que F1 está disminuyendo la producción de proteínas y enzimas relacionadas a la formación de la matriz del biofilm de *P. aeruginosa*.

**Conclusiones.** La fracción F1 de la miel de *Melipona beecheii* inhiben el desarrollo del biofilm afectando a las proteínas y enzimas involucradas en la formación del EPS.

**Agradecimiento.** Conacyt por el otorgamiento de la beca económica y al Tecnm-Conkal y Mérida por el apoyo de este proyecto.

### Bibliografía.

1. Gebreyohannes Gebreselema, Nyerere A., Bii C. and Sbhatu D. B. 2019. *Heliyon* 5:e02192.
2. Ahmed, A. A., and Salih F. A. 2019. *Iran J. Basic Med. Sci.* 22:568–575.
3. Ramón-Sierra, J., Villanueva M. A., Rodríguez-Mendiola M., Reséndez-Pérez D., Ortiz-Vázquez E. and Arias-Castro C. 2021. *J. Appl. Microbiol.* 130 (6): 1913-1924.
4. Majtan Juraj, Bohova J., Horniackova M., Kludiny J. and Majtan V. 2014. *Phytother. Res.* 28: 69–75 (2014).
5. Al-kafaween Mohammad A., Hilmi A. B. M., Al-Jamal H. A. N., Elshahry N. A., Jaffar N. and Zahri M. K. 2020. *Jordan J. Biol. Sci.* 13 (1):69-76.



## EVALUACIÓN DEL POTENCIAL PROBIÓTICO DE MICROORGANISMOS AISLADOS DE LA MIEL DE *Melipona beecheii* DEL ESTADO DE YUCATÁN.

Alfredo Alfonso-Quintana<sup>1</sup>, Jesús Ramón-Sierra<sup>1</sup>, Alejandro Yam-Puc<sup>1</sup>, y Elizabeth Ortiz-Vázquez<sup>1</sup>  
Tecnológico Nacional de México/ITMérida, Mérida, Yucatán, México, 97118. Email: mg15080821@merida.tecnm.mx|

*Palabras clave:* Disbiosis, *Melipona beecheii*, Probióticos.

**Introducción.** La microbiota se define como la comunidad de microorganismos vivos que residen de forma natural en un nicho ecológico determinado, entre estos microorganismos se encuentran especies nativas que colonizan permanentemente el tracto gastrointestinal, además, se encuentran otros microorganismos que permanecen de manera transitoria. Algunos autores denominan a la microbiota intestinal como un órgano metabólico el cual cumple una función importante en el organismo. En este sentido este órgano es susceptible a desequilibrios o alteraciones de la microbiota intestinal denominada disbiosis. Esta afección asociada a diferentes patologías tales como presión arterial alta, niveles elevados de triglicéridos y glucosa por mencionar algunos. Entre los tratamientos recomendados para combatir a la disbiosis se encuentra el uso de probióticos. Una fuente alternativa a esta problemática es la miel de *Melipona beecheii* ya que esta cuenta con características favorables para albergar de estos microorganismos benéficos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar las características probióticas de cepas aisladas de la miel de *Melipona beecheii* del estado de Yucatán.

**Metodología.** Se realizó la caracterización probiótica de 12 cepas provenientes de la microflora de la miel de *Melipona beecheii*, las pruebas llevadas a cabo fueron, 1.- tolerancia a acidez y sales biliares (a) & (b), 2.- Hidrofobicidad y autoagregación (c), 3.- Susceptibilidad a antibióticos (4), 4.- Actividad hemolítica (d) y 5.- Actividad antagónica contra cepas patógenas (e). Todas las pruebas se llevaron a cabo por triplicado y los datos fueron analizados en el programa SPSS V23 con una estadística significativa de  $P \leq 0.05$

**Resultados.** Las 12 cepas evaluadas crecieron a pH de 7 (control) y a una temperatura de 37°C, sin embargo, para las condiciones ácidas de pH (2.5 y 3) las bacterias codificadas como AM1, AM3 y AM4 mostraron crecimiento después de una exposición de 3 h.

Las 12 cepas evaluadas de la miel de *M. beecheii*, fueron tolerantes a la exposición ante las sales biliares, excepto por la cepa nombrada AL2 que no demostró ningún crecimiento después de exponerse a sales biliares después de 24 hrs.

Todas las cepas tuvieron una proporción de hidrofobicidad mayor del 40%, cuyo porcentaje mínimo requerido es el requerido para considerarse como probiótico; las cepas AM2, AM3, AM4, presentaron un mayor rango de porcentaje superando el 70% de hidrofobicidad.

Para que un microorganismo sobreviva el recorrido en el tracto gastrointestinal se necesita la agregación bacteriana. Las cepas aisladas de la miel de *M. beecheii* mostraron

poder agregarse. Las cepas que presentaron mayor porcentaje de autoagregación corresponden al código AL2, AL3, AM1, AM3 y MM2.

En cuanto a la susceptibilidad a antibióticos, se usaron antibióticos como trimetoprima-sulfametoxazol, amoxicilina, amikacina y cirpofloxacino, Las cepas que mostraron resistencia a estos antibióticos fueron AM3, AM4, ML2, MM2 y MM4. A una concentración de 5 µg/mL, sin embargo, al aumentar la concentración de 10 – 15 µg/mL, se hizo presente la inhibición de las cepas evaluadas por parte de los antibióticos, lo cual nos indica la susceptibilidad de las cepas aisladas hacia los antibióticos. Para el caso de la prueba antagónica, las cepas AL1, AL2, AL3, AM2, AM3, AM4, ML1 y MM2, mostraron inhibir el crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* durante 24 y 48 horas.

Por último, de las 12 bacterias aisladas de la miel de *M. beecheii* que no mostraron actividad hemolítica fueron AM2, AM3 Y AM4. Tomando en cuenta todos los resultados anteriores, las cepas con características para ser consideradas probióticas son AM2, AM3 Y AM4.

**Conclusiones.** Las cepas AM2, AM3 y AM4 mostraron características probióticas, tolerando condiciones ácidas, y presencia de sales biliares. Estas cepas además pueden producir oligosacáridos presentando altos porcentajes de agregación bacteriana, también, pueden ser capaces de adherirse a las células epiteliales gracias a que pudieron llevar a cabo interacciones hidrofóbicas de esta característica. Por último, las cepas fueron capaces de impedir la colonización de cepas patógenas en tracto gastrointestinal inhibiendo su crecimiento.

**Agradecimiento.** Quisiera dar agradecimientos al laboratorio de microbiología aplicada y molecular, al Tecnológico nacional de México y al Instituto tecnológico de Mérida. También, al Conacyt por brindar el apoyo económico para este proyecto.

### Bibliografía.

- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, M. W., & Stahl, D. A. (2012). (D. Espinoza, K. Cook, S. Cutt, E. Hutchinson, L. Southworth, E. Marcus, D. Cogan, M. Mangelli, K. Gulliver, & A. Wagner, Eds.; 13th ed.). Pearson.
- Han, Q., Kong, B., Chen, Q., Sun, F., & Zhang, H. (2017). *Journal of Functional Foods*, 32, 391–400.
- Frizzo, L. S., Soto, L. P., Bertozzi, E., Sequeira, G., Marti, L. E., & Rosmini, M. R. (2006). *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 5(1/2), 69–80.
- May-Torruco, A. L., Corona-Cruz, A. I., Luna Jiménez, A. L., Cortés, N. G., & Vera, R. J. (2020). *European Scientific Journal ESJ*, 16(18).
- Ritter, A. C., Paula, A., Correa, F., Fonseca Veras, F., & Brandelli, A. (2018). *Journal of Microbiology Research*, 8(2), 23–32.



## EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y ANTIBIOFILM DEL EXTRACTO CRUDO PROTEICO DEL POLEN DE *Melipona beecheii* CONTRA *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853

Harumi Sansores-Caamal, Alejandro Yam-Puc, Jesús Ramón-Sierra, Elizabeth Ortiz-Vázquez

TecNM /Instituto Tecnológico de Mérida (División de Estudios de Posgrados e Investigación), Mérida, Yucatán, C.P. 97118. Email: [mg12081514@merida.tecnm.mx](mailto:mg12081514@merida.tecnm.mx).

*Palabras clave:* Polen de *M. beecheii*, extracto crudo proteico, *P. aeruginosa*.

**Introducción.** Las enfermedades nosocomiales son padecimientos originados por microorganismos que el paciente adquiere durante su estancia en el hospital, estas complicaciones generan costos extras para la recuperación del enfermo. En el 2020, la OMS reportó un incremento de más del 50% de muertes en hospitales originados por infecciones nosocomiales resistentes, posicionando como prioridad crítica a *P. aeruginosa* por su alta capacidad adaptativa y formación de biofilm, esta última siendo uno de sus principales mecanismos de resistencia antimicrobiana. Diversos autores (1, 2, 3) han documentado los alcances antimicrobianos que pueden generar los productos de la colmena como lo es el polen de abejas sin aguijón representativo de la Península de Yucatán. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana y antibiofilm del extracto crudo proteico del polen de *Melipona beecheii* contra *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

**Metodología.** La metodología del trabajo se realizó en 4 etapas. La etapa 1 consistió en la cosecha del material biológico en el municipio de Maní, Yucatán en marzo de 2021 y en la conservación de la muestra a una temperatura de 4 °C. En la etapa 2 se estandarizó el protocolo de extracción para la obtención del extracto crudo proteico del polen (ECPP) y la cuantificación del rendimiento proteico mediante la técnica de Bradford (2, 4, 5). En la etapa 3 se evaluó la actividad antimicrobiana, la concentración mínima inhibitoria y la capacidad bactericida y/o bacteriostática del ECPP de *M. beecheii* frente a la bacteria nosocomial *P. aeruginosa* ATCC 27853 (3). Por último, en la etapa 4 se ensayó la actividad antibiofilm que posee el ECPP de abeja *M. beecheii* frente a la formación de la matriz exopolisacárida de *P. aeruginosa* ATCC 27853 (1).

**Resultados.** El extracto crudo proteico del polen de *M. beecheii* tuvo un rendimiento de 5.61 mg de proteína/g de polen. Lo que se asemeja a lo reportado en la literatura (5) donde las concentraciones proteicas de plantas polínicas utilizadas por las abejas abarcan rangos de 3-11 mg de proteína/g de polen. Las proteínas del polen de *M. beecheii* inhibieron el crecimiento de la bacteria nosocomial *P. aeruginosa*. La concentración mínima inhibitoria necesaria con efecto bacteriostático para *P. aeruginosa* fue 1.7 µg/mL del

ECPP. De forma similar se comportó la disgregación de la matriz exopolisacárida formada por este patógeno al mostrar 100% de inhibición en la formación del biofilm a una concentración de 1.7 µg/mL de proteína.

Otros estudios han reportado que los extractos etanólicos del polen de abejas sin aguijón presentan actividad antimicrobiana (3). De igual forma se han documentado que las proteínas presentes en la miel de abejas sin aguijón muestran actividades inhibitorias en la formación del biofilm, por lo que, es posible que el ECPP de *M. beecheii* tenga proteínas y péptidos presentes de origen entomológico ligadas a péptidos encontrados en el tracto digestivo y saliva de estos insectos (1). De lo mencionado anteriormente se especula que pueda existir una correlación en las actividades antimicrobianas y antibiofilm contra *P. aeruginosa* ATCC 27853 por las proteínas de origen entomológico. Por otro lado, las proteínas del ECPP pudieran tener un origen botánico y ser provenientes en mayor abundancia de las plantas nativas con propiedades medicinales y efectos antimicrobianos debido a sus diversas macromoléculas, todo esto muestra evidencia de los alcances del polen de *M. beecheii* frente a diversas bacterias nosocomiales (2, 3).

### Conclusiones.

- La concentración mínima inhibitoria para el efecto bacteriostático de *P. aeruginosa* ATCC 27853 fue 1.7 µg/mL del ECPP de *M. beecheii*.
- El ECPP de *M. beecheii* inhibe a una concentración de 1.7 µg/mL la formación de biofilm a un 100%.
- Las proteínas presentes en el ECPP pueden derivar de origen botánico y/o entomológico.

**Agradecimiento.** CONACYT, TecNM campus Mérida y LMAM.

### Bibliografía.

1. Majtan, J., Bohova, J., Horniackova, M., Klaudivy, J., & Majtan, V. (2014). *Phytother Res.* 28(1): 69-75.
2. Ramón-Sierra, J., Martínez-Guevara, J. L., Pool-Yam, L., Magaña-Ortiz, D., Yam-Puc, A., & Ortiz-Vázquez, E. (2020). *Food Sci. Biotechnol.* 29(7): 1013-1021.
3. Santa Bárbara, M. F., Moreira, M. M., Machado, C. S., Chambó, E. D., Pascoal, A., de Carvalho, C. A. L., & Estevinho, L. M. (2021). *J. Apic. Res.* 60(1): 99-107.
4. Bradford, M. M. (1976). *Anal. biochem.* 72(1-2): 248-254.
5. Vanderplanck, M., Leroy, B., Wathelet, B., Wattiez, R., & Michez, D. (2014). *Apidologie.* 45(2): 192-204.



## ESTUDIO DEL POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE MIELES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN DEL ESTADO DE QUINTANA ROO Y SU DIFERENCIACIÓN MEDIANTE PERFILES ELECTROFORÉTICOS

Lenny Suarez-Caamal<sup>1</sup>, Jesús Ramón-Sierra<sup>1</sup>, Alejandro Yam-Puc<sup>1</sup>, Aurora Xolalpa-Aroche<sup>2</sup>, Elizabeth Ortiz-Vázquez<sup>1</sup> <sup>1</sup>LMAM. Depto. De Posgrados. TecNM /Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico km. 4.5 S/N C.P. 97118, Mérida, Yucatán.

<sup>2</sup> Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo, Centro de Innovación Y Desarrollo apícola  
SustentableEmail: [Lenny.marce22@gmail.com](mailto:Lenny.marce22@gmail.com)

*Palabras clave: Miel, bacterias, proteínas, inhibición.*

**Introducción.** La miel de abejas sin aguijón es altamente valorada por sus propiedades medicinales, especialmente la de la abeja *M. beecheii*, la cual se ha hecho popular por combatir infecciones en las vías respiratorias, gastrointestinales y dermatológicas. Investigaciones recientes han revelado la existencia de otras moléculas con amplios rangos de bioactividad como son los compuestos fenólicos y las proteínas (1). Es importante mencionar que existen otras mieles de abejas nativas en la península; en Quintana Roo se reportan 18 especies a las cuales se les atribuyen diversas propiedades medicinales, incluso mayores que a la miel de *M. beecheii*, sin embargo no existen reportes científicos sobre las propiedades bioactivas ni la caracterización de estas mieles, por lo que, el objetivo de este trabajo es evaluar el potencial antimicrobiano de 4 mieles de abejas sin aguijón del estado de Quintana Roo *Scaptotrigona pectoralis*, *Cephalotrigona zexmenie*, *Nannotrigona perilampoides* y *Frieseomelitta nigra* sobre *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* y determinar la autenticidad mediante su perfil proteico.

**Metodología.** 1.-Se cosecharon las diferentes mieles directamente de jobones (truncos ahuecados donde viven las abejas sin aguijón), para posteriormente realizar la extracción de proteínas, con el método de ultrafiltración utilizando filtros de 3 kDa en buffer de fosfatos a pH de 6.0 (2). Seguidamente la actividad antimicrobiana se determinó utilizando el método de difusión en agar con las diferentes mieles. (3) Para la determinación de la CMI se realizó el ensayo de microdiluciones: Se analizó mediante el procedimiento del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) utilizando medio LB (4). El perfil proteico de las 4 mieles se llevó a cabo por el método electroforético SDS-PAGE con diferentes concentraciones de proteína (5).

En el análisis electroforético mostrado en la figura 1, todas las mieles evaluadas mostraron perfiles proteicos diferentes, el extracto proteico de la miel de *Sp.* presentó 10 bandas definidas de las cuales 5 bandas poseen mayor intensidad (98,25,10,8 y 6 kDa), mientras que *Cz* mostró 7 bandas siendo las mayoritarias 3 bandas (13, 8 y 6 kDa.) Por otra parte, *Fn.* presentó 4 bandas destacando 1 banda con mayor intensidad con peso molecular de 21 kDa. Por último, la miel de *Np.* mostró 9 bandas nítidas siendo 6 bandas con mayor intensidad (81, 54, 40, 30, 22 y 4 kDa). Las mieles de *Sp.*, *Fn* y *Np* mostraron bandas aproximadas de 25 kDa, así como lo reportado para la miel de *M. beecheii* cuya banda podría tratarse de alguna proteína análoga a la Major Royal Jelly-like protein que se ha reportado en *M. beecheii* y *M. quadrifasciata*. Para el caso de la actividad antimicrobiana todas las mieles inhibieron el crecimiento de *S. aureus* y *P. aeruginosa* a concentraciones inferiores de 30%. Al evaluar la concentración mínima inhibitoria las mieles, se obtuvo la miel de *Cz* mostró la mayor actividad contra *S. aureus*, mientras que la miel de *Np* para *P. aeruginosa* ambas requiriendo 5% de miel para inhibir el 100% de crecimiento bacteriano.

**Conclusiones.** Las 4 mieles evaluadas presentaron perfiles proteicos diferentes, mostrando algunas bandas similares entre las mieles de abejas sin aguijón. *Scaptotrigona pectoralis* y *Cephalotrigona zexmenie* mostraron 4 bandas con pesos moleculares similares. En cuanto a la CMI las 4 mieles inhibieron el crecimiento de *S. aureus* y *P. aeruginosa*. La miel de *Cephalotrigona zexmenie* tuvo una mayor actividad antimicrobiana contra *S. aureus*, mientras que la miel de *Nannotrigona perilampoides* tuvo mayor actividad antimicrobiana contra *P. aeruginosa*.

**Agradecimiento.** Instituto tecnológico de Mérida Yucatán, Laboratorio de microbiología aplicada y molecular, CONACyT, Directores, asesores y compañeros.

### Bibliografía.

1. Ortiz-Vázquez et al., 2013; Ramón-Sierra et al., (2020). *Elsevier Ltd. Revista de microbiología aplicada* ISSN 1364-5072.
2. Harris, E. L. V., Angal, S. Protein purification methods. (1995).
3. Snow MJ, Manley-Harris M. 84: 145-147 (2004)
4. Boom k, Khor Y, Sweetman E, Tan F, Heart T, Hammer K.(2010).
5. Ramón sierra, et al (2015). *Química de los alimentos* 183.

### Resultados.

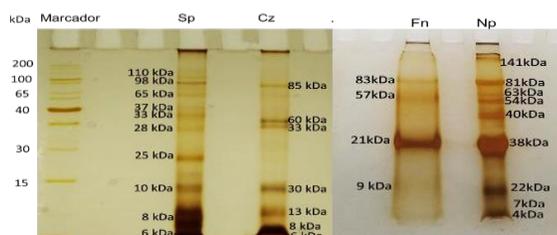


Fig.1 Perfil proteico de Sp (*Scaptotrigona pectoralis*), Cz (*Cephalotrigona zexmenie*), Np (*Nannotrigona perilampoides*) y Fn (*Frieseomelitta nigra*)



## EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DE EXTRACTOS METANÓLICOS DE PLANTAS USADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL MAYA

María Leonor Vila Luna, Jesús Alejandro Yam Puc, Jesús Manuel Ramon Sierra, Elizabeth de la Luz Ortiz Vázquez

Tecnológico Nacional de México/ITMérida (División de Estudios de Posgrado e Investigación); Mérida, Yucatán, México C.P. 97118; [maria.vl@merida.tecnm.mx](mailto:maria.vl@merida.tecnm.mx)

*Palabras clave: actividad antimicrobiana, extractos metanólicos, medicina tradicional*

**Introducción.** La creciente resistencia a los antimicrobianos representa una amenaza cada vez mayor a la salud a nivel mundial, por lo que se requiere la búsqueda de nuevas moléculas con mayor efectividad (1). Entre las fuentes de estas moléculas se encuentran las plantas reportadas como medicinales. *Solanum hirtum*, *Crossopetalum gaumeri*, *Jatropha gaumeri* y *Ocimum campechianum* son plantas usadas en la medicina tradicional maya para tratar infecciones o síntomas que sugieran un proceso infeccioso como diarrea, vómitos, cólicos, calentura e infección de garganta (2,3). Además, existen pocos reportes fitoquímicos y/o de actividad antimicrobiana de estas especies.

Con base a lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos de estas plantas usadas en la medicina tradicional maya.

**Metodología.** Se colectó la raíz, tallo y hoja de *S. hirtum*, *C. gaumeri*, *J. gaumeri* y *O. campechianum* con ayuda de un taxónomo. El material vegetal seco y triturado se maceró con MeOH por 48 (1x) y por 24 h (2x). La actividad antimicrobiana de los extractos orgánicos se realizó por el método de difusión en disco descrito por Ramón-Sierra et al. (2020) (4). Se utilizaron las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

**Resultados.** Se obtuvieron doce extractos metanólicos con un rendimiento entre 5-18%. Los extractos orgánicos de hoja con mayor rendimiento fueron los de *J. gaumeri* y *S. hirtum* con valores de 14.89 y 14.38% respectivamente. Para los extractos de tallo, se obtuvo mayor rendimiento en *S. hirtum* con 9.39% y en el caso de los extractos de raíz, fue la especie de *J. gaumeri* con 18.33%. Los extractos metanólicos de raíz, tallo y hoja de *S. hirtum*, *J. gaumeri*, *C. gaumeri* y *O. campechianum* tuvieron actividad antimicrobiana frente a *E. coli*. Mientras que los extractos orgánicos que presentaron actividad antimicrobiana frente a *S. aureus* fue el de hoja y raíz de *C. gaumeri*, siendo este último el más activo (**Tabla 1**). Actualmente se está realizando los ensayos de microdilución en caldo para determinar la MIC.

**Tabla 1.** Actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos de cuatro plantas usadas en la medicina tradicional maya.

Especie vegetal (1 mg/mL)		<i>E. coli</i> diámetro (mm)	<i>S. aureus</i> diámetro (mm)
<i>S. hirtum</i>	hoja	2.2	-
	tallo	2.5	0.5
	raíz	1.7	-
<i>C. gaumeri</i>	hoja	2.0	1.2
	tallo	2.5	0.7
	raíz	2.5	3.5
<i>J. gaumeri</i>	hoja	2.2	-
	tallo	2.6	0.3
	raíz	2.1	-
<i>O. campechianum</i>	hoja	1.7	-
	tallo	1.9	-
	raíz	1.5	-
Amikacina (1mg/mL)		13.5	10.7

**Conclusiones.** El mayor rendimiento de la extracción de metabolitos secundarios se obtuvo a partir de la raíz de *J. gaumeri*, esta especie junto con *S. hirtum* y *C. gaumeri* contienen metabolitos de tipo terpenoide con potencial antimicrobiano frente a bacterias Gram-negativas y Gram-positivas. Mientras que *O. campechianum* únicamente frente a bacterias Gram-negativas.

**Agradecimiento.** Beca posdoctoral CONACYT. Al técnico Paulino Simá-Polanco, por la identificación del material vegetal.

### Bibliografía.

- Organización Panamericana de la Salud, (2020).
- Trejo-Torres J.C., Hayden W.J., Pasos-Enríquez R.M., Carvajal-Mejía L.A., Callaghan J.M. (2014). *Catálogo de la Flora de Kaxil Kiuc*. Mérida, Yucatán, México.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, (2009).
- Ramón-Sierra J., Martínez-Guevara J. L., Pool-Yam L., Magaña-Ortiz D., Yam-Puc A., Ortiz-Vázquez E. (2020). *Food Sci Biotechnol*. 29(7): 1013-1021.



## TIPIFICACIÓN DE AISLAMIENTOS DE *Leishmania* DE NUEVAS ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN EL ESTADO DE CAMPECHE.

Selene Blum Domínguez, Paulino Tamay Segovia, Luis A. Núñez Oreza, Consuelo S Hau Robles, José G Balan Salazar.

Universidad Autónoma Campeche, Centro de Investigaciones Biomédicas, Campeche C.P. 24039. selclum@uacam.mx

*Palabras clave: Leishmania, Tipificación, Distribución*

**Introducción.** La leishmaniasis es causada por un parásito flagelado intracelular del género *Leishmania* (L), el cual cuenta con más de 20 especies (1). En México, la leishmaniasis cutánea (LC) es la forma que más se presenta en varios estados, principalmente del sur y sureste del país; en el estado de Campeche se han reportado las formas clínicas de leishmaniasis cutánea localizada (LCL) y leishmaniasis cutánea difusa (LCD); las especies involucradas pertenecen al complejo de *L. mexicana* y *L. braziliensis* (2,3). Los principales municipios considerados endémicos para la leishmaniasis son Calakmul (4) y Hopelchén que se encuentran ubicados al sur del estado. El objetivo del trabajo es identificar las especies de *Leishmania* que se encuentran circulando en nuevas áreas de distribución.

**Metodología.** Se estudiaron 5 personas de sexo masculino, a las cuales se les realizaron improntas del borde de la lesión y un aspirado del líquido existente debajo del borde de esta. Las improntas se fijaron con alcohol metílico absoluto, se tiñeron con el colorante de Giemsa y observaron al microscopio para la búsqueda de amastigotes (5); con el aspirado se realizó un cultivo en medio RPMI-1640 suplementado con suero fetal bovino, el cual se incubó a una temperatura de 28 °C para el aislamiento de parásitos; de éstos se extrajo ADN y amplificó por la Técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) para determinar la especie.

**Resultados.** En todas las improntas analizadas se observaron formas redondas u ovoides con un núcleo central y cinetoplasto, lo cual corresponde a amastigotes de *Leishmania* (Fig. 1).



Fig. 1. Amastigotes de *Leishmania* en impronta (aumento 100X)

De los cultivos se logró el aislamiento de promastigotes de *Leishmania* a partir de los cuales se amplificó su ADN e identificó la especie (Fig. 2) y (Tabla 1).

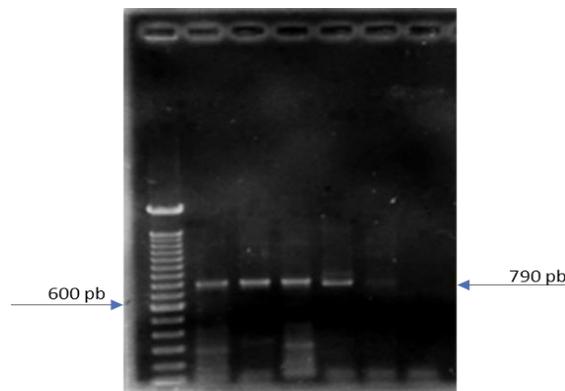


Fig. 2. Marcador de 100 pb (carril 1) Amplificado de ADN de *Leishmania* aislado de pacientes en estudio (carril 2-6) y control negativo (carril 7).

Tabla 1. Identificación de especie de *Leishmania* y localización.

edad	localidad	especie
1	San Agustín Olá, Campeche	<i>mexicana</i>
4	San Agustín Olá, Campeche	<i>mexicana</i>
1	Uxtepec, Champotón	<i>mexicana</i>
0	Uxtepec, Champotón	<i>mexicana</i>
6	Uxtepec, Champotón	<i>mexicana</i>

**Conclusiones.** *L. mexicana* es la especie identificada. Los aislamientos obtenidos podrán ser utilizados en la obtención de proteínas recombinantes mediante aplicación de sistemas de expresión de proteínas para la realización de diversas pruebas de diagnóstico específicas.

**Agradecimiento.** A la Universidad Autónoma de Campeche por su apoyo en el financiamiento.

### Bibliografía.

- 1.- Abadías-Granado A, Diago PA, Cerro AM, Palma-Ruiz, Y, Gilaberte. (2021). Actas Dermo-Sifiliográficas. 112(7): 601-618.
- 2.- Blum-Domínguez SC. et al. Leishmaniasis cutánea difusa (LCD) y visceral (LV) concurrentes con cáncer: Presentación de un caso. Gac Med Mex. 2017;153(1):121-124.
3. Hernández MO, Monroy OA, McCann S, Barker DC. (1998). Acta Trop. 71:139-153.
4. Hernández-Rivera MP, Hernández-Montes O, Chiñas-Pérez A, Batiza Avelar JM, Sánchez-Tejeda G, Wong-Ramírez C, Monroy-Ostria A. (2015). Salud Publica Mex. 57(1):58-6.
5. Elmahallawy EK, Sampedro Martínez A, Rodríguez-Granger J, Hoyos-Mallecot Y, Agil A, Navarro Mari JM, Gutierrez Fernandez J. (2014) J Infect Dev Ctries 8(08): 961-972.



## COMPONENTES LIPÍDICOS DEL OPÉRCULO DEL CARACOL MARINO *Triplofusus giganteus* Y SU EFECTO CICATRIZANTE DE HERIDAS CUTÁNEAS EN EL MODELO DE RATÓN DIABÉTICO

Rolando García-Martínez<sup>1</sup>, Freddy Ye Ehuan<sup>2</sup>, Alejandro Martínez Vázquez<sup>3</sup>, Rafael Cen-Novelo<sup>1</sup>, Braulio García Hdez<sup>1</sup>, Francisco Díaz-Cedillo<sup>4</sup>.

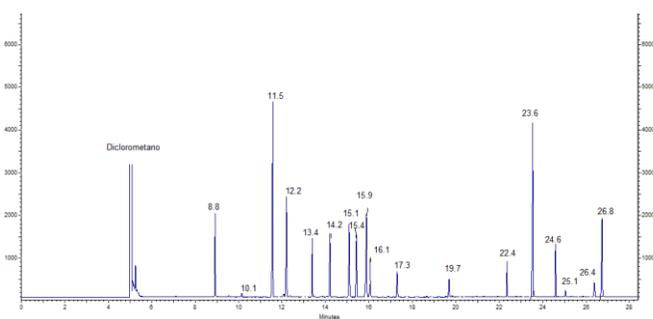
1. Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Campeche. Campeche. 2. Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad Concordia, SSA, Campeche. 3. Hospital General de Especialidades Médicas "Dr. Javier Buenfil Osorio" SSA, Campeche. 4. Depto. de Química Orgánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, CDMX. rogarcia@uacam.mx

*Palabras clave:* herida cutánea, opérculo de caracol, ratón diabético

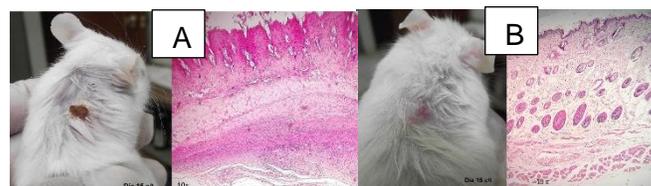
**Introducción.** La neuropatía periférica y la mala circulación son dos complicaciones que dificultan la cicatrización de las heridas cutáneas en el paciente diabético. Estudios preclínicos que han aplicado extractos de diferentes organismos marinos sobre las heridas de la piel en modelos experimentales, han mostrado que estos aceleran el proceso de cicatrización y re-epitelialización<sup>1,2</sup>. El **objetivo** del presente estudio fue identificar los componentes lipídicos del opérculo del caracol marino *Triplofusus giganteus* y evaluar sus propiedades cicatrizantes en el modelo de ratón diabético crónico con lesión cutánea.

**Metodología.** Por cromatografía acoplada a masas se determinaron los componentes lipídicos del opérculo del caracol marino<sup>3,4</sup>. Paralelamente, 11 ratones macho de la Cepa NIH fueron administrados con Alloxan (150 mg/kg, i.p.) para inducir hiperglicemia ( $\geq 300$  mg/dL)<sup>5</sup>. Dos meses más tarde, se les realizó una lesión cutánea (4 mm) por calor con electrocauterio previa anestesia con Ketamina (100 mg/Kg). Aleatoriamente se formó el grupo Control (GC; n=5) y el Experimental (GE; n=6), a este último se le aplicó en la herida 10 mg de opérculo de caracol en polvo de forma tópica una vez al día durante 15 días. Al GC solo se le realizó la limpieza diaria de la herida. Después, ambos grupos fueron perfundidos con sol. salina y formaldehído. Se obtuvo un bloque de la zona de la piel de los ratones del GC y GE para hacer la histología. Los cortes de 10  $\mu$ m de grosor fueron teñidos con hematoxilina-eosina. Un patólogo determinó la proliferación epitelial, la formación y organización de la granulación tisular y la presencia de nuevos capilares, identificados por la presencia de eritrocitos en su lumen.

**Resultados.** Mediante cromatografía acoplada a masas de la fracción con hexano se identificaron los componentes lipídicos (Fig. 1) del opérculo del caracol marino. La fracción con hexano reveló la presencia de ac. grasos omega-3 ( $\omega$ -3),  $\omega$ -5,  $\omega$ -6,  $\omega$ -7 y  $\omega$ -9 y ac. grasos saturados. Los datos histológicos mostraron que la cicatrización de la herida y la regeneración de las capas de la piel además de la formación de nuevos capilares sanguíneos del GE, se llevó a cabo en menor tiempo respecto del GC ( $p=0.029$ ) (Fig. 2).



**Fig. 1.** Cromatograma de los componentes lipídicos del opérculo de caracol marino a partir de la fracción con hexano y los picos correspondientes a los tiempos de retención.



**Fig. 2.** Ratones diabéticos del GC (A) y GE (B), después de 15 días de tratamiento. La histología de la zona de la piel se muestra al lado derecho del ratón. En la Fig. 2B, se observa que las capas de la piel se han regenerado y se notan organizadas vs. el GC (Fig. 2A).

**Conclusiones.** Los componentes del opérculo del caracol marino aceleran la cicatrización de la herida y pueden significar un gran potencial, a mediano plazo, como principios activos de productos para el cuidado de la piel del paciente diabético (como úlceras de pie diabético), así como su uso en quemaduras y otras afecciones cutáneas.

**Agradecimiento.** Este trabajo recibió financiamiento parcial del Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Autónoma de Campeche.

### Bibliografía.

1. Badiu DL, Balu AM, Barbes L, Luque R, Nita R, Radu M, Tanase E, Rosoiu N (2008). *Lipids*; 43: 829-841.
2. Nayak BS, Pinto-Pereira L, Maharaj D (2007). *Indian J Exp Biol*. 45: 739-743.
3. Carta Nacional Pesquera (2017). *Diario Oficial de la Federación*.
4. Wathne AM, Devle H, Naess-Andresen CF, Ekeberg D (2018). *J Lipids*; 1-8.
5. Lenzen S. (2008). *Diabetologia*. 51: 216-226.



## EFEECTO ANTIOXIDANTE E HIPOLIPEMIANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE *Phaseolus vulgaris*

Rafael Manuel de Jesús Mex Álvarez, Patricia Margarita Garma Quen, María Magali Guillen Morales, David Yanez Nava, María Isabel Novelo Pérez, William Benjamin Fonseca Calderón.

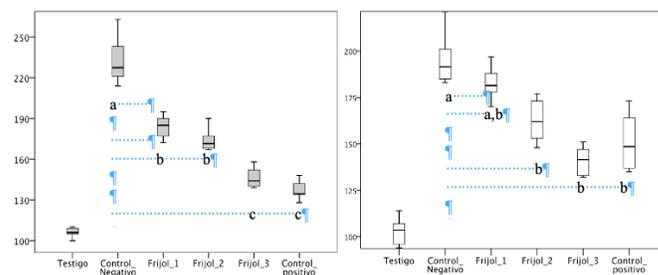
Laboratorio de Análisis de Medicamentos, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, San Francisco de Campeche, Campeche, México, 24050. [rafammex@uacam.mx](mailto:rafammex@uacam.mx)

*Palabras clave:* antocianinas, dislipidemia, antioxidantes.

**Introducción.** El frijol (*Phaseolus vulgaris*) además de aportar macronutrientes a la dieta y nutrientes aporta sustancias benéficas para la salud del consumidor como diversos ácidos fenólicos (ácido ferúlico, p-cumárico y gálico), flavonoides y antocianinas<sup>1-3</sup>. Algunos estudios previos han demostrado que *P. vulgaris* ejerce actividad biológica benéfica al estabilizar los niveles sanguíneos de glucosa y lípidos. Esto presuntamente se debe a que los compuestos polifenólicos facilitan la unión de la insulina a sus receptores, afectan la digestibilidad de los carbohidratos, por ejemplo al inhibir la amilasa, entre otros mecanismos<sup>3,4</sup>. No obstante, no existen suficientes estudios que demuestren la efectividad del tratamiento de dislipidemias con *P. vulgaris*. El objetivo del presente estudio fue determinar la actividad hipolipemiante del extracto acuoso de *P. vulgaris* en ratones hiperlipémicos tratados con Tritón X-100 para estimar su potencial farmacológico y biotecnológico.

**Metodología.** El extracto acuoso se realizó por maceración estática del polvo del tegumento de la semilla de *Phaseolus vulgaris*. Se caracterizó la calidad química del extracto obtenido mediante la cuantificación de los polifenoles totales (método de Folin Ciocalteu) y antocianinas totales (método colorimétrico) así como su actividad antioxidante por su capacidad reductora de iones férrico (FRAP, método de TPTZ). La actividad hipolipemiante del extracto acuoso de *Phaseolus vulgaris* en ratones machos se analizó usando el modelo de inducción de hiperlipidemia con Tritón X-100. Se extrajo la sangre a los ratones y se determinó el perfil lipídico (colesterol total, HDL, LDL y triglicéridos).

**Resultados.** Los datos obtenidos demostraron que el extracto acuoso contuvo una gran cantidad de polifenoles totales (415±15 mg EAG/ 100g de semilla), antocianinas totales (43±1 EMG/ 100 g de semilla) y una actividad antioxidante significativa (11.08±0.83 de Fe<sup>2+</sup>/ g de semilla). Asimismo, la administración del extracto acuoso a los ratones hiperlipidémicos mejoró su perfil lipídico, especialmente al reducir el valor sérico del colesterol total (144 mg/dL) y triglicéridos (147 mg/dL) e incrementar los valores de HDL (67 mg/dL) en el grupo que recibió una dosis de 300 mg de extracto/ kg de peso.



**Fig. 1.** A la izquierda, los valores de colesterol sérico de los grupos estudiados. A la derecha, los valores séricos de triglicéridos (n=6), letras diferentes en cada grupo indican diferencias significativas.

**Tabla 3.** Valores séricos de HDL y LDL e índice aterogénico de los diferentes grupos de estudio. Los resultados se presentan como  $X \pm DE$ , n=6, diferentes letras en la misma columna representan diferencias estadística ( $\square < 0.005$ ).

Grupo	HDL	LDL	Índice aterogénico
Testigo	49±7 <sup>acd</sup>	36±5 <sup>a</sup>	2.19±0.27 <sup>a</sup>
Control negativo	36±4 <sup>b</sup>	157±18 <sup>b</sup>	6.51±0.92 <sup>b</sup>
PV 1	40±3 <sup>a</sup>	107±8 <sup>c</sup>	4.58±0.38 <sup>c</sup>
PV 2	57±8 <sup>cd</sup>	84±10 <sup>d</sup>	3.08±0.38 <sup>d</sup>
PV 3	67±3 <sup>c</sup>	51±9 <sup>e</sup>	2.19±0.16 <sup>e</sup>
Control positivo	55±4 <sup>d</sup>	52±6 <sup>e</sup>	2.51±0.14 <sup>e</sup>

**Conclusiones.** Estos resultados demuestran que el extracto acuoso de *P. vulgaris* ejerce una actividad antioxidante *in vitro* y un efecto hipolipemiante en ratones.

### Bibliografía.

- Pari L. & Venkateswaran S. (2003). Effect of an aqueous extract of *Phaseolus vulgaris* on plasma insulin and hepatic key enzymes of glucose metabolism in experimental diabetes. *Pharmazie.*; 916-919.
- Fernández A, García Gasca GG, Yousef MA, & Gonzáles de Mejía LE. (2005). Characterization of polyphenolics in seed coat of Black Jamapa bean (*Phaseolus vulgaris*). *Agric. Food Chem.*; 2116-2122.
- Campos Vega R, Reynoso Camacho G, Pedraza Aboytes JA, Acosta Gallegos O, & Paredes Lopez O. (2009). Chemical composition and *in-vitro* polysaccharide fermentation of different beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.*; 59-65
- Choung BR, Choi YN, An Y, & Chu H. (2003). Anthocyanin profile of Korean cultivated kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *J. Agric Food Chem.*; 7040-7043.
- Clifford W, Beninger G, & Hosfiel L. (2003). Antioxidant activity of extracts condensed Tannin Fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. Seed coat color genotypes. *J. Agric Food Chem.*; 51 (27): 7879-7883



## BACTERIAS MARINAS CON CAPACIDAD ANTIMICROBIANA AISLADAS DE LA COSTA DE CAMPECHE.

Fany Moralez Jiménez<sup>1</sup>, Casandra Salazar Pérez<sup>1</sup>, Citlalli M Pacheco López<sup>1</sup>, Ruth López Alcántara<sup>1</sup>, José E. Ramírez Benítez<sup>2</sup>, Luis A. Núñez Oreza<sup>1</sup>.

1. Centro de Investigaciones Biomédicas, 2. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. San Francisco de Campeche, Campeche. CP: 24050.  
Correo electrónico: [al063539@uacam.mx](mailto:al063539@uacam.mx)

*Palabras clave: Bacterias marinas, antimicrobianos, S. aureus*

**Introducción.** Hoy en día es urgente la necesidad de encontrar antibióticos con nuevas estructuras químicas y modos de acción alternativos que hagan frente al problema de multiresistencia. Los microorganismos marinos son un campo de investigación para hacer frente a bacterias patógenas a humanos referentes. El objetivo del trabajo fue identificar y caracterizar aislados marinos con capacidad de actividad antimicrobiana.

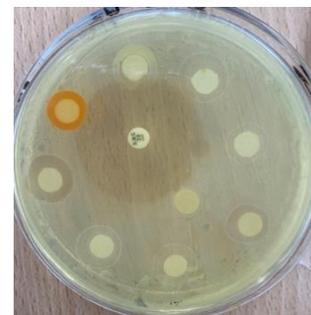
**Metodología.** Se obtuvieron muestras de agua y sedimento marino de “La Costa” en la Reserva de la Biosfera, Campeche, México. Las bacterias se aislaron y purificaron en medio sólido con agua de mar, peptona y extracto de levadura. Se realizó la caracterización morfológica e identificación de los aislados con actividad antimicrobiana. La actividad se evaluó por el método de Kirby-Bauer (1), usando como blanco las bacterias *E. coli* y *S. aureus* resistentes a antibióticos. Se obtuvo el ADN de 5 de los 6 aislados bacterianos utilizando el kit TRIzol® (Ambion) para su posterior secuenciación e identificación.

**Resultados.** La Tabla 1, presenta la caracterización morfológica de 6 aislados marinos (de un lote de 30 aislados purificados), donde se muestra que la mayoría son Gram (-) acorde a lo informado para bacterias de este ecosistema. La mayoría son cocos y colonias pigmentadas, y el aislado LG se caracterizó como actinomiceto.

**Tabla 1.** Características morfológicas generales de aislados marinos

Aislados bacterianos marinos	Pigmento del aislado	Tinción de Gram	Morfología
LG	Blanca	(+)	Bacilos
AL	Amarilla	(-)	Cocos
Z18	Naranja	(-)	Cocos
NT	Blanca	(-)	Cocos
CR	Blanca	(-)	Cocos
AM2	Amarilla	(-)	Bacilos cortos

Por otro lado, las bacterias crecieron en medio líquido durante 48h y se evaluó la capacidad de actividad antimicrobiana contra *E. coli* y *S. aureus* del sobrenadante y biomasa. Sin embargo, sólo la biomasa del aislado NT mostró actividad contra *S. aureus* (Figura 1) y ninguna fracción de los 6 aislados contra *E. coli*.



**Fig. 1.** Actividad antibacteriana de aislados marinos contra *S. aureus*.

Para estimar la pureza del ADN extraído se consideró una absorbancia de 260 nm y 280 nm. Una proporción de 1.8 es aceptada como ADN puro. Una segunda valoración de la pureza de ácidos nucleicos es la proporción 260/230, los valores aceptados se encuentran en el rango de 2.0 a 2.2. (2).

**Conclusiones.** En la investigación se ha podido encontrar un aislado con actividad antimicrobiana que fue la NT, así como otros aislados que presentan una actividad parcial como lo son: AL, Z18 y CR. Esto nos indica el potencial que tienen las bacterias marinas, y que aún queda mucho por descubrir acerca de estas. De acuerdo a los criterios de calidad, se considera que el DNA aislado de las bacterias marinas se encuentra íntegro y puro para su secuenciación.

### Bibliografía.

- Montero, M., Vayas, L., Avilés, D., Pazmiño, P., Erazo, V., (2018). Rev Inv Vet Perú. 29(4): 1543-1547. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15185>
- Cornejo, A., Serrato, A., Rendón, B., & Rocha, M., (2014). En: Extracción y purificación de ADN. Herramientas moleculares aplicadas en ecología: aspectos teóricos y prácticos. Cornejo, A., Serrato, A., Rendón, B., & Rocha, M. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. 1-17.



## ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIINFLAMATORIA DE METABOLITOS PRODUCIDOS POR CULTIVOS *in vitro* DE *Mammillaria candida* Y *Turbincarpus laui*

Adriana B. Castillejos-Pérez<sup>1</sup>, María del Socorro Santos-Díaz<sup>1</sup>, Erika García-Chávez<sup>2</sup>, María de Lourdes Santos-Díaz<sup>1</sup>.

Facultad de Ciencias Químicas, UASLP, San Luis Potosí, México 78210<sup>1</sup>. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, UASLP, San Luis Potosí, México 78377<sup>2</sup>. [Castillejos.ab@gmail.com](mailto:Castillejos.ab@gmail.com)

*Palabras clave:* Cactáceas, cultivo *in vitro*, metabolitos secundarios

**Introducción.** El estrés oxidativo y la inflamación son factores que participan en la progresión de las enfermedades crónico no transmisibles (1). Las cactáceas, como *Mammillaria candida* y *Turbincarpus laui*, son fuente de metabolitos secundarios (flavonoides y ácidos fenólicos) con capacidad antioxidante y antiinflamatoria (2). Sin embargo, su lento crecimiento y la reducción de las poblaciones naturales, limitan su aprovechamiento. El cultivo de tejidos vegetales es una alternativa para obtener metabolitos secundarios de cactáceas en condiciones controladas y sin afectar su hábitat (3).

El objetivo del proyecto fue evaluar la actividad antioxidante y antiinflamatoria *in vitro* de los extractos de callos y suspensiones celulares de *M. candida* y *T. laui* control y de cultivos sometidos a estrés con quitosano y radiación UV.

**Metodología.** Se propagaron y establecieron los callos friables y suspensiones de *M. candida* y *T. laui*. Los callos se irradiaron (4 y 8 h) y las suspensiones se expusieron a quitosano (1.25 mg/mL) para inducir mayor producción de metabolitos (4). Se realizó la extracción de los metabolitos por maceración con etanol al 60%. Se evaluó el efecto antioxidante, mediante el método de FRAP y la actividad antiinflamatoria en células polimorfonucleares (PMN) de bazo de rata *Wistar* expuestas con LPS mediante la cuantificación de TNF $\alpha$  por ELISA.

**Resultados.** La actividad antioxidante (AO) de los callos irradiados de *T. laui* (TU) no fue diferente a la observada en los callos sin irradiar (TC). Sin embargo, la AO incrementó tres veces en los extractos de callos de *M. candida* control (MC) e irradiados (MU) y entre 7 y 9 veces en los extractos de suspensiones control (MS) o expuestas a quitosano (MQ) en comparación con los resultados obtenidos con *T. laui*. La AO de MQ fue 1.23 veces mayor que la de la vitamina (VE) pero 1.8 veces menor que la del ácido gálico (AG) (Cuadro 1).

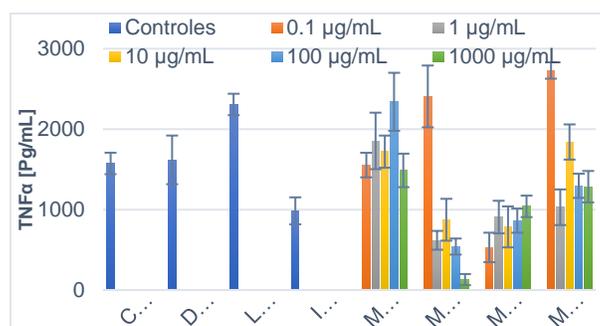
El ensayo de inflamación *in vitro* mostró que los extractos de *M. candida* tienen importante actividad antiinflamatoria. La disminución en la concentración de TNF $\alpha$ , en presencia de los extractos de MS y MQ en concentraciones de 1, 10, 100 y 1000  $\mu$ g/mL fue similar a la observada con la indometacina. El mayor efecto antiinflamatorio se observó con los extractos de MU, inhibiéndose prácticamente la

formación de TNF $\alpha$  a la concentración de 1000  $\mu$ g/mL. Por otro lado, MQ y MU a 0.1  $\mu$ g/mL estimularon la producción de TNF $\alpha$  aproximadamente un 14% en relación a la respuesta obtenida con LPS.

**Cuadro 1.** Actividad antioxidante FRAP de extractos de callos y suspensiones controles y estresados de *M. candida* y *T. laui*.

Muestra	[ $\mu$ mol/mL] ET	Muestra	[ $\mu$ mol/mL] ET
AG	0.178 $\pm$ 0.031 <sup>a</sup>	MC	0.038 $\pm$ 0.004 <sup>d</sup>
VE	0.080 $\pm$ 0.006 <sup>c</sup>	MU	0.036 $\pm$ 0.001 <sup>d</sup>
TC	0.010 $\pm$ 0.001 <sup>e</sup>	MS	0.098 $\pm$ 0.004 <sup>b</sup>
TU	0.008 $\pm$ 0.002 <sup>e</sup>	MQ	0.073 $\pm$ 0.003 <sup>c</sup>

Los valores representan el promedio  $\pm$  DE (Test Tukey p >0.05)



**Fig. 1.** Efecto antiinflamatorio de extractos de callos y suspensiones de *M. candida* en células de bazo de rata estimuladas con LPS (1  $\mu$ g/mL, 12h)

**Conclusiones.** Los extractos de los cultivos de *M. candida* y *T. laui* poseen actividad antioxidante. Los extractos de suspensiones MS y MQ y de callos irradiados de *M. candida* presentaron importante actividad y antiinflamatoria en células PMN de bazo de rata.

**Agradecimientos.** Al CONACYT por la beca de maestría otorgada a ABCP (1078267) y al MCA Juan Francisco López Rodríguez por su apoyo técnico.

### Bibliografía.

- Nediani C, Giovannelli L (2020). *Antioxidants*. 9 (4): 3-6.
- Santos-Díaz MS, Camarena-Rangel NG (2019). *Applied Microbiology and Biotechnology*. 103 (1): 8657-8667.
- Espinosa-Leal CA, Puente-Garza CA, García-Lara S (2018). *Planta*. 248 (1): 1-18.
- Reyes-Martínez A, Atunes-Ricardo M, Gutiérrez-Urbe J, Santos-Díaz MS (2019). *Applied Microbiology and Biotechnology*. 103 (6): 2583-2595.



## EVALUACIÓN DE CITOTOXICIDAD DE NANOPARTÍCULAS DE SiO<sub>2</sub> EN ERITROCITOS HUMANOS

<sup>1</sup>Angel Netzahual-Lopantzi, <sup>1</sup>Libertad Juárez-Santacruz, <sup>2</sup>Lorena Hernández-Coyotzi, <sup>1</sup>Edelmira García-Nieto E.

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Genética y Ambiente (CIGyA), Universidad Autónoma de Tlaxcala. Autopista San Martín-Tlaxcala Km 10.5, Ixtacuixtla, 90120, Tlaxcala, México.

<sup>2</sup>Química Clínica, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Av. Universidad Núm. 1 Col. La Loma Xicohténcatl C.P. 90070, Tlaxcala, México.

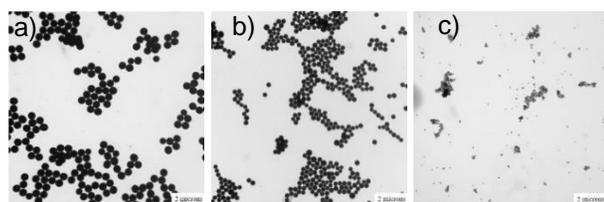
[lopantzi@hotmail.com](mailto:lopantzi@hotmail.com)

*Palabras clave: eritrocitos, hemólisis, nanopartículas de SiO<sub>2</sub>.*

**Introducción.** Las nanopartículas de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) se han empleado en diversas áreas, entre ellas el área biomédica [1]. Las inyecciones intravenosas figuran como la forma más común de administrar nanopartículas con fines terapéuticos y de diagnóstico en humanos. Antes de implementar las aplicaciones de nanomateriales en el área clínica, es necesario estudiar los efectos tóxicos a nivel celular y/o molecular. El objetivo de este trabajo es evaluar la citotoxicidad de tres tamaños de nanopartículas de SiO<sub>2</sub> en eritrocitos humanos.

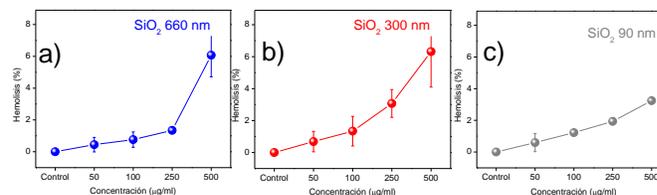
**Metodología.** Los diferentes tamaños de estructuras de SiO<sub>2</sub> se prepararon utilizando el método Stöber, 1968 [2], variando la concentración de amoníaco. Sangre fresca fue tomada de un autodonante sano y no fumador para aislar glóbulos rojos. Los ensayos de exposición de nanopartículas y eritrocitos se llevaron a cabo siguiendo el método de Khalil et al., 2020 [3]. Se utilizó técnicas microscópicas y espectroscópicas para caracterizar las nanoestructuras y estimar el daño tóxico.

**Resultados.** Las muestras de SiO<sub>2</sub> coloidal se caracterizaron mediante microscopía TEM. La Figura 1 (a, b y c) muestra las micrografías obtenidas de las muestras preparadas. En todas las micrografías se ven claramente estructuras esféricas bien definidas. El tamaño de las estructuras disminuyó a medida que la concentración de amoníaco era menor, obteniendo un diámetro de 660, 300 y 90 nm utilizando 2.46, 1.6 y 0.49 mol·L<sup>-1</sup> de amoníaco, respectivamente.



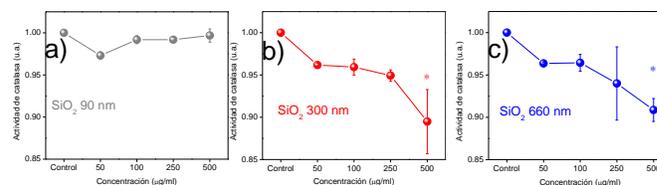
**Fig. 1.** Nanoesferas de SiO<sub>2</sub> sintetizadas por el método Stöber, usando a) 2.46, b) 1.46 y c) 0.49 mol·L<sup>-1</sup> de amoníaco.

Eritrocitos fueron expuestos in vitro a diferentes concentraciones desde 50 a 500 µg·mL<sup>-1</sup> de nanopartículas de dióxido de silicio. En la figura 2 (a, b y c) se muestra el porcentaje de hemólisis, claramente es posible observar un incremento de lisis a medida que incrementó la concentración de nanoestructuras de SiO<sub>2</sub>.



**Fig. 2.** Respuesta hemolítica de eritrocitos expuestos a nanoesferas de SiO<sub>2</sub> de a) 600, b) 300 y c) 90nm.

Se midió la actividad de catalasa. En la figura 3 (a, b y c) se muestra un comportamiento de disminución en la actividad de la enzima con el incremento de concentración de nanopartículas de SiO<sub>2</sub>. Con estos resultados, se sugiere que el mecanismo principal de toxicidad de nanopartículas es estrés oxidativo.



**Fig. 3.** Actividad de Catalasa en eritrocitos expuestos a nanoesferas de SiO<sub>2</sub> de a) 600, b) 300 y c) 90nm.

**Conclusiones.** Se sintetizaron tres tamaños de nanopartículas de SiO<sub>2</sub>. Un aumento en hemólisis fue registrado a medida que incrementó la concentración de SiO<sub>2</sub>. Efecto observado en los tres tamaños utilizados. El estrés oxidativo puede ser el mecanismo principal de toxicidad de nanoestructuras de SiO<sub>2</sub>.

**Agradecimiento.** Este trabajo fue financiado por CONACyT y el Laboratorio de Toxicología y Química Ambiental del CIGyA-UATx.

### Bibliografía.

- He Q, Zhang Z, Gao F, Li Y, Shi J. (2010) In vivo biodistribution and urinary excretion of mesoporous silica nanoparticles: Effects of particle size and PEGylation. *Nano Micro Small*. 2: 271-280.
- Stöber W, and Fink A. (1968) Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range. *Journal of colloid and interface science* 26, 62-69.
- Khalil AT, Ovais M, Ullah I, Ali M, Jan SA, Shinwari ZK, Maaza M. (2020) Bioinspired synthesis of pure massicot phase lead oxide nanoparticles and assessment of their biocompatibility, cytotoxicity and in-vitro biological properties. *A. J. C.* 13: 916-933.



## IMPLICACIÓN DEL RECEPTOR CANNABINOIDE TIPO 2 (CB2R) EN LA DEPRESIÓN ASOCIADA AL DOLOR NEUROPÁTICO EN RATONES CON DIABETES EXPERIMENTAL

Dalia Samanta Aguilar Ávila<sup>1</sup>, Mario Eduardo Flores Soto<sup>2</sup>, Rocío Ivette López Roa<sup>1</sup>, Alma Hortensia Martínez Preciado<sup>3</sup>, Juan Manuel Viveros Paredes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo Farmacéutico, CUCEI - UDG. <sup>2</sup>Laboratorio de Neurociencias, CIBO - IMSS; <sup>3</sup>Laboratorio de Ingeniería y Biotecnología de los Alimentos, CUCEI - UDG. Guadalajara, Jalisco. C. P. 44430. e-mail: qfbaguilar@gmail.com

Palabras clave:  $\beta$  - cariofileno, hiperglucemia, nocicepción.

**Introducción.** El dolor neuropático (DN) se origina como consecuencia de una lesión que afecta al sistema somatosensorial. Las hiperglucemias crónicas promueven la liberación de moléculas que dañan las terminales nerviosas como la sustancia P y las citocinas proinflamatorias (1). Personas con DN pueden mostrar cambios en el estado de ánimo, desarrollar estados de ansiedad y de depresión disminuyendo significativamente su calidad de vida. El receptor cannabinoide tipo 2 (CB2R), se caracteriza por tener efectos antiinflamatorios, analgésicos, ansiolíticos y antidepressivos. El  $\beta$ -cariofileno (BCP), es un sesquiterpeno natural agonista al CB2R presente en el aceite esencial de algunas especies (2). El objetivo de este trabajo fue evaluar el posible efecto polifarmacológico del BCP en ratones de la cepa BALB/c con DN y comportamiento de tipo depresivo y ansiogénico.

**Metodología.** Se trabajó con cinco grupos de ratones (n=15) (Basal, VC = control vehículo, BCP =  $\beta$ -cariofileno, STZ = esteptozotocina, STZ + BCP). Diabetes experimental: STZ vía i. p. (40 y 120 mg/kg). Evaluación del metabolismo de la glucosa: curva de tolerancia a la glucosa (OGTT). Pruebas de nocicepción: filamentos de von Frey y SMALGO® (3). Pruebas de ansiedad y depresión: canicas y nado forzado. Los datos fueron analizados mediante el software GraphPad Prism® 6.

### Resultados.

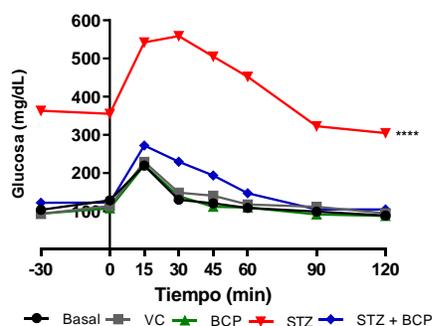


Fig. 1. Curva de tolerancia a la glucosa (OGTT) (n=15).

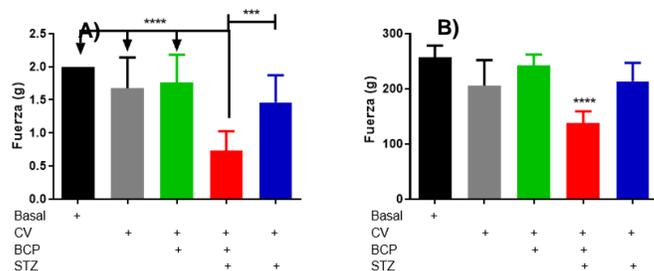


Fig. 2. Pruebas de nocicepción. A) Filamentos de von Frey; B) SMALGO®

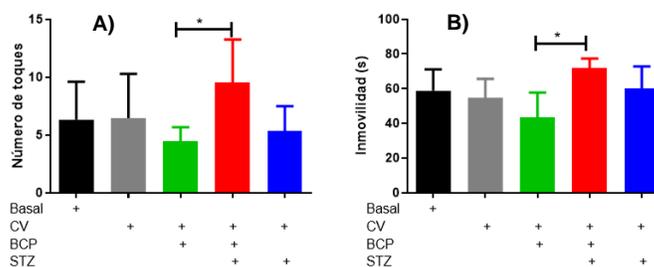


Fig. 3. Pruebas de ansiedad y depresión. A) Prueba de canicas; B) Prueba de nado forzado.

La Figura 1 muestra la OGTT de los cinco grupos evaluados, observándose una diferencia significativa entre el grupo STZ y los demás grupos. La Figura 2 muestra que el grupo STZ presentó una mayor percepción del dolor, revirtiéndose dicho efecto con la administración de BCP. El grupo STZ mostró un estado ansiogénico y depresivo, observándose una disminución con la administración de BCP.

**Conclusiones.** La administración crónica de BCP promueve la regulación del DN y el desarrollo de ansiedad y depresión.

**Agradecimiento.** CONACYT y Universidad de Guadalajara.

### Bibliografía.

- Vidal, M. A., Torres, L. M. (2002). *Rev Soc Esp Dolor*, 9(1):16-28.
- Paula-Freire, L. I., Andersen, M. L., Gama, V. S., Molska, G. R., Carlini, E. L. (2014). *Phytomedicine: Int J Phytotherapy and Phytopharmacol*, 21(3):356-362.
- Mohammadi, S., & Christie, M. J. (2014). *Mol Pain*, 10(64):1-9.



## PARASPORINA AX-2 DE *Bacillus thuringiensis* AISLADA DE LA REGIÓN DEL PAPALOAPAN INDUCE APOPTOSIS TARDÍA EN LÍNEAS DE CÁNCER DE MAMA.

Alain Cruz-Nolasco<sup>1</sup>, Miguel Peña-Rico<sup>2</sup>, Michele Rorato Sagrillo<sup>3</sup>, Roberto C. V. Santos<sup>4</sup>, Luz Camacho<sup>5</sup> y Ana Karin Navarro-Mtz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> División de Estudios de Posgrado, Universidad del Papaloapan, Tuxtepec, Oaxaca 68301; <sup>2</sup> Instituto de Biotecnología, Universidad del Papaloapan, Tuxtepec, Oaxaca 68301; <sup>3</sup> Graduate Program in Nanoscience, Franciscan University, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil 97010-032; <sup>4</sup> Oral Microbiology Laboratory, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil 97065-060; <sup>5</sup> Laboratorio de Nutrición Experimental, Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México 04530. . [anavarro@unpa.edu.mx](mailto:anavarro@unpa.edu.mx)

*Parasporina, cáncer de mama, apoptosis.*

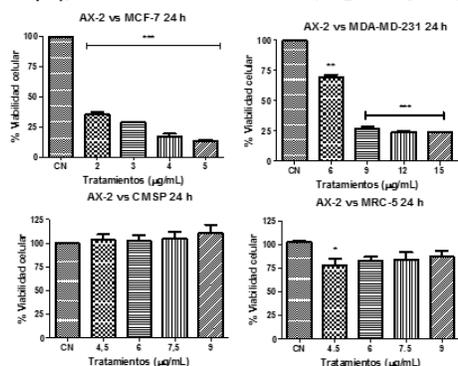
**Introducción.** Las parasporinas (PSs) son proteínas producidas por *Bacillus thuringiensis* con actividad citotóxica preferencialmente contra células cancerosas (1). Los mecanismos de acción y el tipo de muerte asociado a las PSs difieren entre ellas, así como el espectro citotóxico y el nivel de actividad citotóxica (2). Debido a esto, las parasporinas han adquirido gran importancia en el área de la biomedicina como potencial tratamiento contra el cáncer.

Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad de la proteína AX-2 producida por la cepa AX de *B. thuringiensis*, aislada del suelo de la región del Papaloapan en Oaxaca, contra líneas celulares de cáncer de mama y células no cancerosas. Así como identificar el tipo de muerte asociado a su actividad citotóxica.

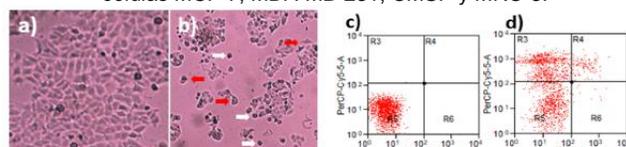
**Metodología.** La producción y purificación de la proteína AX-2 de  $\approx 50$  kDa de la cepa AX de *B. thuringiensis* se realizó en caldo nutritivo. Al final del cultivo se recuperaron las proteínas insolubles y se solubilizaron según el método de Laemmli para realizar una electroforesis en geles desnaturalizantes de poliacrilamida con dodecil sulfato de sodio (SDS-PAGE) al 10%. Del perfil de corrimiento se seleccionó la banda de  $\approx 50$  kDa y se purificó la proteína por medio de una electroelución. La actividad antiproliferativa fue evaluada mediante el ensayo de viabilidad celular MTT (3). Los bioensayos se realizaron contra las líneas celulares de cáncer de mama MCF-7 y MDA-MB-231; así como en células de origen no canceroso como células mononucleares de sangre periférica (CMSP) y fibroblastos MRC-5. Además, se determinaron los cambios en la morfología celular mediante microscopía óptica. Finalmente, se utilizó el método de anexina V-IP para determinar el tipo de muerte celular por citometría de flujo.

**Resultados.** La proteína AX-2 presentó actividad antiproliferativa con una  $DL_{50}$  de  $< 2$  para MCF-7 y  $< 9$   $\mu\text{g}/\text{mL}$  para MDA-MB-231, ambas de cáncer de mama. En las células no cancerosas CMSP y MRC-5, AX-2 no causó efectos negativos significativos a las dosis evaluadas (Fig. 1). Se detectaron cambios morfológicos causados por la parasporina AX-2 típicos de la apoptosis, es decir, lesiones en la superficie de la membrana plasmática, formación de masas oscuras redondas y compactación de la cromatina nuclear (Fig.

2a y 2b). Dichos resultados se correlacionaron con los obtenidos por el método de anexina V-IP, los cuales demuestran apoptosis en fase tardía (Fig. 2c y 2d).



**Fig. 1.** Ensayo de MTT con 24 h de incubación de la proteína AX-2 contra células MCF-7, MDA-MB-231, CMSP y MRC-5.



**Fig. 2.** Morfología y tipo de muerte de la línea MCF-7 con 24 h de tratamiento con AX-2. a) Morfología típica. b) Morfología con tratamiento; las flechas blancas indican cuerpos apoptóticos, las rojas indican una morfología irregular atípica. Citometría de flujo con anexina V-IP. Control negativo (c); Tratamiento (d). R3: necrosis; R4: apoptosis tardía, R5: células viables, R6: apoptosis temprana.

**Conclusiones.** La proteína AX-2 ( $\approx 50$  kDa) de la cepa AX de *B. thuringiensis* presenta actividad citotóxica selectiva contra las células de cáncer de mama MCF-7 y MDA-MB-231. Esta actividad está asociada con la inducción de apoptosis tardía en las células MCF-7, comportamiento similar a lo descrito por Borin *et al.*, (4). Estos hallazgos colocan al parasporina AX-2 como una promisoriosa diana terapéutica contra el cáncer de mama.

**Agradecimientos.** Al proyecto CB 2015–258587. Al Dr. Lucas Silva de Baco por su colaboración y acceso al laboratorio de Oncología. Así mismo a los laboratorios de Cultivo Celular y Nanociencias de la Universidad Franciscana y al laboratorio de Microbiología Oral de la Universidad Federal en Santa María, Río Grande del Sur, Brasil.

### Bibliografía.

- Mizuki, E., Ohba, T. & Park, Y. (1999). *J Appl Microbiol* 86:477-486.
- Ohba, M., Mizuki, E. & Uemori, A. (2009). *Anticancer Res* 29:427-434.
- Mosmann, T. (1983). *J Immunol Met* 65:55-63.
- Borin, D., Castrejón, K., Cruz, A., Peña, M., Sagrillo, M., Santos, R., Baco, L., Pérez, L., Camacho, L. & Navarro, A. (2021) *Toxins* 13:476



## Área 05

# Tecnología de alimentos





## Área 05 – Tecnología de Alimentos

## Memorias

### Contenido

<p><b>Potencial nutricional y funcional de <i>Pachira aquatica</i>.</b>          José Carlos Olivera-Palacios, Mario Alberto Morales-Ovando, Juan Guzmán-Ceferino, Leticia Xóchitl López-Martínez, Ramiro Baeza-Jiménez</p>	72
<p><b>Evaluación de los análisis fisicoquímicos de un producto de alto valor agregado a base de pulpo maya (<i>Octopus maya</i>) estilo pibil de yucatán en un periodo corto de vida de anaquel</b>          Gabriela Guevara Serrano, Manuel Octavio Ramírez Sucre, Élide Gastélum Martínez</p>	73
<p><b>Evaluación fisicoquímica de un producto a base de pulpo maya (<i>Octopus maya</i>) estilo relleno negro de yucatán durante 5 semanas de almacenamiento</b>          Elena Olivares Morales, Manuel Octavio Ramírez Sucre, Élide Gastélum Martínez</p>	74
<p><b>Potencial funcional de frutas y plantas de la cocina tradicional yucateca</b>          Mónica Anahí Guillen-Poot (<a href="mailto:moniquillen7@gmail.com">moniquillen7@gmail.com</a>), Lia Sarahi Valencia-Chan, Rosa Esther Moo-Puc, Pascal Richomme-Peniguel, H.P. Vasantha Rupasingue, Luis Manuel Peña-Rodríguez</p>	75
<p><b>Estudio comparativo sobre la calidad nutricional y funcional de frutos de zarzamora (<i>Rubus spp.</i>) domesticada y silvestre</b>          Aimme del Carmen Romero Domínguez, Emma Gloria Ramos Ramírez, María del Pilar Méndez Castrejón, Juan Alfredo Salazar Montoya.</p>	76
<p><b>Determinación de proteínas de polen en muestras de miel por electroforesis</b>          María del Rosario Acosta Och, Eliana Noguera Savelli; Itzel López Rosas</p>	77
<p><b>Efecto del grupo genético sobre las características fisicoquímicas de la carne en corderos de pelo</b>          Graciela Yah-Balam Raciél Estrada-León; Víctor Moo-Huchin, Yasser Chim-Chi, Alejandro Ortiz-Fernández</p>	78
<p><b>Aprovechamiento de la calabaza chihua (<i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber) en el sur del estado de campeche</b>          Adriana Lucrecia González Sánchez, Maximiliano Vanoye Eligio, Martha Paola Novelo Pat, Yuder Gaspar Patrón Hernández</p>	79



## POTENCIAL NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE *Pachira aquatica*

José Carlos Olivera-Palacios<sup>a</sup>, Mario Alberto Morales-Ovando<sup>b</sup>, Juan Guzmán-Ceferino<sup>c</sup>, Leticia Xóchitl López-Martínez<sup>d</sup>, Ramiro Baeza-Jiménez<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Laboratorio de Biotecnología y Bioingeniería. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. CP. 33089. Delicias, Chihuahua, México. <sup>b</sup>Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Sede Acapetahua. CP. 30580. Acapetahua, Chiapas, México. <sup>c</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. CP. 86298. Teapa, Tabasco, México. <sup>d</sup>CONACyT- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. CP. 83304. Hermosillo, Sonora, México.

\*E-mail: ramiro.baeza@ciad.mx

*Palabras clave:* zapote de agua, compuestos bioactivos, alimentos funcionales.

**Introducción.** La búsqueda de alimentos novedosos y alternativos implica la revalorización de especies vegetales subutilizadas. Bajo esa perspectiva, *Pachira aquatica* (zapote de agua) se ha reportado como una fuente potencial de compuestos bioactivos<sup>(1)</sup>. El objetivo de este trabajo era evaluar el potencial nutricional y funcional de *P. aquatica*.

**Metodología.** Se recolectaron 34 frutas de *P. aquatica* en 3 diferentes estados de madurez (verde, sazón y madura) para analizar diferentes fracciones de las mismas (pulpa, cáscara, semilla y cáscara de semilla). Dichas fracciones se deshidrataron (50°C, 24 h) y a continuación se molieron y almacenaron (4°C) hasta su uso.

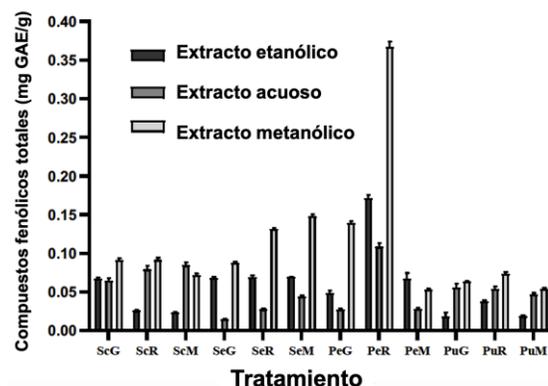
Las harinas obtenidas se distribuyeron en 3 grupos diferentes. El grupo 1 se destinó para evaluar el potencial nutricional de acuerdo con los métodos oficiales de la AOAC. El grupo 2 se utilizó para determinar el potencial funcional en términos de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante<sup>(2)</sup>. El grupo 3 se caracterizó de acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas<sup>(3)</sup>.

**Resultados.** El efecto de los diferentes estados de madurez se hizo evidente en el contenido nutricional de las diferentes fracciones de *P. aquatica*.

El contenido más alto de proteína (14.53%) se cuantificó para la semilla verde, mientras que el de fibra (34.5%) se determinó en pulpa madura. Es importante mencionar que este contenido de fibra tiene una potencial aplicación en la preparación de alimentos funcionales. Con respecto al contenido de lípidos, esta variedad de *P. aquatica* es de baja concentración, dado que la mayor concentración se alcanzó en la semilla madura y era de 10.36%.

En cuanto a las propiedades funcionales, la concentración más alta de compuestos fenólicos totales (0.37 mg GAE/g) se obtuvo para los extractos metanólicos de la cáscara de fruta sazón (Figura 1). Cabe destacar que el metanol resultó ser el mejor solvente de extracción de compuestos fenólicos con la única excepción del extracto acuoso de cáscara de semilla madura (Figura 1).

Esto evidencia los efectos de la polaridad de los solventes de extracción, los estados de madurez de la fruta, así como las diferentes fracciones analizadas.



**Fig. 1.** Contenido de compuestos fenólicos totales de diferentes fracciones de *P. aquatica*. ScG: cáscara de semilla verde; ScR: cáscara de semilla sazón; ScM: cáscara de semilla madura; SeG: semilla verde; SeR: semilla sazón; SeM: semilla madura; PeG: cáscara verde; PeR: cáscara sazón; PeM: cáscara madura; PuG: pulpa verde; PuR: pulpa sazón; PuM: pulpa madura.

Finalmente, para las propiedades fisicoquímicas se midieron para harinas de semilla y pulpa maduras, las capacidades de hinchamiento, retención y absorción de agua, y retención de aceite. Es importante destacar que nuevamente la composición química de la fracción en cuestión impacta en el desempeño textural de las harinas.

**Conclusiones.** La harina de pulpa madura presentó las mejores propiedades nutricionales, funcionales y fisicoquímicas, convirtiéndola en un potencial ingrediente bioactivo para la elaboración de nuevos y novedosos alimentos funcionales.

### Bibliografía.

- Pereira-Rodrigues A., Pastore G.M. (2021). *J Food Compost Anal.* 99: 103878
- López-Martínez L.X., Aguirre-Delgado A., Saenz-Hidalgo H.K., Buenrostro-Figueroa J.J., García H.S., Baeza-Jiménez R. (2022). *Food Chem: Molecular Sciences.* 4: 100076
- García-Salcedo A.J., Torres-Vargas O.L., Ariza-Calderón H. (2018). *Acta Agron.* 67 (2): 215-222



## EVALUACIÓN DE LOS ANÁLISIS FISIQUÍMICOS DE UN PRODUCTO DE ALTO VALOR AGREGADO A BASE DE PULPO MAYA (*Octopus maya*) ESTILO PIBIL DE YUCATÁN EN UN PERIODO CORTO DE VIDA DE ANAQUEL

Gabriela Guevara Serrano, Manuel Octavio Ramírez Sucre, Élica Gastélum Martínez.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Sede Sureste. Carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto. PCTYUC. CP 97302. Mérida, Yucatán, México.

[oramirez@ciatej.mx](mailto:oramirez@ciatej.mx); [egastelum@ciatej.mx](mailto:egastelum@ciatej.mx)

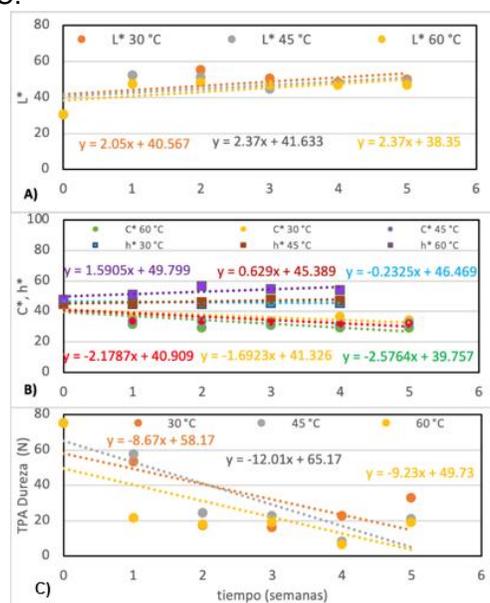
*Palabras clave:* *Octopus maya*, Dureza, Colorimetría.

**Introducción.** El pulpo maya (*Octopus maya*) es una especie endémica de alto valor comercial en la península de Yucatán del que dependen 15 mil familias (1). Tan solo en el año 2019 tuvo una producción pesquera de 25,070 ton (peso vivo) de pulpo en la entidad (2). En el país se da un gran valor a los sabores típicos de la gastronomía yucateca como es el caso del platillo de cochinita pibil. El objetivo del proyecto tiene la finalidad del desarrollo de un producto de pulpo maya estilo pibil de Yucatán, evaluando los cambios fisicoquímicos de color y dureza durante un periodo de vida de anaquel de 5 semanas a las muestras con el fin de darle alto valor agregado.

**Metodología.** La metodología consistió en el lavado, eviscerado y selección de los brazos de pulpo maya, se realizó una precocción por inmersión en agua a 100 °C por 15 minutos y se procedió a la formulación de la salsa pibil receta yucateca con elaboración propia, se realizó un sofrito a los brazos del pulpo con la misma salsa en aceite. Se empacaron 100 g de brazos de pulpo con 12.5 mL en bolsas *pouch* selladas sin vacío en una empacadora MULTIVAC-C200 y esterilizadas a temperatura de 125 °C por 12 min. En los análisis fisicoquímicos con prueba de dureza (N) por compresión se utilizó el texturómetro SHIMADZU EZ-SX con una sonda de compresión ( $\varnothing = 20\text{mm}$ ) mediante dos ciclos de compresión con un 50 % de deformación a un desplazamiento de 10 mm/s con un tiempo de recuperación de 10 s entre cada ciclo. Se realizó un análisis de colorimetría (colorímetro Hunter Lab MINICAN-Z) para la adquisición de los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y el cálculo de  $C^*$  ( $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ) y  $h^*$  ( $h^* = \arctan(b^*/a^*)$ ). Durante 5 semanas se realizaron análisis de color y textura por duplicado a muestras almacenadas a temperaturas de (30, 45 y 60 °C). Finalmente, los datos experimentales resultantes se modelaron con una ecuación lineal ( $y = mx + b$ ) para conocer el mejor ajuste.

**Resultados.** En la figura 1A se observa que conforme transcurren las semanas  $L^*$  (luminosidad) aumenta por lo que es más claro, con una línea de tendencia de  $R^2 < 0.7$ . En la figura 1B, el  $C^*$  (saturación) disminuye a colores más opacos, con una línea de tendencia sin reajuste con una  $R^2 < 0.7$  y en  $h^*$  a la temperatura de 45 °C el reajuste de regresión lineal es de  $R^2 = 0.83$ . En la figura 1C de textura,

conforme aumentan las semanas la dureza disminuye, lo que podría asociarse a la desnaturalización de proteínas y pérdida, por lo que la fuerza de deformación será menor, con un reajuste en la línea de tendencia de  $R^2 = 0.76$  en la T: 45 °C.



**Figura 1.** A) Análisis de color (parámetro de  $L^*$ ); B) color (parámetros de  $h^*$ ,  $C^*$ ); C) TPA dureza (N).

**Conclusiones.** El estudio mostró que el periodo de tiempo de almacenamiento a ( $T = 30$  °C, 45 °C, 60 °C) influye en los valores de textura de las muestras, las cuales presentaron menor dureza debido a la desnaturalización de proteínas. En los resultados de la figura 1A y 1B se muestra cómo influye el periodo de almacenamiento en el cambio de color con  $L^*$ ,  $C^*$  y  $h^*$ . Se recomienda dar seguimiento al tiempo de almacenamiento y evaluar cambios en otros parámetros fisicoquímicos.

**Agradecimiento.** Al CIATEJ, al Laboratorio de Alimentos de la Sede Sureste. Al proyecto Pulpomaya 6559.

### Bibliografía.

- INAPESCA (2018, abril 18). Pulpo en Yucatán. <https://www.gob.mx/inapesca/articulos/pulpo-en-yucatan?idiom=es>.
- CONAPESCA (2019). Anuario estadístico de acuicultura y pesca del 2019. In *Anuario de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca*. Edición 2019 99-100.



## EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE UN PRODUCTO A BASE DE PULPO MAYA (*Octopus maya*) ESTILO RELLENO NEGRO DE YUCATÁN DURANTE 5 SEMANAS DE ALMACENAMIENTO.

Elena Olivares Morales, Manuel Octavio Ramírez Sucre, Érida Gastélum Martínez.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, AC. Subsele Sureste, Mérida, Yucatán, 97302. oramirez@ciatej.mx; egastelum@ciatej.mx.

*Palabras clave:* *Octopus maya*, *textura*, *TPA*.

**Introducción.** *Octopus maya* es un cefalópodo que se puede encontrar de 0 a 12 m de profundidad en los mares de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, para el estado de Yucatán representa un recurso muy valioso económicamente ya que de su producción dependen 15 mil familias de esta región (1). En el país se da gran valor a los sabores típicos de la gastronomía yucateca como la cochinita pibil, el relleno blanco o relleno negro. Por otro lado, los productos *Ready to eat* tienen gran aceptación debido a su fácil manejo, además no existen platillos regionales con pulpo *O. maya* por lo que se observa gran potencial de compraventa.

Se tiene como objetivo el desarrollo de un producto de alto valor agregado a base de pulpo maya (*Octopus maya*) estilo relleno negro de Yucatán, evaluando su calidad mediante análisis fisicoquímicos: humedad, acidez titulable y análisis de perfil de textura (TPA).

**Metodología.** Se hizo un lavado, eviscerado y selección de los brazos de pulpo maya, se realizó una precocción por ebullición a 100 °C por 15 min y se procedió a la formulación de la salsa de relleno negro resultante de la revisión de recetas tradicionales conocidas en Yucatán. Se integraron los brazos de pulpo maya en la salsa formulada y se empacaron 100 g de pulpo con 25 mL de salsa de relleno negro en bolsas pouch selladas sin vacío en una empacadora MULTIVAC-C200 y se esterilizaron a 130 °C por 15 min. Se analizaron los cambios en la dureza con un texturómetro SHIMADZU EZ-SX mediante el análisis de perfil de textura (sonda de compresión de 20 mm, 2 ciclos de compresión, 50 % de deformación, desplazamiento de 10 mm/s y tiempo de espera de 10 s entre cada ciclo) durante 5 semanas. Las muestras fueron almacenadas a diferentes temperaturas (30, 45 y 60 °C). La humedad se evaluó en termobalanza MB90 OHAUS. La acidez titulable se evaluó por el método volumétrico de acuerdo con la metodología 942.15 de AOAC expresando los resultados en % de ácido láctico (2). Finalmente se realizó una regresión lineal ( $y = mx + b$ ) para observar el mejor ajuste de los datos experimentales.

**Resultados.** Se observó que las muestras incubadas a 60 °C presentan una disminución en los parámetros de humedad durante el tiempo almacenado (Fig. 1). A 60 y 30 °C de incubación los resultados en el análisis de textura presentaron una disminución en la dureza conforme al tiempo de almacenamiento. En cambio, las muestras incubadas a 45 °C mostraron un aumento en la dureza a partir de la tercera semana de incubación, que puede deberse a la pérdida de humedad del producto durante el tiempo almacenado. Otra explicación en la variación de la dureza es la homogeneidad de las muestras, el tamaño y grosor de las muestras conforme

a las semanas pueden ser diferente a la de muestras anteriores. Los resultados de acidez titulable muestran un incremento en el % de acidez conforme al tiempo de almacenamiento en las 3 temperaturas de incubación (Fig. 2). Los aumentos de acidez pueden ser resultantes de la producción metabólica de ácido láctico a partir de fuentes de carbono. También se analizaron los ajustes en las líneas de tendencias de todos los análisis, deduciendo que las muestras de 60 °C analizadas en humedad presentaron un buen ajuste a la modelización lineal ( $R^2 > 0.7$ ) (Fig. 1). Los demás análisis modelizados presentaron un menor coeficiente de correlación ( $R^2 < 0.7$ ).

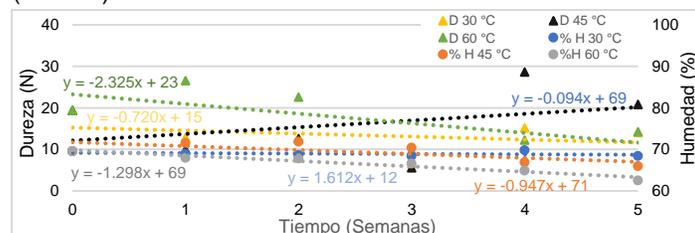


Fig. 1. Dureza y contenido de humedad de pulpo en relleno negro.

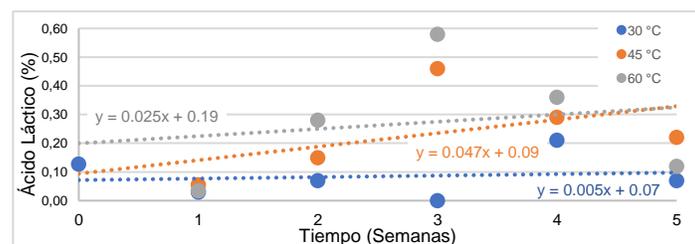


Fig. 2. Porcentaje de ácido láctico de pulpo en relleno negro durante 5 semanas de almacenamiento.

**Conclusiones.** Las pruebas fisicoquímicas analizadas en brazos de pulpo maya mostraron que el periodo de almacenamiento incubados en diferentes temperaturas (30, 45 y 60 °C) influyó en los valores de las muestras conforme al tiempo. Como sugerencia, se recomienda seguir con el tiempo de almacenamiento y evaluar otros parámetros fisicoquímicos para observar los cambios que se pueden presentar.

**Agradecimiento.** Al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco y al proyecto "FOMIX YUC-2017-01-01 por permitirme formar parte del proyecto.

### Bibliografía.

1. CONAPESCA. 2018. "México Se Mantiene Como El Tercer Productor de Pulpo a Nivel Mundial.
2. A.O.A.C., 1996. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists.



## POTENCIAL FUNCIONAL DE FRUTAS Y PLANTAS DE LA COCINA TRADICIONAL YUCATECA

Mónica Anahí Guillen-Poot (moniguillen7@gmail.com),<sup>a</sup> Lia Sarahi Valencia-Chan,<sup>b</sup> Rosa Esther Moo-Puc,<sup>b</sup> Pascal Richomme-Peniguel,<sup>c</sup> H.P. Vasantha Rupasingue,<sup>d</sup> Luis Manuel Peña-Rodríguez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Unidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 No.130, Colonia Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, México.

<sup>b</sup>Unidad de Investigación Médica Yucatán, Unidad Médica de Alta Especialidad, Centro Médico Ignacio García Téllez, Instituto Mexicano del Seguro Social, Mérida, Yucatán, México.

<sup>c</sup>Laboratorio SONAS, Université d'Angers, Angers, France.

<sup>d</sup>Department of Plant, Food, and Environmental Sciences, Dalhousie University, Truro, Nova Scotia, Canada.

Palabras Clave: *Cocina Yucateca, polifenoles, inhibición de α-glucosidasa*

**Introducción.** A pesar de que la Península de Yucatán es reconocida por la riqueza de su flora y de que un número importante de especies vegetales forman parte de la dieta tradicional yucateca <sup>1</sup>, hasta ahora se conoce poco sobre el potencial de estas especies como alimentos funcionales. El objetivo de este trabajo es demostrar la actividad biológica que poseen las plantas y frutas empleadas y consumidas en la cocina tradicional yucateca, y establecer bases científicas que sustenten su potencial empleo como alimentos funcionales en la prevención y/o control de enfermedades crónicas degenerativas.

**Metodología.** Se identificaron 15 especies frutales (*Acrocomia aculeata*, *Annona squamosa*, *Byrsonima bucidifolia*, *Byrsonima crassifolia*, *Chrysophyllum cainito*, *Cordia dodecandra*, *Cucurbita moschata*, *Diospyros digyna*, *Manilkara zapota*, *Melicoccus bijugatus*, *Melicoccus oliviformis*, *Phyllanthus acidus*, *Pouteria campechiana*, *Pouteria sapota* y *Spondias purpurea*) y una planta (*Cnidioscolus aconitifolius*) (Tabla 1). Todos los frutos se colectaron maduros y la pulpa se secó por liofilización. El material liofilizado y molido se extrajo por maceración con una mezcla de agua-etanol y los extractos obtenidos fueron evaluados en cuanto a su actividad como antioxidantes e inhibidores enzimáticos, complementando el análisis con un perfil fitoquímico por cromatografía (UPLC-MS/MS) (Figura 1).

**Resultados.** Los extractos de los frutos de *B. bucidifolia*, *M. bijugatus*, *P. acidus* y *S. purpurea* mostraron una correlación positiva entre el contenido de fenoles totales y actividad antioxidante. Por otra parte, los extractos de *C. moschata* y *C. dodecandra* se identificaron como potenciales fuentes de agentes hipoglucemiantes al inhibir la α-glucosidasa de manera dependiente de la concentración.

Especies	Fenoles totales (mg GAE/g DW)	Contenido total de carotenoides (μg/g DW)	FRAP (mg TE/g DW)	DPPH IC <sub>50</sub> (mg/mL)	α-amilasa IC <sub>50</sub> (μg/mL)	α-glucosidasa IC <sub>50</sub> (μg/mL)
<i>Manilkara zapota</i>	2.38 ± 0.78 <sup>a</sup>	121.37 ± 0.28 <sup>a</sup>	0.026 ± 0.01 <sup>a</sup>	> 0.60	≥ 1000	184.2 ± 16.95 <sup>abcd</sup>
<i>Pouteria sapota</i>	3.88 ± 0.78 <sup>b</sup>	122.60 ± 0.43 <sup>ad</sup>	0.026 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.57 ± 0.2 <sup>a</sup>	≥ 1000	158.73 ± 14.53 <sup>abc</sup>
<i>Chrysophyllum cainito</i>	6.22 ± 0.96 <sup>bc</sup>	122.23 ± 0.86 <sup>bd</sup>	0.069 ± 0.01 <sup>abc</sup>	> 0.60	680.3 ± 71.31 <sup>a</sup>	155.76 ± 7.38 <sup>abc</sup>
<i>Cucurbita moschata</i>	5.89 ± 1.19 <sup>b</sup>	152.63 ± 1.04 <sup>cd</sup>	0.031 ± 0.01 <sup>a</sup>	> 0.60	≥ 1000	114.43 ± 12.80 <sup>a</sup>
<i>Phyllanthus acidus</i>	22.99 ± 1.91 <sup>bc</sup>	124.63 ± 0.31 <sup>cd</sup>	0.249 ± 0.02 <sup>abc</sup>	0.50 ± 0.12 <sup>ab</sup>	≥ 1000	140.30 ± 18.60 <sup>abcd</sup>
<i>Spondias purpurea</i>	19.17 ± 1.48 <sup>bc</sup>	124.70 ± 0.76 <sup>cd</sup>	0.225 ± 0.02 <sup>abc</sup>	0.56 ± 0.13 <sup>ab</sup>	≥ 1000	≥ 200
<i>Melicoccus oliviformis</i>	10.48 ± 1.12 <sup>bc</sup>	124.67 ± 1.03 <sup>cd</sup>	0.067 ± 0.01 <sup>abc</sup>	> 0.60	≥ 1000	≥ 200
<i>Pouteria campechiana</i>	4.32 ± 1.03 <sup>b</sup>	123.77 ± 0.50 <sup>cd</sup>	0.024 ± 0.01 <sup>a</sup>	> 0.60	≥ 1000	≥ 200
<i>Diospyros digyna</i>	19.76 ± 1.20 <sup>bc</sup>	127.97 ± 0.82 <sup>cd</sup>	0.193 ± 0.03 <sup>abc</sup>	> 0.60	≥ 1000	≥ 200
<i>Melicoccus bijugatus</i>	25.14 ± 1.5 <sup>c</sup>	121.13 ± 0.31 <sup>cd</sup>	0.272 ± 0.02 <sup>abc</sup>	0.46 ± 0.22 <sup>ab</sup>	≥ 1000	≥ 200
<i>Annona squamosa</i>	15.76 ± 0.66 <sup>bc</sup>	121.63 ± 0.64 <sup>cd</sup>	0.096 ± 0.01 <sup>abc</sup>	> 0.60	≥ 1000	183.63 ± 33.69 <sup>abcd</sup>
<i>Byrsonima crassifolia</i>	13.32 ± 0.97 <sup>bc</sup>	126.17 ± 2.22 <sup>cd</sup>	0.159 ± 0.01 <sup>abc</sup>	> 0.60	≥ 1000	≥ 200
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	93.76 ± 1.42 <sup>c</sup>	125.57 ± 0.36 <sup>cd</sup>	0.137 ± 0.03 <sup>abc</sup>	0.08 ± 0.01 <sup>a</sup>	≥ 1000	180.63 ± 33.29 <sup>abcd</sup>
<i>Acrocomia aculeata</i>	21.28 ± 0.78 <sup>bc</sup>	125.13 ± 1.53 <sup>cd</sup>	0.162 ± 0.02 <sup>abc</sup>	> 0.60	≥ 1000	168.27 ± 40.46 <sup>abcd</sup>
<i>Cordia dodecandra</i>	15.06 ± 0.99 <sup>bc</sup>	121.27 ± 0.03 <sup>cd</sup>	0.111 ± 0.02 <sup>abc</sup>	> 0.60	≥ 1000	123.55 ± 22.40 <sup>abc</sup>
<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	22.84 ± 1.24 <sup>bc</sup>	174.00 ± 0.20 <sup>c</sup>	0.068 ± 0.01 <sup>abc</sup>	> 0.60	≥ 1000	140.63 ± 34.86 <sup>abcd</sup>
EGCG					99.67 ± 13.42	35.54 ± 1.46
Acarbose					12.12 ± 1.14	26.23 ± 4.92
Ácido ascórbico				0.041 ± 0.004		

Los resultados se expresan como el promedio ± ES, para tres experimentos independientes. Las letras diferentes dentro de las filas indican diferencias significativas entre los valores según lo determinado por el análisis ANOVA unidireccional.

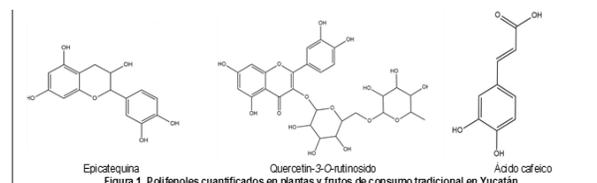


Figura 1. Polifenoles cuantificados en plantas y frutos de consumo tradicional en Yucatán

**Conclusiones.** Con base a las actividades biológicas demostradas y a los polifenoles identificados, los frutos de *B. bucidifolia*, *M. bijugatus*, *P. acidus*, *S. purpurea*, *C. moschata*, *C. dodecandra*, así como las hojas de *C. aconitifolius*, se consideran potenciales alimentos funcionales. Estos resultados apoyan la revalorización y el consumo de las diferentes especies en mercados externos a la región de la Península de Yucatán.

**Agradecimiento.** Los autores desean agradecer a Karlina García Sosa y Fabiola Escalante Erosa por la asistencia técnica. M.A.G.-P. agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT-México) por beca número 618967, y al DFATD Emerging Leaders in the Americas Program (ELAP) del gobierno de Canadá por la beca otorgada para realizar una estancia de investigación en la Universidad de Dalhousie.

**Bibliografía.**  
1. D. Zizumbo Villarreal, P. Colunga García-Marín, F. Pat May, J. Martínez Castillo and J. O. Mijangos Cortés, in *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*, 2010, pp. 334-339.



## ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE FRUTOS DE ZARZAMORA (*RUBUS SPP.*) DOMESTICADA Y SILVESTRE.

Aimme del Carmen Romero Domínguez, Emma Gloria Ramos Ramírez\*, María del Pilar Méndez Castrejón, Juan Alfredo Salazar Montoya.

Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, Cinvestav-IPN, Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07360, México. [aimmeromero@cinvestav.mx](mailto:aimmeromero@cinvestav.mx); [eramos@cinvestav.mx](mailto:eramos@cinvestav.mx)

Palabras clave: zarzamora, polifenoles, nutraceuticos.

**Introducción.** El grupo de berries está conformado por diferentes grupos botánicos, entre los que se encuentra la mora o zarzamora (*blackberry*)(1). Actualmente, la industria de alimentos se enfocó en el desarrollo de productos que aporten beneficios a la salud del consumidor, además de mejor aceptación organoléptica y sensorial. Por lo que, el estudio de compuestos nutraceuticos de las *berries*, así como la incorporación de éstos a matrices alimenticias son de gran importancia para la industria de los alimentos. Para mejorar el aprovechamiento de la zarzamora (*Rubus spp.*). El objetivo de este proyecto fue caracterizar la calidad nutricional y funcional de frutos silvestres y domesticados. La evaluación comparativa puede aportar conocimientos sobre su potencial nutraceutico, de acuerdo con el tipo de cultivo, crecimiento y cosecha del fruto.

**Metodología.** Se obtuvieron frutos de zarzamora domesticada (marca Driscoll's®) y silvestres (Estado de Puebla). Los frutos fueron separados en sus diferentes fracciones: jugo, pulpa y semillas. Con los métodos del AOAC se realizó el Análisis Químico Proximal, así como la determinación del contenido de fenoles(2) y capacidad antioxidante por ABTS y DPPH(3).

**Resultados.** Los resultados obtenidos demostraron diferencias estadísticas significativas en la acidez y pH entre los dos grupos de frutos. El contenido de fibra cruda y compuestos fenólicos fue mayor en los frutos silvestres. El contenido de azúcares fue significativamente mayor en los frutos de zarzamora domesticados. Los frutos de zarzamora estudiados mostraron diferencias en su composición (Tabla 1), estableciendo la posibilidad de atribuir al manejo del cultivo domesticado las diferencias en comparación con un cultivo no tecnificado o silvestre, el cual presentó mayor cantidad de compuestos bioactivos antioxidantes (Figura 1).

Tabla 1. Parámetros de calidad obtenidos del jugo de Zarzamora Domesticada (Z<sub>D</sub>) y Silvestre (Z<sub>S</sub>)

Determinación	Z <sub>D</sub>	Z <sub>S</sub>	Valores reportados(4)
Acidez titulable (%) <sup>b</sup>	1.06	1.28	0.93
Azúcares Reductores <sup>c</sup>	2,240 ± 173.205	356.66 ± 125.831	VND
Azúcares Totales <sup>d</sup>	1,970.18 ± 103.389	1,085 ± 24.216	VND
pH	3.72	3.23	3.4
SST (°Brix) <sup>a</sup>	3.47	11.67	10.55

Humedad (%)	21.05	19.22	VND
Proteína (% factor 6.25)	1.13	1.13	0.93-5.44
Extracto etéreo (%)	0.42	0.24	0
Cenizas (%)	2.86	2.90	0.42-2.43
Fibra cruda (%)	2.56	3.63	VND

<sup>a</sup> Expresado en g de sacarosa por 100 ml de jugo; <sup>b</sup> expresado en porcentaje de ácido cítrico; <sup>c</sup> expresado en mg de glucosa/100 ml de jugo; <sup>d</sup> ug de glucosa/100 ml de jugo; VND: Valor no descrito

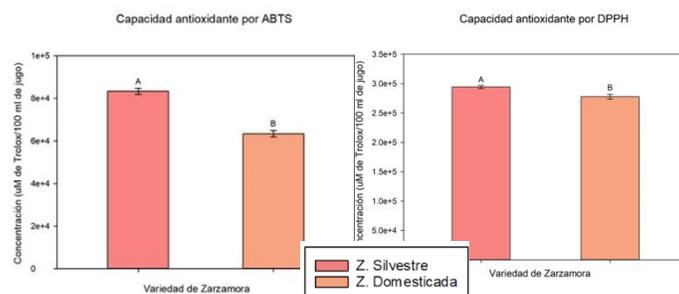


Fig. 1. Capacidad antioxidante de Zarzamora Domesticada y Silvestre por dos métodos.

**Conclusiones.** La calidad nutricional y los compuestos bioactivos presentes en el fruto de zarzamora se modifican de acuerdo con el tipo de manejo del cultivo, lo cual refleja su influencia sobre el contenido de metabolitos secundarios del fruto. La diferencia en la acidez de los frutos puede influir en su aprovechamiento y en sus propiedades funcionales de importancia para el consumidor.

**Agradecimientos.** Al CONACyT por la beca No. 1077370 para los estudios de posgrado, otorgada a ACRD.

### Bibliografía.

- González, F., Rebollar, S., & Hernández, J., & Ramírez, O. (2019). Revista Mexicana de Agronegocios, 260-272.
- Thaipong, K., Boonprakoba, U., Crosby, K., Cisneros, L. & Hawkins, B. (2006). J. Food Compos. An. 19:669-675
- Martínez-Hernández, G. B., Gómez, P. A., Pradas, I., Artés, F., & Artés-Hernández, F. (2011). Postharvest Biol Technol, 62, 327-337.
- Valencia, E., & Guevara, A. (2013). Revista de la Sociedad Química del Perú, 79(2), 116-125.



## ELECTROFORESIS

Maria del Rosario Acosta Och <sup>1</sup>, Eliana Noguera Savelli <sup>2\*</sup>; Itzel López Rosas <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná Km. 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche, México, C. P. 24450.

<sup>2</sup> CONACYT-Colegio de Postgraduados Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná Km. 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche, México, C. P. 24450.

Autor de correspondencia: [noquera.eliana@colpos.mx](mailto:noquera.eliana@colpos.mx)

*Palabras clave: colorimetría, pH, origen botánico y geográfico*

**Introducción.** La miel natural es un edulcorante popular utilizado en todo el mundo, por esta razón, existe un interés por la miel con una clara identidad regional, lo que ha generado la necesidad de utilizar métodos convencionales y alternativos para la identificación del origen botánico y geográfico. Actualmente, aunque las proteínas se encuentran en cantidades bajas, su presencia en la miel se ha considerado como un indicador útil de orígenes florales y geográficos, ya que se originan a partir del néctar y el polen y, como tales, son específicas en ciertos tipos de miel, por lo que, se propone pueden usarse como indicadores para determinar su origen botánico y/o geográfico <sup>(1)</sup>.

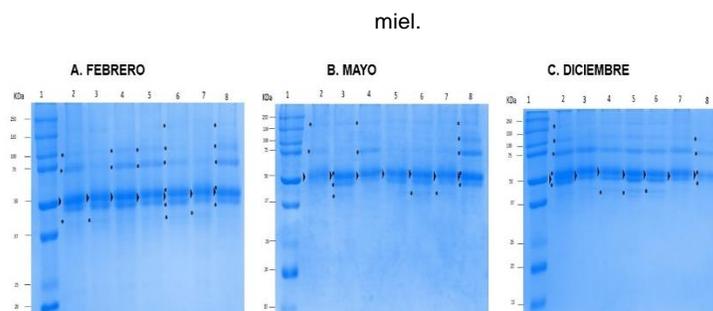
El presente estudio tiene el objetivo de determinar proteínas de polen recuperado de muestras de miel en apiarios aledaños al Centro Ecoturístico Miguel Colorado (CEMC).

**Metodología.** El trabajo se llevó a cabo en el Ejido Miguel Colorado, Campeche, México. Se realizaron colectas de miel en 8 apiarios en los meses de febrero, mayo y diciembre del año 2020. Para el análisis de las proteínas presentes en las muestras de mieles se siguió el protocolo descrito por Wang *et al.* <sup>(2)</sup> con ligeras modificaciones. Para determinar la concentración de proteínas en las muestras de miel se realizó la técnica de cuantificación de proteínas por el método de Bradford <sup>(3)</sup>. La curva estándar para el cálculo de la concentración de proteínas se realizó de acuerdo con el trabajo de Azeredo *et al.* <sup>(4)</sup>. Finalmente, para la determinación del perfil de proteínas extraídas se realizó el análisis por electroforesis desnaturalizante en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE), de acuerdo con el método de Mohammed y Azim, <sup>(5)</sup>. Adicionalmente a las muestras de miel también se les determinó la intensidad de color y el pH.

**Resultados.** Los tres perfiles de proteínas obtenidos en los geles, para las 19 muestras de miel analizadas durante los tres periodos de cosecha, mostraron un patrón similar, con la presencia abundante de proteínas con pesos moleculares de entre 45 kDa y 50 kDa (Fig. 1). El número de bandas determinadas de 40 kDa a 150 kDa se presentó en todas las muestras, siendo más más intensas las bandas en las muestras de febrero y mayo.

En cuanto al contenido de proteínas, las concentraciones más altas que se obtuvieron fueron en las muestras de mayo, en un rango de 79 a 95 µg/5mg de miel, en comparación con la cantidad de las muestras de febrero, octubre y diciembre.

**Fig. 1.** Perfiles electroforéticos de proteínas de polen de muestras de



Los resultados colorimétricos reflejan que, para cada miel, sin importar su origen floral el color es único, sin embargo, los valores más altos obtenidos de 559 nm y 744 nm, se reflejaron en el mes de febrero, lo que, puede inducir la presencia de pigmentos con actividad antioxidantes. En relación al pH se encontraron valores de 4.01 de mieles uniflorales, en mieles multiflorales se obtuvo un pH de 4.39, valores concordantes con lo ya reportado en otros trabajos para mieles en la Península de Yucatán.

**Conclusiones.** La similitud en el perfil de proteínas (pesos moleculares, número de bandas y cantidades) puede deberse a que las muestras provienen de una misma región, siendo así un análisis que nos permite corroborar la procedencia geográfica de mieles teniendo el conocimiento previo del origen botánico.

**Agradecimiento.** CONACyT beca de maestría (#744905). Proyecto Cátedras CONACyT N° 364: "Reconversión productiva sustentable para el desarrollo de los productores rurales de Campeche" y de la tesis de Maestría de la primera autora.

### Bibliografía.

1. Erban, T.; Shcherbachenko, E.; Talacko, P. y Harant, K. (2019). The unique protein composition of honey revealed by comprehensive proteomic analysis: allergens, venom-like proteins, antibacterial properties, royal jelly proteins, serine proteases, and their inhibitors. *Journal of Natural Products*, 23: 55-15.
2. Wang, J.; Kliks, M.; Qu, W.; Jun, S.; Shi, G. & Li, Q. (2009). Rapid Determination of the Geographical Origin of Honey Based on Protein Fingerprinting and Barcoding Using MALDI TOF MS. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57: 81-88.
3. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72: 248-254.
4. Azeredo, L. da C.; Azeredo, M.A.A.; De Souza, S.R. & Dutra, V.M.L. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80: 249-254.
5. Mohammed, S.E. & Azim, M. 2012. Characterization of natural honey proteins: Implications for the floral and geographical origin of honey. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(2): 362-368



## EFFECTO DEL GRUPO GENÉTICO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA CARNE EN CORDEROS DE PELO

Graciela Yah-Balam<sup>1</sup>; Raciél Estrada-León<sup>1\*</sup>; Víctor Moo-Huchin<sup>2</sup>; Yasser Chim-Chi<sup>1</sup>; Alejandro Ortiz-Fernández<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Av. Ah Canul S/N por Carr. Federal, C.P. 24900, Calkiní, Campeche.

<sup>2</sup>TecNM-Instituto Tecnológico de Mérida, Carretera Mérida-Progreso Km. 5, 97118 Mérida, Yucatán.

\*[rjestrada@itescam.edu.mx](mailto:rjestrada@itescam.edu.mx)

*Palabras clave: Calidad Carne, Corderos, Genotipos.*

**Introducción.** En la actualidad, la ovinocultura tropical en México, se enfrenta a retos importantes, debido a un mercado creciente que demanda carne de corderos y, recientemente demanda cortes de calidad (turismo nacional y extranjero) para preparaciones como carne asada y cortes premium a la parrilla [1]. Para los compradores, los aspectos nutricionales y visuales son los más importantes para una carne de calidad, ya que los relaciona con sus cualidades sensoriales [2]. Es importante conocer que los atributos de calidad de carne en corderos dependen de factores intrínsecos y extrínsecos, siendo de los factores genéticos los más importantes (grupo genético) [3, 4]. Por lo tanto, el objetivo fue determinar el efecto del grupo genético sobre algunas características fisicoquímicas asociadas a la calidad de la carne en corderos de pelo.

**Metodología** El estudio se realizó en una unidad ovina comercial, ubicada en la zona centro del Estado de Yucatán. 24 corderos machos se clasificaron en tres grupos genéticos (GG): Pelibuey (Pb), Dorper x Pelibuey (DpxPb) y Dorper x Blackbelly (DpxBb), los cuales, fueron criados bajo un sistema intensivo de alimentación en jaulas elevadas. Fueron sacrificados a los 6 meses de edad y 34.7±3 kg de peso. Tras el sacrificio las canales fueron refrigeradas a 4°C durante 24 h, después se obtuvieron muestras del *Longissimus dorsi* (Lomo) de cada canal. La composición química proximal de la carne se determinó por triplicado siguiendo los métodos descritos por AOAC [5]. El pH se midió 24 h *post mortem* con un potenciómetro. La fuerza de corte se determinó en un texturómetro con un dispositivo de corte Warner-Bratzler. El color instrumental se determinó siguiendo el sistema CIELAB. Los datos fueron sometidos a un ANOVA, utilizando Proc GLM del paquete estadístico SAS (2002). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey (P<0.05).

**Resultados.** El grupo genético PB presentó un menor contenido de humedad (71,89%), similar a DpxPb (73.16%; P>0.05), pero diferente de DpxBb (74.72%; P<0.05). También. PB presentó el mayor contenido de proteína (21.77%), similar a DpxBb (20.8%, P>0.05) y diferente de DpxPb (19-13%, P<0.05). Con respecto a la grasa, los tres GG fueron diferentes (P<0.05) con 4.08, 5.39 y 2.92%, pero similares en su contenido de cenizas (0.89, 10.6 y 0.98%), para Pb, DpxPb y DpxBb, respectivamente.

Los valores de pH a las 24h y actividad de agua (Aw)

estimados (Tabla 1), no mostraron diferencias (P>0.05) entre los GG evaluados. Asimismo, el color instrumental medido con el sistema CIELAB (Luminosidad, rojo y amarillo: L\*, a\*, b\*) presentaron diferencias importantes (P<0.05) entre GG, siendo PB el que presentó valores mayores (P<0.05) para L\* y b\*, en comparación con los otros dos grupos y, DpxBb el que presentó un mayor valor de a\*(P<0.05).

Tabla 1. Algunas características fisicoquímicas de la carne de corderos en tres grupos genéticos.

Características	Grupo Genético			EE	P-Value
	Pb	DpxPb	DpxBb		
<b>Humedad %</b>	71.89 <sup>a</sup>	73.16 <sup>ab</sup>	74.72 <sup>b</sup>	0.138	*
<b>Proteína %</b>	21.77 <sup>b</sup>	19.13 <sup>a</sup>	20.8 <sup>ab</sup>	0.167	ns
<b>Grasas %</b>	4.08 <sup>b</sup>	5.39 <sup>c</sup>	2.92 <sup>a</sup>	0.162	**
<b>Cenizas %</b>	0.89 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	0.015	Ns
<b>pH</b>	5.687 <sup>a</sup>	5.783 <sup>a</sup>	5.758 <sup>a</sup>	0.029	ns
<b>AW</b>	0.981 <sup>a</sup>	0.982 <sup>a</sup>	0.983 <sup>a</sup>	0.001	ns
<b>Dureza (Kgf)</b>	5.72 <sup>b</sup>	4.79 <sup>a</sup>	4.74 <sup>a</sup>	0.022	*
<b>L</b>	42.57 <sup>b</sup>	34.56 <sup>a</sup>	36.62 <sup>a</sup>	0.116	**
<b>a*</b>	11.98 <sup>a</sup>	11.73 <sup>a</sup>	13.41 <sup>b</sup>	0.071	**
<b>b*</b>	8.82 <sup>b</sup>	5.29 <sup>a</sup>	6.44 <sup>a</sup>	0.055	**

E. E.: Error estándar, \*: P < 0.05; \*\*: P < 0.01; \*\*\*: P < 0.001, N. S.: no significativo; abc: diferentes literales denotan diferencia estadística significativa (P<0.05).

**Conclusiones.** La composición química y la calidad de la carne de ovinos de pelo evaluados presentaron diferencias importantes entre GG, sin embargo, se encuentran dentro del rango de valores normales para carne de calidad en ovinos. Los corderos cruzados con la raza Dorper, tuvieron las mejores características, por lo que es una opción viable para mercados que demandan cortes de buena calidad.

**Agradecimiento.** al Tecnológico Nacional de México, por el financiamiento del proyecto No. 6324.19-P.

### Bibliografía.

1. Almadani M I, Weeks P, and Deblitz C, *Ruminants*, 2022; 2(1): 27-53.
2. Testa M L, Grigioni G, Panea B, and Pavan E., *Foods*, 2021; 10(7): 1465.
3. Kuchtlík J, Zapletal D, and Šustová K, *C. Meat Sci.* 2012; 90(2): 426-430.
4. Yousefi A R, Sadeghipanah A, Kohram H, Shahneh A Z, Davachi N D, Aghashahi A, *et al*, *Trop Anim Health Prod*, 2019; 51(3): 545-553.
5. AOAC, 2005, Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Gaithersburg, Maryland USA: AOAC International.



## APROVECHAMIENTO DE LA CALABAZA CHIHUA (*Cucurbita argyrosperma* Huber) EN EL SUR DEL ESTADO DE CAMPECHE

Adriana Lucrecia González Sánchez, Maximiliano Vanoye Eligio, Martha Paola Novelo Pat, Yuder Gaspar Patrón Hernández

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Escárcega (Licenciatura en Gastronomía, Ingeniería en Industrias Alimentarias), Escárcega, Campeche, 24350, adriana\_gonzales@itsescarcega.edu.mx

*Palabras clave: Calabaza chihua, Campeche, Tostadas.*

**Introducción.** *Cucurbita argyrosperma* H. (Cucurbitaceae), mejor conocida en el sureste mexicano como Calabaza Chihua (CC), es una de las primeras plantas domesticadas por el ser humano para su alimentación, distribuyéndose en Latinoamérica y en regiones tropicales y subtropicales del mundo (1, 2). La CC solo se comercializa la semilla para elaborar botanas y en la obtención de aceite, desperdiciando totalmente la cáscara y pulpa, quienes tienen distintas propiedades benéficas para el humano, y contribuiría positivamente en la seguridad alimentaria de las comunidades. Actualmente, la ONU resaltó que en México más del 50% de hogares padecen inseguridad alimentaria y desnutrición; por ello, se necesita garantizar que las familias tengan acceso a alimentos sanos y nutritivos (3, 4). En ese sentido, una de las alternativas que pueden contribuir al problema, es el aprovechamiento total de la CC, teniendo un potencial para producir alimentos (5). Distintas investigaciones resaltan la importancia nutricional de la CC, mientras que la Industria Alimentaria solo procesa la semilla, haciendo a un lado la pulpa y cáscara. La pulpa de CC que se produce por Ha es aproximadamente 5000 kgs, desperdiciando más del 95%. En Escárcega se producen en promedio de 3000 ton/año, perdiéndose 15,000 ton de pulpa de CC. Por ello, es necesario buscar alternativas para aprovechar la pulpa de CC, siendo la finalidad del proyecto la elaboración de tostadas con la pulpa y cáscara de CC.

**Metodología.** La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Gastronomía del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. La materia prima fue obtenida del Ejido Matamoros, en el municipio de Escárcega, Campeche. La materia prima fue trasladada al laboratorio para su lavado, troceado y molienda en una licuadora industrial. El producto obtenido de la molienda, que se le llamará en este estudio harina de CC, se depositó en un horno para su deshidratado durante tres horas a una temperatura de 70°C. La harina de CC se mezcló con harina de maíz en distintas concentraciones (40/60, 50/50, 60/40). Las tostadas elaboradas con las distintas concentraciones de harina se sometieron a una evaluación sensorial, consistiendo

en la selección de 10 panelistas (consumidores), a los cuales se le dio a una muestra de cada tostada en un plato de vidrio. Los resultados de los panelistas fueron capturados en una base de datos de Excel.

**Resultados.** Los resultados muestran una aceptación de las tostadas del 100%. En aroma, color y sabor, el T1 fue quien presentó mejores resultados; sin embargo, en textura fue el que menor puntuación obtuvo (Fig. 1), ya que los panelistas comentaron que presenta una textura dura. El 100% de los panelistas comentaron que sí comprarían el producto.

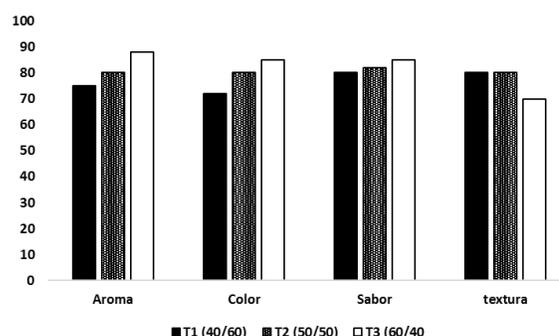


Figura 1. Resultados de los panelistas en la evaluación de tostadas

**Conclusiones.** La producción de CC en Campeche se realiza solo para comercializar la semilla a través de intermediarios, por lo que es fundamental encontrar usos alternativos para la pulpa y cáscara para darle el valor agregado, como en este caso en forma de tostadas, las cuales presentan una aceptación del 100%.

**Agradecimiento.** Se le agradece al Instituto Tecnológico Superior de Escárcega por las facilidades otorgadas.

### Bibliografía.

- Dorantes-Jiménez, J., Flota-Bañuelos, C., Candelaria-Martínez, B., Ramírez-Mella, M., & Crosby-Galván, M. M. (2016). Agroproductividad, 9(9), 33-37.
- Ireta-Paredes, A. R., Pérez-Hernández, P., Bautista-Ortega, J., & Rosas-Herrera, E. L. (2018). Agrociencia, 52(1), 151-167.
- UNICEF. (2020). <https://www.unicef.org/mexico/comunicados-prensa/agencias-de-la-onu-llaman-hacer-frente-vulnerabilidad-alimentaria-en-m%C3%A9xico>.
- ONU. (2022). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>.
- Rössel, D.; Ortiz, H.; Amante, O.; Durán, G. and López, L. (2018). Nova Scientia. 10(2):61-77



## Área 06

# Bioinformática y oómicas





## Área 06 – Bioinformática y oómicas

## Memorias

### Contenido

<p><b>Identificación de las comunidades microbianas presentes en lixiviados de <i>Sargassum spp.</i> del caribe mexicano durante la degradación de lignina</b>                  Jorge Arturo Domínguez Maldonado, Sara Solís Pereira, Anuar Ahmed Magaña Álvarez, Francisco Javier García Villalobos, Gabriel Lizama Uc y Raúl Tapia Tussell</p>	83
<p><b>Diferencias de la microbiota de la piel del pene en hombres yucatecos VPH positivos</b>                  Diego Garza González, César De los Santos, Jesús Gómez, María-González, Aileen O'Connor</p>	84
<p><b>Análisis metagenómico de la rizósfera de <i>Argemone mexicana L.</i></b>                  José Germán Serrano-Gamboa, Felipe A. Vázquez-Flota</p>	85
<p><b>Estudio de la relación del genoma y su metabolismo para entender los procesos de infección y/o producción de metabolitos de <i>Xanthomonas spp.</i></b>                  José Luis Villalpando-Aguilar, Itzel López-Rosas, Ernesto-Perez-Rueda</p>	86
<p><b>Análisis metagenómico del efecto de dos bioherbicidas y atrazina sobre el microbioma bacteriano del suelo</b>                  Valladares-López, Perlita del Mar, Rodríguez-Ávila, Norma Laura y Soto-Barajas, Milton Carlos</p>	87
<p><b>Estudio de la inhibición de la acetil-coenzima A carboxilasa por lipopéptidos cíclicos por análisis <i>in silico</i></b>                  Victor Alfonso Chan-Pech, Karina Roxana Ake-Ake, Lizbet Beatriz Yan-Chi, Filiberto Ortiz-Chi, Dany Alejandro Dzib-Cauich, Luis Alfonso Can-Herrera, Rosa Yazmin Us-Camas, Emmanuel Chí-Gutiérrez y Nubia Noemi Cob-Calan</p>	88
<p><b>Análisis de la diversidad microbiana de diferentes kefires de México</b>                  Flor A. Hoil Centeno Silvia Tenorio Salgado, Alejandra Vega Magaña, Luis Jave Suárez, Sara Solís Pereira, Víctor Moo Huchin, Enrique Sauri Duch, Gabriel Lizama Uc</p>	89
<p><b>REAXYS®, inteligencia artificial para análisis de relaciones estructura actividad biológica como estrategia de alfabetización informacional universitaria</b>                  Thadeus S. León Castillo, Rosa María Hernández García, Ruth López Alcántara, José Efraín Ramírez Benitez, Ariadna Garza-Ortiz</p>	90



<p><b>Obtención de modelos 3d de un peptido de <i>Rickettsia rickettsii</i> acoplado a moléculas del HLA II</b>          Karla Arroyo Solís, Carlos Peña Bates, Juan José Arias León, Fernando Puerto Manzano, Karla Dzul Rosado</p>	91
<p><b>Identificación molecular y diferencias de bacterias probióticas aisladas de una variante de la bebida tradicional fermentada “balché”</b>          Tania Montejo Santos, Raquel Amor Morales Jiménez, Minerva Aurora Hernández Gallegos, Nelly Cristina Aguilar Sánchez, Angélica Alejandra Ochoa Flores, Paulina Estrada de lo Santos, José Rodolfo Velázquez Martínez.</p>	92
<p><b>Efecto de diferentes dietas con probióticos en la caracterización microbiana en un sistema de cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> suplementado con bioflocs</b>          Roberto Vázquez Euán, Estefanía Garibay Valdez, Luis R. Martínez Córdova, Kadiya Calderón</p>	93
<p><b>Perfil metabolómico de tejidos indiferenciados de dos grupos varietales de chayote (<i>Sechium edule</i> (JACQ). SWARTZ) elicitados con metil jasmonato</b>          Ivonne N. Bravo Ruíz., Eliel Ruíz May., Juan L. Monribot Villanueva., José A. Guerrero Analco., María T. González-Arno, Carlos A. Cruz-Cruz</p>	94



## IDENTIFICACION DE LAS COMUNIDADES MICROBIANAS PRESENTES EN LIXIVIADOS DE *Sargassum spp.* DEL CARIBE MEXICANO DURANTE LA DEGRADACION DE LIGNINA

Jorge Arturo Domínguez Maldonado<sup>1</sup>, Sara Solís Pereira<sup>2</sup>; Anuar Ahmed Magaña Álvarez<sup>3</sup>, Francisco Javier García Villalobos<sup>3</sup>, Gabriel Lizama Uc<sup>2</sup> y \*Raúl Tapia Tussell<sup>1</sup>

1.- Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; CP 97205, Mérida, Yucatán, México.

2.- Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico km. 4.5 S/N C.P. 97118 Mérida, Yucatán México.

3.- Dirección de Gestión Tecnológica, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 # 130, Col. Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, 97200, México

\*Autor de correspondencia Correo electrónico: [rtapia@cicy.mx](mailto:rtapia@cicy.mx)

Palabras clave: Sargazo pelágico, comunidad Microbiana, lixiviados

**Introducción.** El *Sargassum spp.* contiene polímeros estructurales ricos en azúcares, sin embargo, se han reportado algunos problemas en las algas debido a materiales recalcitrantes, como polifenoles, fibras celulósicas y lignina, que dificultan su biodegradabilidad [1]. Anteriormente se han utilizado tratamientos para eliminar estos polímeros recalcitrantes en sargazo con el objetivo de mejorar la producción de biocombustibles[2]. Sin embargo, hasta el momento no se ha realizado un estudio de las comunidades microbianas involucradas en la degradación de sargazo. El objetivo de este trabajo fue determinar las comunidades microbianas asociadas a los lixiviados producidos durante la degradación de sargazo.

**Metodología.** Para la generación de lixiviados, se tomaron 300 g de sargazo fresco y se colocaron en reactores cónicos de 1500 mL. Estos reactores se mantuvieron a temperatura ambiente ( $28 \pm 2$  °C) durante 150 días, posteriormente se realizó la extracción de ADN genómico en los lixiviados obtenidos a los 0, 30, 90 y 150 días. El ADN se envió a secuenciar por la plataforma Illumina MI-Seq en Macrogen, Korea. El análisis estadístico se realizó en STAMP V.2 (Statistical analysis of taxonomic and functional profiles).

**Resultados.** La Figura 1 muestra los phyla más representativos y el comportamiento de la comunidad microbiana dentro del lixiviado de *Sargassum spp.* en el tiempo. Al inicio el phylum dominante fue *Crenarchaeota* con un 81% de abundancia, seguido por *Euryarchaeota* con un 10%, sin embargo, hubo cambios importantes en el tiempo, después de 150 días la presencia mayoritaria fue el phylum de *Cyanobacteria* con un 71% de abundancia relativa, seguido del grupo de las *proteobacterias* con un solo el 16% de abundancia. Esto se observa en el análisis de componentes principales el cual agrupa los días 30 y 90 en una categoría muy distante del inicio

(Figura 2).

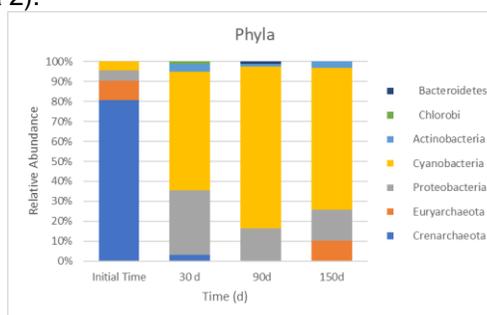


Fig. 1. Abundancia relativa de los principales filos de la comunidad microbiana en los lixiviados de sargazo.

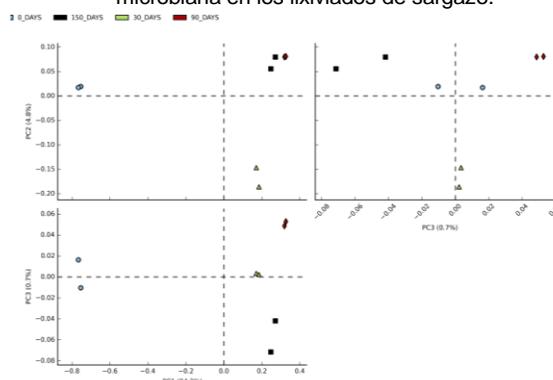


Fig.2 Análisis de componentes principales, para los filos representativos de *Sargassum spp.*

**Conclusiones.** La comunidad microbiana del sargazo se modifica con el tiempo. Este hallazgo es la primera pauta para entender el mecanismo de degradación de sargazo y de sus polímeros estructurales. Esta información servirá el aprovechamiento de la comunidad bacteriana en lixiviados y para la toma de decisiones en el manejo de esta biomasa.

### Bibliografía.

1. A. J. Ward, D. M. Lewis, and F. B. Green, "Anaerobic digestion of algae biomass: A review," *Algal Research*, vol. 5, no. 1, pp. 204–214, 2014, doi: 10.1016/j.algal.2014.02.001.
2. R. Tapia-Tussell *et al.*, "Biological pretreatment of mexican caribbean macroalgae consortiums using Bm-2 strain (*Trametes hirsuta*) and its enzymatic broth to improve biomethane potential," *Energies*, vol. 11, no. 3, 2018, doi: 10.3390/en11030494.



## DIFERENCIAS DE LA MICROBIOTA DE LA PIEL DEL PENE EN HOMBRES YUCATECOS VPH POSITIVOS

Diego Garza González<sup>1</sup>, César De los Santos<sup>1</sup>, Jesús Gómez<sup>2</sup>, María-González<sup>2</sup>, Aileen O'Connor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán (Unidad de Biotecnología), Mérida, 97205. <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi (Laboratorio de virología), Mérida, 97225.

Autor de correspondencia: [aileen@cicy.mx](mailto:aileen@cicy.mx)

*Palabras clave: Infecciones de transmisión sexual, microbiota genital, relaciones virus-microbiota*

**Introducción.** Se ha demostrado que las interacciones entre los virus y la microbiota pueden incrementar la capacidad de los virus de infectar células (1). En este contexto, el estudio de los virus y su posible interacción con la microbiota local cobra importancia para distintas enfermedades de naturaleza viral. El Virus del Papiloma Humano (VPH) es virus de transmisión sexual más común y agente etiológico del 99% de los cánceres cervicouterinos. En el 2021 en México se portaron 9,439 casos y 4,335 muertes de cáncer cervicouterino (2). No obstante, en el caso de los hombres, el 90% son asintomáticos y eliminan el virus después de 24 meses (3). Estas diferencias nos hacen preguntarnos si la microbiota es parte de los factores que pudieran explicar por qué algunos hombres desarrollan infecciones persistentes. El objetivo de este trabajo es identificar si existe una asociación entre la microbiota del pene y el VPH.

**Metodología.** Se colectaron muestras de piel y mucosa del pene de 44 hombres (17 VPH- y 27 VPH+) entre las edades de 21 a 45 años. Se extrajo el ADN total a las muestras usando un kit comercial. Se secuenció amplificando la región V4 del gen 16S en un Illumina Miseq. Las secuencias se procesaron usando el software DADA2. Para comparar los perfiles de la comunidad microbiana entre los grupos de VPH+ y VPH- se estimaron las métricas de diversidad alfa con el software iNEXT. Se realizó una prueba de Wilcoxon para describir cambios estadísticamente significativos.

**Resultados.** Las métricas de diversidad mostraron que la riqueza de especies ( $q=0$ ) no difiere entre los grupos evaluados. Sin embargo, se observan incrementos significativos en las especies comunes ( $q=1$ ) entre los grupos VPH+ y VPH- (Piel:  $6.2 \pm 0.8$  vs  $8.8 \pm 0.9$ ). De estos cambios en la comunidad se puede inferir que grupos taxonómicos poco representativos incrementaron su abundancia. La estructura tuvo el mismo patrón de incremento de abundancias; pero también se observó la disminución de otros grupos comunes presentes en los VPH-. Particularmente, a nivel de Orden se observó una menor proporción de *Lactobacillales*, así como una mayor abundancia de *Veillonellales-Selenomonadales*, en el grupo VPH+. Adicionalmente, se halló una microbiota core de las muestras, es decir presente en todas las muestras. Sin embargo, este core no tuvo variación significativa entre

los grupos VPH+ y VPH-.

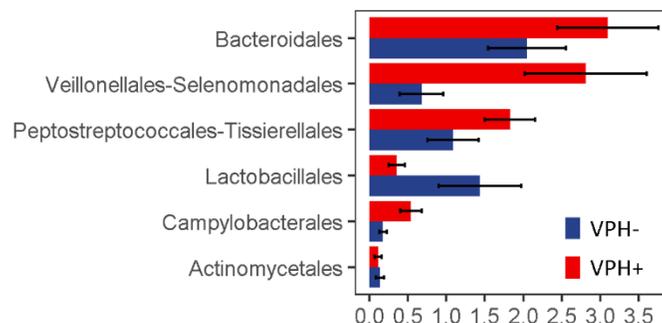


Fig. 1. Abundancias relativas a nivel de Orden

**Conclusiones.** Las métricas de diversidad apuntan a cambios en el perfil de la comunidad microbiana entre el grupo VPH- y VPH+. La microbiota core no varía significativamente entre los grupos evaluados. El orden *Veillonellales-Selenomonadales* es blanco para plantear hipótesis de correlaciones.

**Agradecimiento.** Al CONACyT por el financiamiento de la beca de doctorado otorgada al primer autor (CVU: 932984) y del proyecto Ciencia de Frontera (No. 87172).

### Bibliografía

- Robinson C. M., & Pfeiffer, J. K. (2014). Viruses and the Microbiota. *Annual Review of Virology*, 1(1), 55–69
- Bruni L, Albero G, Serrano B, Mena M, Collado JJ, Gómez D, Muñoz J, Bosch FX, de Sanjosé S. (2021) ICO/IARC Information Centre on HPV and Cancer (HPV Information Centre). *Human Papillomavirus and Related Diseases in Mexico*.
- Giuliano, A. R., Lee, J. H., Fulp, W., Villa, L. L., Lazcano, E., Papenfuss, M. R., Abrahamsen, M., Salmeron, J., Anic, G. M., Rollison, D. E., & Smith, D. (2011). Incidence and clearance of genital human papillomavirus infection in men (HIM): A cohort study. *The Lancet*, 377(9769), 932–940



## ANÁLISIS METAGENÓMICO DE LA RIZÓSFERA DE *Argemone mexicana* L.

José Germán Serrano-Gamboa, Felipe A. Vázquez-Flota

Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Mérida, Yucatán, México. 97205

Correspondencia: felipe@cicy.mx

*Palabras clave: Argemone mexicana, Metagenoma, rizósfera*

**Introducción.** *Argemone mexicana* L., (Papaveraceae) es una planta silvestre utilizada en la medicina tradicional. Esta planta contiene más de 30 alcaloides bencilisoquinolínicos que se acumulan diferencialmente a través de sus órganos y tejidos (1). Se ha detectado la presencia de sanguinarina, un alcaloide tipo benzofenantridina que tiene una notable actividad antimicrobiana, antiviral y citotóxica (2). Esto pudiera ocurrir mediante la participación de proteínas de transporte tipo ABC (ATP-Binding Cassette). El presente trabajo tiene como objetivo investigar el efecto de los exudados de la raíz de *A. mexicana* sobre la diversidad taxonómica del microbioma asociado a la rizósfera en comparación con el suelo adyacente.

**Metodología.** Se separó el sistema radicular completo de plantas maduras, colectadas de un predio urbano, recuperando el suelo en contacto con el tejido (rizósfera) y adherido a la superficie (rizoplano). Paralelamente, se tomó una porción de suelo a una distancia libre de la influencia de la planta (> 30 cm). Se extrajo ADN metagenómico (ADNm) del suelo colectado de acuerdo con la metodología reportada por Rojas-Herrera (3). El ADNmg se secuenció por el método de escopeta en la plataforma NovaSeq PE150. Las lecturas crudas se procesaron por calidad, ensamblaron y anotaron taxonómica y funcionalmente empleando diversas bases de datos (4,5).

**Resultados.** Se recuperó ADNmg íntegro (**Fig. 1**) con suficiente calidad (**Cuadro 1**) que pudo ser procesado adecuadamente para su secuenciación. zona de influencia de la raíz de *A. mexicana*.

**Cuadro 1.** Concentración y pureza del ADNmg estimado mediante NanoDrop200

Muestra	Conc. (ng/μl)	OD 260/280
RH1	116.3	1.61
RH2	121.2	1.62
RH3	124.3	1.59
RH4	103.2	1.64
BS1	54.8	1.61
BS2	25.8	1.58
BS3	42.1	1.62
BS4	68.3	1.58



**Fig. 1.** Electroforesis en gel de agarosa al 1% y tinción con bromuro de etidio de las extracciones de ADNmg. Las muestras etiquetadas como RH corresponden a la rizósfera y BS al suelo adyacente.

Del análisis metagenómico se mostrará la composición y abundancia taxonómica a distintos niveles (dominio, phylum, género y especie) de la rizósfera, así como del suelo adyacente y se discutirá en función de la presencia de alcaloides en la

**Conclusiones.** El metagenoma permitirá contar con un catálogo de especies microbianas asociadas a la rizósfera de *Argemone mexicana*, así como determinar el efecto de los alcaloides excretados sobre la riqueza y diversidad de la microbiota asociada.

**Agradecimiento.** El presente trabajo se realizó con fondos del proyecto CONACYT CB-2016- 0285887. El autor J.G. Serrano-Gamboa recibió un apoyo como ayudante de investigador SNI-III.

### Bibliografía

- Laines-Hidalgo, J. I., Muñoz-Sánchez, J. A., Loza-Müller, L., & Vázquez-Flota, F. (2022). *Moleculas*, 27(4).
- Loza-Muller, L., Shitan, N., Yamada, Y., & Vázquez-Flota, F. (2021). *Planta*, 254(6):1-8.
- Rojas-Herrera, R., Narváez-Zapata, J., Zamudio-Maya, M., & Mena-Martínez, M. E. (2008). *Molecular Biotechnology*, 40(1):13-17.
- Menzel, P., Ng, K. L., & Krogh, A. (2016). *Nature communications*, 7(1):1-9.
- Buchfink, B., Reuter, K., & Drost, H. G. (2021). *Nature methods*, 18(4):366-368.



## ESTUDIO DE LA RELACIÓN DEL GENOMA Y SU METABOLISMO PARA ENTENDER LOS PROCESOS DE INFECCIÓN Y/O PRODUCCIÓN DE METABOLITOS DE *Xanthomonas spp.*

José Luis Villalpando-Aguilar<sup>1</sup>, Itzel López-Rosas<sup>2</sup>, Ernesto-Perez-Rueda<sup>1</sup>

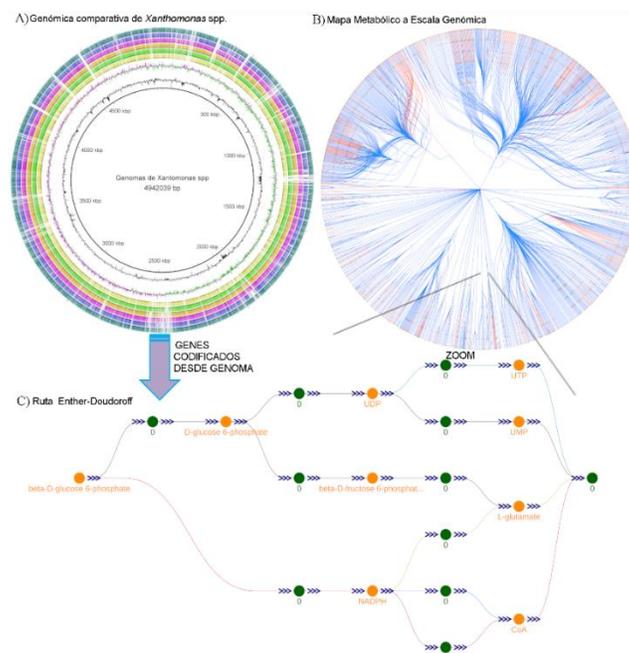
<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Aplicadas en Matemáticas y en Sistemas, Unidad Mérida - UNAM, Sierra Papacal, Chuburná, Yucatán, 97302. <sup>2</sup>CONACYT-Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Sihochac, Champotón, Campeche, 24450.

[villalpandojoseluis30@gmail.com](mailto:villalpandojoseluis30@gmail.com)

*Palabras clave: Xantomonas, genoma, modelo metabólico.*

**Introducción.** *Xantomonas* es un género de bacterias gram-negativa perteneciente a las gammaproteobacterias, que se ha relacionado con más de 400 diferentes enfermedades en trigo, yuca, arroz, cítricos, tomate, pepino, y lechuga. Este género está ampliamente distribuido alrededor del mundo y produce una gran pérdida de cultivos. A la fecha, se describen alrededor de 35 especies subdivididas en subespecies (pv.) (1). Por lo tanto, el estudio de este género de bacterias tiene importancia en la producción de alimentos y en la producción de un exo-polisacárido o *xantana* con gran valor industrial, para lo cual el aprovechamiento de la información del genoma y la relación con su metabolismo podrían sugerir estrategias de control o mejoras en la ruta de biosíntesis de dicho exo-polisacárido (2).

**Metodología.** A partir del servidor de NCBI fueron obtenidos los genomas en formato fasta del género *Xanthomonas spp.*; los cuales fueron ordenados y alineados en el Software BRIG para obtener el mapa comparativo genómico. El genoma de *X. campestris* fue utilizado para crear el modelo metabólico utilizando METANEXT(3) y fue visualizado en el servidor de Fluxer(4).



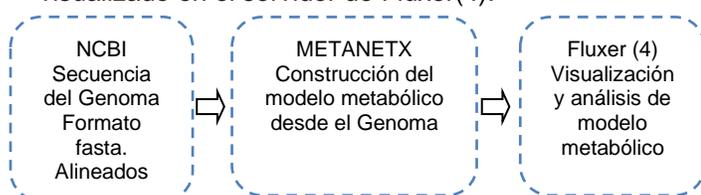
**Fig. 1.** Mapa comparativo de genomas de *Xanthomonas spp.* B) Mapa metabólico a escala genómica de *Xanthomonas campestris*; se presenta el % GC (rojo) y GC Skew (negro). C) Ruta metabólica Entner-Doudoroff.

**Conclusiones.** Esta aproximación permite observar la complejidad genómica y su traducción a enzimas a nivel metabólico dentro del género *Xanthomonas spp.*

**Agradecimiento.** Al proyecto CONACYT 320012, Comparación funcional y Predicción de rutas metabólicas utilizando algoritmos genéticos, programación dinámica y Cadenas ocultas de Markov. Responsable: Dr. Ernesto Pérez-Rueda.

### Bibliografía.

- 1-Timilsina, S., et al. (2020). *Nature Reviews Microbiology*, 18(8), 415-427.
- 2-Candido da Silva, L. C., et al. (2017). (pp. 385-422). Academic Press.
- 3-Moretti, S., et al. (2021). *Nucleic Acids Research*, 49(D1), D570-D574.
- 4-Hari, A., & Lobo, D. (2020). *Nucleic Acids Research*, 48(W1), W427-W435.
- 5-Schatschneider, S., et al. (2014). *Molecular BioSystems*, 10(10), 2663-2676.



### Resultados.

En primera instancia realizamos una comparación de diferentes genomas de *Xantomonas* (Figura 1): *X. campestris* (genoma referencia) *X. albilineans* (amarillo); *X. arbuticola* (verde); *X. axonopodis* (naranja); *X. citri* (rosa); *X. orizae* (azul) y *X. phaseoli* (verde). En el modelo metabólico de *Xanthomonas campestris* se presentan 1558 metabolitos y 2294 reacciones, se muestran el flujo de las reacciones que van en sentido y anti-sentido al punto central del mapa, el cual muestra un acercamiento a las reacciones del mapa metabólico. Se muestra como ejemplo el paso de la ruta *Entner-Doudoroff* de beta-D-glucosa-6-fosfato hasta CoA, para la maduración de poliprenol que forma parte de la pared celular (5).



## ANÁLISIS METAGENÓMICO DEL EFECTO DE DOS BIOHERBICIDAS Y ATRAZINA SOBRE EL MICROBIOMA BACTERIANO DEL SUELO

Valladares-López, Perlita del Mar<sup>1</sup>, Rodríguez-Ávila, Norma Laura<sup>1§</sup> y Soto-Barajas, Milton Carlos<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Chiná. Calle 11 s/n entre 22 y 28. Chiná, Campeche, México. CP: 24520. <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [norma.ra@china.tecnm.mx](mailto:norma.ra@china.tecnm.mx)

*Palabras clave:* microbioma del suelo, efecto alelopático, herbicida.

**Introducción.** En el Estado de Campeche es común el uso de agroquímicos convencionales que pueden llegar a perturbar el equilibrio del suelo y modificar sus características biológicas y fisicoquímicas. Una de las alternativas más sustentables y respetuosas con el medio ambiente es el uso de productos naturales (Cuartas-Muñoz y García-Vergara, 2017). En estudios previos se reportó la eficacia de los extractos alelopáticos de *Metopium brownei* (MB) *Viguiera dentata* (VD) para el control de malezas (López-Vadillo, 2021), sin embargo, poco se conoce respecto al efecto que estos extractos pudieran tener sobre la microbiota del suelo.

El objetivo de este estudio fue analizar el estado de los microbiomas bacterianos presentes en suelos tratados con herbicidas elaborados con extractos crudos de *M. brownei* y *V. dentata* solos o combinados con el herbicida de síntesis química atrazina,

**Metodología.** Se secuenció el ADN metagenómico de muestras de suelo a las que se le aplicaron 12 tratamientos consistentes en combinaciones de los extractos de MB, VD y atrazina. Se llevó a cabo el análisis bioinformático utilizando Dada2 y Uclust desde Qiime v.1.9.1. y la base de datos de Zymo, de ZymoBIOMICS ® para la asignación taxonómica. Se realizó una revisión bibliográfica de la función en el suelo o las plantas de los taxones de microorganismos identificados, con lo cual se construyó una base de datos. Se analizaron los mapas de calor obtenidos a nivel de género, describiendo la abundancia y diversidad en los tratamientos. Posteriormente se realizó la asignación funcional de los taxones más abundantes.

**Resultados.** Los suelos que presentaron la mayor diversidad de taxas fueron los rizosféricos tomados de áreas tratadas con atrazina y extractos de VD, AMAX\_VD\_R y AMIN\_VD\_R. La menor diversidad se observó en suelos no rizosféricos (AMIN\_VD\_NR y AMAX\_NR). Así mismo, los tratamientos en cuya composición estuvieron presentes extractos de *M. brownei*, presentaron mayores valores de abundancia para los taxones más significativos. *Gaiellales* y *Acidobacteria* resultaron los grupos más abundantes, seguidos de *Variibacter*, *Acidimicrobiales*, *Solirubrobacterales*, *Bacillus*, *Rubrobacter* y *Arthrobacter*, todos ellos con función benéfica para el desarrollo de suelos y cultivos. Por otro lado, *Microvirga*, *Geodermatophilus* y *Kransilnikovia* se obtuvieron con menor abundancia.

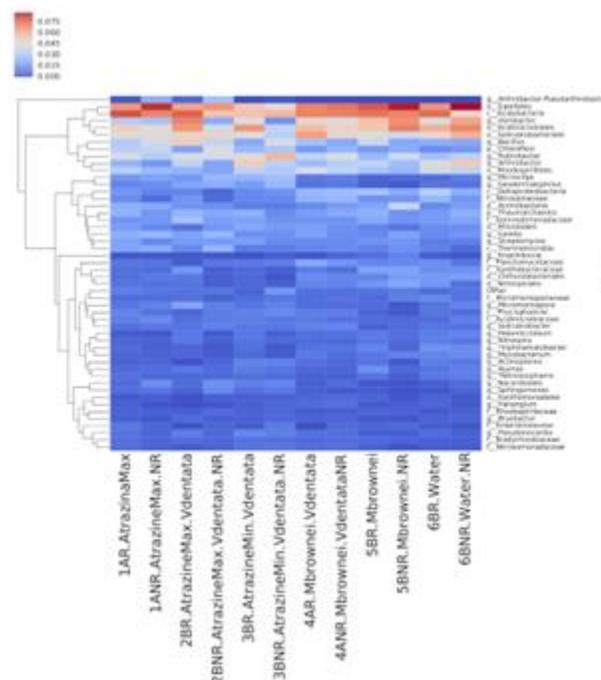


Fig. 1. Mapa de calor sin agrupación de muestras. Nivel género.

**Conclusiones.** En general, los tratamientos evaluados no inhibieron el desarrollo de taxones edáficos con función benéfica, al compararse la biodiversidad observada con la muestra control (agua).

**Agradecimientos.** Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento otorgado en el marco del proyecto con Clave: 6380. 19-P.

### Bibliografía.

- Cuartas-Muñoz, P. A., y García-Vergara, K. D. (2017). Estudio de viabilidad comercial de un producto natural para la salud en la ciudad de Cali [Tesis de Licenciatura]. Universidad Autónoma de Occidente. Disponible en <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9839/T07506.pdf?squence=3yisAll o wed=y>
- López-Vadillo, A. E. (2021). Una revisión sobre el comportamiento de los bioplaguicidas en el suelo y determinación del efecto de *Metopium brownei* (chechén) y *Viguiera dentata* (tajonal) como potenciales herbicidas [Tesis de Maestría]. Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles. Instituto Tecnológico de Chiná.



## Estudio de la inhibición de la acetil-coenzima A carboxilasa por lipopéptidos cíclicos por análisis *in silico*

Victor Alfonso Chan-Pech<sup>1</sup>, Karina Roxana Ake-Ake<sup>1</sup>, Lizbet Beatriz Yan-Chi<sup>1</sup>, Filiberto Ortiz-Chi<sup>2</sup>, Dany Alejandro Dzib-Cauich<sup>1</sup>, Luis Alfonso Can-Herrera<sup>1</sup>, Rosa Yazmin Us-Camas<sup>1</sup>, Emmanuel Chí-Gutiérrez y Nubia Noemi Cob-Calan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Calkini, C.P., Conkal, Yucatán, México; [ncalan@itescam.edu.mx](mailto:ncalan@itescam.edu.mx)

<sup>2</sup> Investigadoras e Investigadores por México – División Académica de Ciencias Básicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Cunduacán 86690, México; [fortiz666@gmail.com](mailto:fortiz666@gmail.com)

\* Correspondence: [6401@itescam.edu.mx](mailto:6401@itescam.edu.mx) (V.C.\_P); Tel.: +52-981-1853653

Acetyl Coenzyme A Carboxylase (ACC) is an enzyme that catalyzes the formation of malonyl-CoA and regulates the biosynthesis and oxidation of fatty acids (1-6). ACC is a target for the development of treatments and microbial diseases (7-10), in addition to presenting active sites for commercial herbicides (11). The ACCs from animals, fungi, and plant cytosols are called eukaryotic ACCs [1], being heterodimeric enzymes contained in a single large multidomain ( $\approx 250$  KDa). Eukaryotic ACCs consists of four polypeptide subunits: biotin carboxylase (BC), the biotin carboxyl transporter protein (BCCP), and two carboxyl transferases (alpha [ $\alpha$ CT] and beta [ $\beta$ CT]).

Despite its economic importance, the structure of ACC and its molecular interactions with known inhibitors has been little studied. Currently, crystal ACC structures are only available for the BC and BCCP subunits of the *Escherichia coli* enzyme [2] and for a CT domain isolated from *Saccharomyces cerevisiae* ACC [3].

Soraphen A has demonstrated strong promise as a broad-spectrum fungicide against various plant pathogenic fungi (Pridzun et al., 1995). Genetic and biochemical studies show that soraphen A is a potent inhibitor of eukaryotic ACCs, and specifically their BC domains (Gerth et al. 1994, Gerth et al. 2003, Pridzun 1991, Vahlensieck and Hinnen 1997, Vahlensieck et al. 1994). In this context, lipopeptides produced by *Bacillus* and *Pseudomonas* spp. as an alternative to the soraphen as an inhibitor. Lipopeptides are cyclic compounds with low molecular weight, from 1000-2000 Da, and antimicrobial potential. They are compounds synthesized by specific gene namely nonribosomal peptides synthetase (NRPS) via a multienzyme biosynthesis pathway. Iturin, Surfactin and fengycin are three major families reported from *Bacillus* groups and mainly composed of a hydrophilic amino acid (7-10 amino acids) linked with a hydrophobic fatty acid tail.

Currently, the search for new candidate target molecules in pathogenic fungi and other plant pathogens has become more efficient with the help of computer simulated molecular coupling studies. In this work an *in silico* study of the molecular interaction of the lipopeptides iturin A,

fengycin and surfactin with the enzyme acetyl-CoA was carried out to identify which molecule has the highest affinity with respect to the catalytic site. Acetyl-CoA was stabilized and validated. Molecular coupling studies reveal the interactions between cyclic lipopeptides and the BC domain.

### References

1. Huerlimann, R.; Heimann, K. Comprehensive guide to acetyl-coxylases in algae. *Crit. Rev. Biotechnol.* **2013**, *33*, 49–65.
2. Cronan, J.E.; Waldrop, G.L. Multi-subunit acetyl-CoA carboxylases. *Prog. Lipid Res.* **2002**, *41*, 407–435.
3. Zhang, H. Crystal Structure of the Carboxyltransferase Domain of Acetyl-Coenzyme A Carboxylase. *Science (80- )*. **2003**, *299*, 2064–2067.



## ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA DE DIFERENTES KEFIRES DE MÉXICO

Flor A. Hoil Centeno<sup>1</sup> Silvia Tenorio Salgado<sup>1</sup>, Alejandra Vega Magaña<sup>2</sup>, Luis Jave Suárez<sup>3</sup>, Sara Solís Pereira<sup>1</sup>, Víctor Moo Huchin<sup>1</sup>, Enrique Sauri Duch<sup>1</sup>, Gabriel Lizama Uc<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mérida. Laboratorio de biotecnología molecular. Av. Tecnológico km. 4.5 S/N. Mérida, Yucatán, México. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Laboratorio de Enfermedades Emergentes y Reemergentes. Sierra Mojada No. 950, Col. Independencia. Guadalajara, Jalisco, México. <sup>3</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social. Centro de Investigación Biomédica de Occidente. Sierra Mojada No. 800 Col. Independencia. Guadalajara, Jalisco, México.  
mg21080608@merida.tecnm.mx

**Introducción.** La bebida de kéfir es uno de los productos lácteos probióticos preferidos en los últimos años, debido a sus profundos efectos antimicrobianos, antibacterianos, antitumorales, antihipertensivos, antioxidantes, anticancerígenos e hipocolesterolemicos (1). Este producto se obtiene utilizando consorcios en forma de gránulos conteniendo una mezcla compleja de bacterias y levaduras. Diversos estudios han reportado que la composición microbiana del kéfir varía de acuerdo con los microorganismos presentes y esto es afectado por la zona geográfica de la cual provienen (2). El objetivo de esta investigación fue identificar las bacterias presentes en los granos de kéfir obtenidos de diferentes regiones de México.

**Metodología.** Se obtuvieron muestras de gránulos de kéfir de 7 localidades diferentes: Campeche, Escárcega, Oaxaca, Veracruz, Cuajimalpa, Pedregal de San Nicolás y San José Cuajimalpa. Se mantuvieron sin agitación en leche entera marca San Marcos a una temperatura de 27°C. Para la caracterización se realizaron análisis fisicoquímicos en diferentes tiempos de fermentación. Se determinó el porcentaje de ácidos orgánicos totales de acuerdo con la norma mexicana (NMX-F-420-1982), el pH, y la capacidad antioxidante mediante el ensayo de poder antioxidante reductor férrico (FRAP). Para la determinación de diversidad microbiana se tomó una muestra de 5 de los gránulos de kéfir y se le realizó una extracción de ADN utilizando el kit GeneJET Genomic DNA purification. Posteriormente se secuenció utilizando como marcador molecular el gen 16S rRNA y se realizó el análisis funcional y filogenético utilizando los servidores Metagenomic Rapid Annotations using Subsystems Technology (MG-RAST) y Kaiju.

**Resultados.** Se observó un incremento en la producción de ácido láctico y ácido acético en los kéfirs de todas las localidades respecto al tiempo. La localidad que alcanzó la mayor producción de ácido láctico y ácido acético fue Veracruz, por otro lado, Escárcega y Campeche presentaron los valores de acidez más bajos. Con relación al pH, las 7 localidades presentaron el mismo comportamiento,

una disminución de pH.

El poder reductor de los kéfirs fue aumentando respecto al tiempo, el mayor poder reductor se observó en el kéfir de San José Cuajimalpa, siendo Campeche quien presentó el valor más bajo. Se identificaron principalmente cuatro filos bacterianos Firmicutes, Proteobacteria, Actinobacteria y Bacteroidetes. Los niveles de Firmicutes fueron del 82 al 99%, mientras que los niveles para Proteobacteria fueron del 0.43 a 17.3%. En la figura 1 se pueden observar los resultados a nivel de género, se encontró predominante *Lactobacillus* para todos los kéfirs con un porcentaje que va desde el 89 al 99%, siendo el porcentaje mayor para San José Cuajimalpa. Las localidades que presentaron mayor diversidad a nivel de género fue Veracruz.

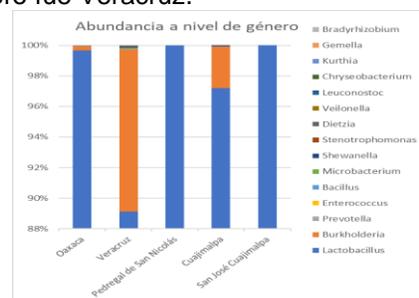


Figura 1. Gráficos de barras apiladas que presentan los porcentajes de incidencia a nivel de género de 5 granos de kéfir de diferentes localidades.

**Conclusiones.** Se observó un alto nivel de diversidad en los granos de kéfir, las comunidades microbianas del kéfir corresponden principalmente a bacterias del género *Lactobacillus*, que son el principal grupo de BAL coincidiendo así con los resultados obtenidos en la producción de ácido láctico. Este estudio demostró que la composición de especies microbianas de los granos de kéfir de diferentes localidades puede deberse a factores como el origen de los gránulos.

### Bibliografía

- Pedrozo, M., Cardoso, P. (2010). Diversity of bacteria present in milk kefir grains using culture-dependent and culture-independent methods. *Food Research International*, 43: 5. pp 1523-1528.
- Miguel, P.G. Cardoso, L. de Assis Lago, R.F. Schwan. (2010). Diversity of bacteria present in milk kefir grains using culture-dependent and culture-independent methods. *Food Research International*, 43, pp. 1523-1528



# REAXYS®, INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA ANÁLISIS DE RELACIONES ESTRUCTURA ACTIVIDAD BIOLÓGICA COMO ESTRATEGIA DE ALFABETIZACIÓN INFORMACIONAL UNIVERSITARIA

Thadeus S. León Castillo<sup>1</sup>, Rosa María Hernández García, Ruth López Alcántara<sup>2</sup>, José Efraín Ramírez Benitez<sup>1</sup>, Ariadna Garza-Ortiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químico Biológicas, <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Ing. Humberto Lanz Cárdenas s/n, Col. Ex-Hacienda Kalá, 24085, Campeche, México. arigarza@uacam.mx.

*Palabras clave:* Reaxys®, relaciones estructura-actividad, alfabetización informacional

**Introducción.** En 1868, Crum-Brown y Fraser (1) plantean que el efecto biológico de una sustancia se debe a la composición y constitución. Así, el estudio de la relación existente entre la estructura química, las propiedades fisicoquímicas, la reactividad y la respuesta biológica es indispensable en desarrollo de nuevas moléculas con propiedades terapéuticas. El análisis de estas relaciones estructura actividad biológica (EAB) se enseña revisando familias de fármacos con alguna función particular y considerando la solubilidad en agua, coeficientes de partición, etcétera. El desarrollo de modelos matemáticos actualmente incorpora esos conocimientos y, gracias al avance tecnológico, se cuenta con mejores predictores de actividad biológica para el desarrollo de fármacos efectivos. El estudio de estos modelos, no se contempla en los programas educativos universitarios. Sin embargo, la alfabetización mediática e informacional entendida como habilidades y actitudes que permiten a las personas interactuar con proveedores de información para el desarrollo de pensamiento crítico y aptitudes para el aprendizaje es deseable en los estudiantes (2).

Este trabajo propone el uso de Reaxys® (3), una base de datos químicos, como una herramienta de inteligencia artificial en la alfabetización informacional de estudiantes universitarios a partir una estrategia de aprendizaje basado en problemas en el que se analizan las relaciones EAB de compuestos con dianas terapéuticas reconocidas.

**Metodología.** A partir de la formulación del problema y empleando Reaxys®, se pretende desarrollar una serie de conocimientos, habilidades y actitudes informacionales para desarrollar el pensamiento crítico en las relaciones EAB para sustancias químicas seleccionadas, sin usar cálculos moleculares.

**Resultados.** Reaxys® es una base de datos a la que se accede vía una suscripción. Se debe familiarizar a los usuarios con la base de datos pues, el empleo de los datos y los motores de búsqueda apropiados, permitirá una búsqueda especializada y el ejercicio del pensamiento crítico para el análisis de las relaciones estructura EAB. Reaxys® emplea aprendizaje automático para ayudar a los usuarios para encontrar, conectar y usar la información química de diferentes áreas y fuentes de información.

Problema: Estudiar las relaciones EAB para una familia de compuestos empleados en el tratamiento de diabetes tipo II que es causada por un proceso de resistencia a la insulina. Se sabe que la deficiencia de la proteína SCD1 (tejido adiposo) se asocia a ausencia de enfermedad. Hay además la isoforma SCD5 (tejido cerebral), por lo que un prometedor compuesto deberá ser capaz de inhibir la actividad de SCD1, afectando mínimamente la actividad de SCD5.



Fig. 1. Proceso de búsqueda en Reaxys® para entender relaciones EAB.

Usando la herramienta Query builder en Reaxys® se hace búsqueda a partir de la diana (Target Name) y la acción inhibitoria (Substance Action) en humanos. Se obtienen 2133 sustancias para SCD1 y 2520 para SCD5. Usando el operador booleano AND se hallan 2067 sustancias comunes. Construyendo el Heatmap pueden organizarse los datos por actividad (pX) y revisarse las estructuras, actividad y su relación. Se buscan compuesto que inhiba SCD1.

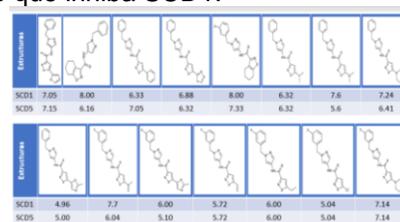


Fig. 2. Resultados arrojados por Reaxys® para analizar relaciones EAB.

**Conclusiones.** Es posible el desarrollo de estrategias de aprendizaje que estimule el análisis de las relaciones EAB a partir del uso de Reaxys®. El análisis de los datos obtenidos permite el desarrollo de pensamiento crítico de los estudiantes a partir del planteamiento de un problema y simultáneamente se mejora su alfabetización informacional.

## Bibliografía

1. Crum-Brown A, Fraser TR. (1868) *Trans. R. Soc. Edinburgh*. 25:151-203.
2. Wilson C. (2012) *Sci J Media Edu*. 39:1-12.
3. <https://www.elsevier.com/solutions/reaxys/higher-education/teaching-chemistry>.



## OBTENCIÓN DE MODELOS 3D DE UN PEPTIDO DE *Rickettsia rickettsii* ACOPLADO A MOLÉCULAS DEL HLA II

Karla Arroyo Solís, Carlos Peña Bates, Juan José Arias León, Fernando Puerto Manzano, Karla Dzul Rosado

Centro de Investigaciones "Dr. Hideyo Noguchi" Facultad de Medicina. UADY, Mérida, Yucatán, 97000, [alejandraarro992@gmail.com](mailto:alejandraarro992@gmail.com) [karla.dzul@correo.uady.mx](mailto:karla.dzul@correo.uady.mx)

*Palabras clave: Rickettsia rickettsii, respuesta inmune, in silico*

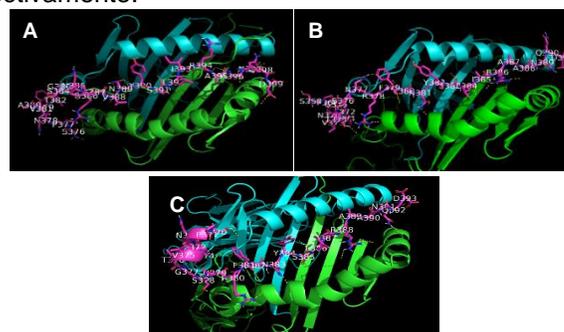
**Introducción.** La Fiebre Manchada de las Montañas Rocosas (FMMR), es una enfermedad infecciosa, emergente causada por la bacteria *Rickettsia rickettsii*. Por sus síntomas, la FMMR es usualmente mal diagnosticada lo que atrasa su tratamiento y puede concluir en un desenlace fatal (1). Debido a esto estudios se han enfocado en la búsqueda de antígenos para el desarrollo de diagnósticos y vacunas (2). El acoplamiento molecular o docking molecular es una técnica computacional que predice la conformación de una molécula a partir de las interacciones con otra. Estas predicciones son alternativas para la obtención de estructuras y en los últimos años se han utilizado en el diseño de fármacos (3).

En este trabajo se realizó un acoplamiento molecular de péptidos inmunogénicos de la proteína OmpB de *R. rickettsii* obtenidos mediante herramientas bioinformáticas con el fin de visualizar un modelo 3D de la conformación péptido-HLA.

**Metodología.** A partir de una investigación previa se obtuvieron 10 péptidos inmunogénicos de la proteína OmpB de *R. rickettsii*. Con las 10 secuencias se construyó un péptido de mayor tamaño compuesto de 24 aminoácidos y se encuentra en una región semi conservada en las especies de *Rickettsia* sp. Para el acoplamiento molecular se obtuvieron las estructuras cristalinas de las moléculas HLA-DRB1\*0101, HLA-DRB1\*0401 y HLA-DRB1\*1101 del RCSB Protein Data Bank. A través del programa Discovery Studio 3.5 Client, el agua y cualquier otra molécula heterogénea fueron removidas de las estructuras para evitar complicaciones en el acoplamiento. Se utilizó el servidor GalaxyPepDock para la predicción de los modelos. Para la selección del modelo, se tomaron en cuenta los puntajes de similitud de la estructura de la proteína, similitud de interacción y la precisión estimada, así como también el número de puentes de hidrógeno. Los modelos fueron visualizados en PyMOL Molecular Graphics System.

**Resultados.** En el acoplamiento molecular (Figura 1) se observa la unión exitosa del péptido construido en el surco de unión de los alelos HLA-DRB1\*0101, HLA-DRB1\*0401 y HLA-DRB1\*1101 del HLA clase II. Los péptidos tienden

a unirse fuertemente en el surco del alelo para poder construir una estructura estable. Los puntajes de similitud de la estructura proteica (TM-score) representan la similitud estructural entre la proteína predicha y la reportada en bases de datos, una similitud perfecta tiene un valor de 1, los modelos tuvieron puntajes de 0.981, 0.979 y 0.962 para los alelos HLA-DRB1\*0101, HLA-DRB1\*0401 y HLA-DRB1\*1101, respectivamente. Igualmente, el número de puentes de hidrógenos formados entre el péptido y el surco de unión de la molécula de HLA determina la fuerza con la que estas dos moléculas se unen entre sí, entre más puentes de hidrogeno se observen mejor es la unión, en estos modelos obtuvimos 16, 22 y 16 puentes de hidrogeno para los alelos HLA-DRB1\*0101, HLA-DRB1\*0401 y HLA-DRB1\*1101, respectivamente.



**Figura 1.** Modelos del acoplamiento molecular del péptido construido y los haplotipos del HLA II. A) Acoplamiento molecular con HLA-DRB1\*0101, B) Acoplamiento molecular con HLA-DRB1\*0401, C) Acoplamiento molecular con HLA-DRB1\*1101 y el péptido madre.

**Conclusiones.** El péptido construido con epítopos obtenidos con herramientas bioinformáticas es afín y puede unirse a las moléculas de HLA II por lo que tienen el potencial de activar una respuesta inmunitaria similar a la infección con *R. rickettsii*. Los modelos 3D dan una aproximación de las interacciones entre una molécula y la molécula diana.

### Bibliografía.

1. Blanton LS. (2019). *Infect Dis Clin North Am.* 33(1):213-29.
2. Osterloh A. (2020). *PLoS Negl Trop Dis.* 14(10):e0008704.
3. Ciemny M, Kurcinski M, Kamel K, Kolinski A, Alam N, Schueler-Furman O, et al. (2018) *Drug Discov Today.* 23(8):1530-7.



## IDENTIFICACIÓN MOLECULAR Y DIFERENCIAS DE BACTERIAS PROBIÓTICAS AISLADAS DE UNA VARIANTE DE LA BEBIDA TRADICIONAL FERMENTADA “BALCHÉ”

Tania Montejo Santos, Raquel Amor Morales Jiménez, Minerva Aurora Hernández Gallegos, Nelly Cristina Aguilar Sánchez, Angélica Alejandra Ochoa Flores, Paulina Estrada de lo Santos, José Rodolfo Velázquez Martínez.

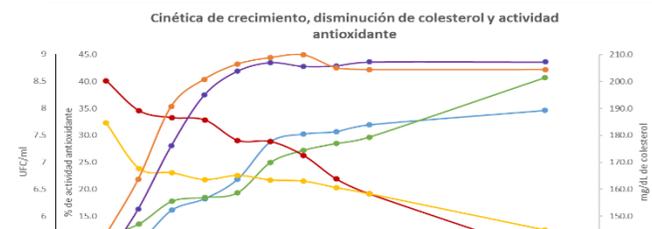
DAMJM, UJAT, Jalpa de Méndez, 86205. DACA, UJAT, Villahermosa, 86280. ENCB, IPN, CDMX, 11340, jrodolfovelazquez@gmail.com

**Palabras clave:** Probióticos, bioseguridad, filogenética, colesterol, actividad antioxidante, cinética de crecimiento, biopelícula.

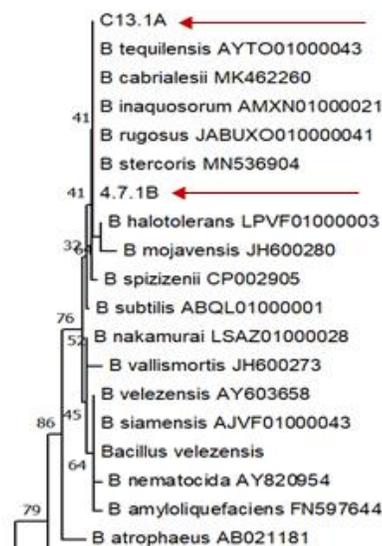
**Introducción.** Los probióticos son bacterias que generan un beneficio a la salud del hospedero al ser ingeridos. Las pruebas bioquímicas son muy útiles para investigar la seguridad alimentaria de las bacterias y los beneficios a la salud que estos proveen, la identificación molecular a nivel de especie y caracterización genómica permiten la identificación genes adversos a la función probiótica (1).

**Metodología.** En un trabajo previo se lograron aislar 2 cepas de bacterias con potencial probiótico (nombradas C13.1A y 4.7.1B) de una bebida fermentada tipo “balché” las cuales al ser aisladas demuestran características morfológicas diferentes. Para lograr el objetivo de la investigación, a ambas cepas se les realizó: identificación molecular por medio de la secuencia de ARN ribosomal 16S, cinética de crecimiento de 24 horas por conteo en placa (2), determinación de capacidad de reducción de colesterol (3), determinación de actividad antioxidante (DPPH) (4) y cuantificación de producción de biopelícula (5).

**Resultados.** En el análisis filogenético se identificó que ambas cepas pertenecen al género *Bacillus spp.* Las cepas presentaron ciertas similitudes en los resultados de cinética de crecimiento, reducción de colesterol y capacidad antioxidante. La diferencia principal de las bacterias es su morfología colonial, llamando mayormente la atención las diferencias entre los centros y bordes de las colonias, así como también su tamaño. La segunda diferencia significativa fue la cantidad de producción de biopelícula, en la cual a pesar de que ambas se clasificaron como productoras fuertes de biopelícula, la bacteria denominada como 4.7.1B fue la mayor productora de las dos.



**Fig. 1.** Gráfica comparativa de resultados de cinética de crecimiento, capacidad de disminución de colesterol y actividad antioxidante de la bacteria C13.1A y 4.7.1B.



**Fig. 2.** Árbol filogenético de ambas cepas. La historia evolutiva se determinó por medio del método Neighbor-Joining, con 1000 repeticiones de Bootstrap y las distancias evolutivas se calcularon usando el método Kimura-2 parámetro.

**Conclusiones.** Aunque ambas cepas pertenezcan al género *Bacillus spp.*, y tengan ciertas similitudes en los resultados de las pruebas realizadas, estas presentan diferencias marcadas en los aspectos de morfología colonial y formación de biopelícula, por lo que se propone llevar a cabo la secuenciación completa del genoma de cada una para su correcta identificación molecular.

**Agradecimientos.** Al laboratorio de Biotecnología Microbiana de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional por su apoyo durante esta investigación.

### Bibliografía.

- Saarela, M. H. (2019). *Current Opinion in Food Science*, vol. 30: 8-13.
- Vargas, J. F. C. (2017). Ajuste de un modelo cinético para el crecimiento de *Lactobacillus Acidophilus* en la fermentación de un sustrato complejo. 78.
- Ziarno, M. (2007). *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(1), 83-94.
- Xing, J., Wang, G., Zhang, Q., Liu, X., Gu, Z., Zhang, H., Chen, Y. Q., & Chen, W. (2015). *PLOS ONE*, 10(3).
- Shakeri, S., Kermanshahi, R. K., Moghaddam, M. M., & Emtiazi, G. (2007). *Biofouling*, 23(2), 79-86.



## EFECTO DE DIFERENTES DIETAS CON PROBIÓTICOS EN LA CARACTERIZACIÓN MICROBIANA EN UN SISTEMA DE CULTIVO DE *Litopenaeus vannamei* SUPLEMENTADO CON BIOFLOCS

Roberto Vázquez-Euán<sup>1</sup>, Estefanía Garibay-Valdez<sup>2</sup>, Luis R. Martínez-Córdova<sup>1</sup>, Kadiya Calderón<sup>1</sup> ([kadiya.calderon@unison.mx](mailto:kadiya.calderon@unison.mx))

<sup>1</sup> Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Donaldo Colosio S/N. CP., 83000, Hermosillo, Sonora, México. <sup>2</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas, NO. 46, C.P. 83304, Hermosillo, Sonora, México.

*Palabras clave: Biofloc, Camarón blanco, Microbiota.*

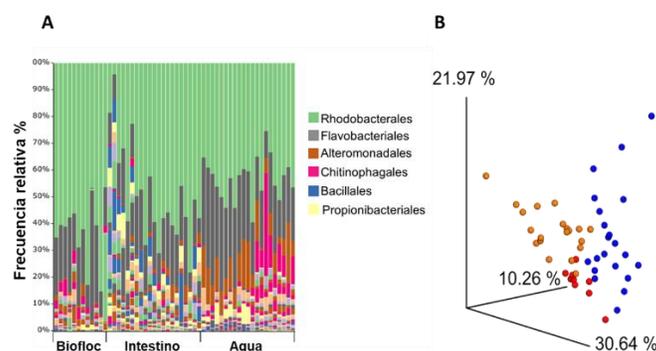
**Introducción.** El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es de los animales más exitosos y valiosos de la acuicultura a nivel mundial<sup>1</sup>. Sin embargo, su producción ha sido fuertemente afectada por diversos patógenos. Se ha demostrado que algunos brotes de patógenos pueden ser prevenidos usando la tecnología de bioflocs (BFT) en los cultivos de camarones, la cual es capaz de modificar benéficamente la proliferación de comunidades bióticas particulares que mejoran la calidad del agua y que sirven como alimento vivo de los camarones<sup>2</sup>, por lo que identificar y estudiar la microbiota en el sistema de cultivo de los camarones permite la identificación temprana de patógenos potenciales y la de microorganismos benéficos<sup>3</sup>.

El propósito de este trabajo fue determinar la diversidad y composición de la comunidad bacteriana en los biofloc, el agua y el tracto digestivo del camarón blanco, cultivado a escala de laboratorio en un sistema BFT alimentado con tres dietas con diferentes probióticos.

**Metodología.** El bioensayo fue realizado durante 30 días con 45 camarones juveniles (17 g ± 2g) distribuidos aleatoriamente en cada uno de 12 tanques de cultivo en condiciones controladas al interior del laboratorio. Se analizaron por triplicado tres dietas (en proceso de patente), únicamente diferenciadas por un probiótico añadido, aislado de organismos acuáticos y comparadas con un alimento comercial como control con las mismas características de contenido de proteína y grasa. Los tratamientos se analizaron por metagenómica para observar la riqueza y diversidad de especies<sup>4</sup> y se realizó un análisis de coordenadas principales (ACP) para evaluar la estructura del microbioma en el agua, los bioflocs y el intestino de los camarones. La calidad del agua fue monitoreada diariamente.

**Resultados.** Los parámetros de la calidad del agua no mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos, estando dentro de los parámetros de cultivo normales para camarones. En el análisis metagenómico, se obtuvieron un total de 7,979,401 secuencias útiles a partir de 54 muestras del agua ( $n=21$ ), intestino ( $n=21$ ) y biofloc ( $n=12$ ). La diversidad alfa se comprobó con el índice Shannon y las curvas de

muestras fueron agrupadas de acuerdo al tipo de bioflocs (control, BBR, EAO y EAT) y ambiental (biofloc, agua o intestino). Los fila con la más alta abundancia en el sistema entero fueron Proteobacteria, Bacteroidetes y Actinobacteria. A nivel de orden, los microorganismos más abundantes fueron las Rhodobacterales, Flavobacterales, Alteromonadales y Chitinofagales (Fig. 1A). El ACP de la composición del microbioma explica la variabilidad del 62 % entre los microbiomas del agua, los biofloc y el intestino de los camarones (Fig. 1B). Se observó una fuerte separación entre los perfiles taxonómicos de los tres ambientes, siendo más diferenciada entre el agua y el intestino.



**Fig. 1. (A)** Perfil taxonómico a nivel de orden presente en biofloc, agua y el intestino de los camarones en un sistema de cultivo. **(B)** ACP de la composición microbiana. El color rojo muestra la estructura de la comunidad en el biofloc, el azul en el intestino y el naranja en el agua.

**Conclusiones.** Los sistemas BFT son una excelente opción para añadir probióticos como fuente natural de alimento, mejorando la microbiota de los camarones. El conocimiento surgido de este trabajo puede ayudar a diseñar estrategias innovadoras para manipular la estructura de la comunidad microbiana por medio de los bioflocs en el agua y el intestino de los camarones.

### Bibliografía

1. Action, I. (2020). World Fisheries and Aquaculture.
2. Martínez-Porchas, M., & Vargas-Albores, F. (2017). Rev Aqua 9: 42-56.
3. Cornejo-Granados, F., Gallardo-Becerra, L., Ochoa-Romo, J. P., & Ochoa-Leyva, A. (2018). PeerJ, 6, e5382.
4. Camarinha-Silva, A., Jáuregui, R., Chaves-Moreno, D., Oxley, A. Pieper, D. H. (2014). Environ Microbiol, 16(9), 2939-2952.



## PERFIL METABOLÓMICO DE TEJIDOS INDIFERENCIADOS DE DOS GRUPOS VARIETALES DE CHAYOTE (*Sechium edule* (JACQ). SWARTZ) ELICITADOS CON METIL JASMONATO

Ivonne N. Bravo-Ruiz<sup>1</sup>, Eliel Ruiz-May<sup>2</sup>, Juan L. Monribot-Villanueva<sup>2</sup>, José A. Guerrero-Analco<sup>2</sup>, María T. González-Arnao<sup>1</sup>, Carlos A. Cruz-Cruz<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Químicas, Orizaba, Veracruz, México.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Prolongación de Oriente 6 # 1009, Orizaba 94340, Veracruz, México.

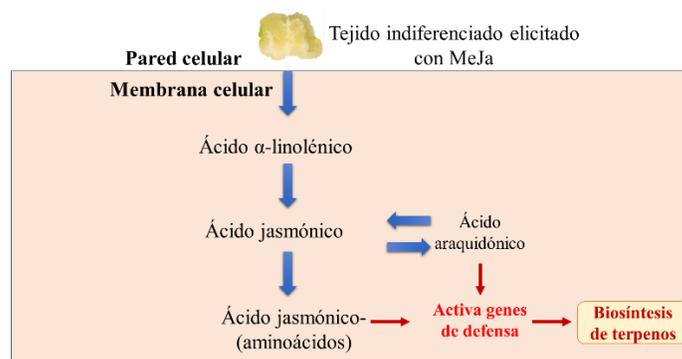
<sup>2</sup> Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)—Clúster Científico y Tecnológico BioMimic®, Red de Estudios Moleculares Avanzados, Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91073, Veracruz, México. Correo electrónico: [calacruz@uv.mx](mailto:calacruz@uv.mx).

**Palabras clave:** *Sechium edule*, elicitación *in vitro*, metabolómica

**Introducción.** El chayote (*Sechium edule* (Jacq). Swartz) es una hortaliza endémica de Veracruz utilizado en la dieta diaria y en la medicina tradicional debido a su alta actividad biológica (1). El cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales de *S. edule* es una alternativa para la síntesis y obtención de metabolitos secundarios de interés industrial y farmacológico de una forma constante y en condiciones controladas. La aplicación de elicitors, como el metil jasmonato (MeJa), permiten obtener y potenciar la síntesis de compuestos con alto valor agregado, representando una alternativa atractiva para su producción (2). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el perfil metabolómico de tejidos indiferenciados de *S. edule* (*nigrum xalapensis* y *virens levis*) elicitados con metil jasmonato a concentraciones de 25, 50 y 100  $\mu\text{M}$  a las 24 y 48 h.

**Metodología.** El establecimiento *in vitro* de *S. edule* se realizó a partir de embriones provenientes de frutos maduros. Se indujo la formación de células indiferenciadas en dos grupos varietales de chayote (*virens levis* y *nigrum xalapensis*) con 2,4-D. El perfil metabolómico por UPLC-MS fue realizado a partir de análisis bioinformático no dirigido con el software libre Metaboanalyst 5.0, determinando factores de enriquecimiento de rutas metabólicas y metabolitos secundarios, evaluando la respuesta de tejidos indiferenciados de chayote sobre la concentración y tiempo de exposición de MeJa como agente elicitor.

**Resultados.** La inducción de células indiferenciadas friables en *S. edule* se obtuvo a una concentración de 1  $\text{mgL}^{-1}$  de 2,4-D a partir de tejido foliar. Se identificó que la aplicación de MeJa como agente elicitor en tejido caloso de chayote es capaz de aumentar el factor de enriquecimiento en la rutas metabólicas del ácido  $\alpha$ -linolénico y ácido araquidónico, promoviendo la biosíntesis de metabolitos secundarios asociados a la síntesis de terpenos como el geranilgeranil-PP a concentraciones de 25  $\mu\text{M}$  de MeJa en *virens levis* y 100  $\mu\text{M}$  de MeJa en *nigrum xalapensis* a las 24 h.



**Figura 1.** Respuesta metabólica del tejido indiferenciado de *S. edule* elicitado con MeJA.

**Conclusión.** El MeJa como agente elicitor es capaz de promover la biosíntesis de terpenos mediante cascadas de señalización en los tejidos indiferenciados de *Sechium edule*. Sin embargo, la acumulación de los metabolitos secundarios depende del grupo varietal analizado.

**Agradecimiento:** Al Instituto de ecología (INECOL) y Universidad Veracruzana por las facilidades de infraestructura y apoyo técnico para realizar la investigación.

### Bibliografía

- Cadena-Iñiguez, J, Soto-Hernández, M, Arévalo-Galarza, M, Avendaño-Arrazate, C.H, Aguirre-Medina, J.F. y Ruiz-Posadas, L. (2011). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17:45-55
- Arias, M., Aguirre, A., Angarita, M., Montoya, C. y Restrepo, J. (2009). *Dyna*, 76(157):109-121



## Área 07

# Biotecnología ambiental y conservación de la biodiversidad





## Área 07 – Biotecnología ambiental y conservación de la biodiversidad

### Memorias

#### Contenido

<p><b>Tolerancia de bacterias streptomyces al herbicida glifosato</b> Kevin Daniel Chávez Sánchez, Zahaed Evangelista Martínez.</p>	98
<p><b>Selección de bacterias del género <i>Streptomyces</i> para la degradación del herbicida glifosato</b> Daniela Cortés-Barrios, Diana Ríos-Muñiz, Zahaed Evangelista-Martínez</p>	99
<p><b>Aislamiento e identificación de bacterias de suelos contaminados con residuos plásticos, en Yucatán</b> Cristina América Morando-Grijalva, Ana Ramos-Díaz, Neith Pacheco, Soledad Cecilia Pech-Cohuo, Juan C. Cuevas-Bernardino, Angela Francisca Ku González</p>	100
<p><b>Variación temporal de la microbiota del aire de la ciudad de Mérida</b> Oscar Álvarez-Rivera, Héctor Estrada-Medina, César de los Santos-Briones, Aileen O'Connor-Sánchez</p>	101
<p><b>Degradación de lignina del sargazo pelágico proveniente del caribe mexicano a temperatura ambiente.</b> Jorge Arturo Domínguez Maldonado, Raúl Tapia Tussell; Edgar Olguín Maciel, Alberto Cortés Velázquez, Francisco Javier García Villalobos, Gerardo Rivera Muñoz, Sara Solís Pereira</p>	102
<p><b>Caracterización de fibras y cultivo <i>in vitro</i> de <i>Sansevieria trispasciata</i> Prain., un modelo potencial para metabolismo cam y genómica funcional de fibras</b> Eleazar García Hernández, Maribel M. Loera Quezada, Dalia C. Morán Velázquez, Hilda A. Zavaleta Mancera, Mercedes G. López, Fulgencio Alatorre Cobos</p>	103
<p><b>Re-vegetar las dunas costeras campechanas ¿una realidad viable?</b> Rodrigo A. Borges Escalante, Wendy G. Rodríguez Santos, René E. Canché Solís, Gustavo Enrique Mendoza-Arroyo</p>	104
<p><b>Estudio de la tolerancia a metales pesados de bacterias halófilas colectadas en isla arena, Campeche</b> Luis Alfonso Can-Herrera, Carlos Andrés Sánchez-García, Raciél Javier Estrada-León, Rosa Yazmín Us-Camas, Nubia Noemí Cob-Calán y Dany Alejandro Dzib-Cauich</p>	105



<p><b>Tratamiento de vinazas con lacasas inmovilizadas en esferas de alginato de cobre</b>          Carlos Hernández Calderón, Raúl Tapia Tussell, Luis Cuevas Glory, Denis Magaña Ortiz, Gerardo Rivera Muñoz, Sara Solís Pereira</p>	106
<p><b>Relación de la química del agua intersticial con la degradación de la hojarasca en dos bosques de mangle en Oaxaca, México</b>          Carlos A. Chan-Keb, Claudia M. Agraz-Hernández, Román A. Pérez-Balan, Eduardo J. Gutiérrez Alcántara, Teresita del Niño Jesús Maldonado Montiel, Jordán E. Reyes Castellano, Juan Osti-Sáenz</p>	107
<p><b>Determinación de antibióticos y bacterias resistentes en muestras obtenidas de la planta de tratamiento de aguas residuales de Saltillo, Coahuila</b>          Grethel Díaz Palafox, Yahaira de Jesús Tamayo Ordoñez, Benjamín Abraham Ayil Gutiérrez, Mónica Margarita Rodríguez-Garza, Francisco Alberto Tamayo Ordoñez, Erika Yanneth Acosta Cruz, Gerardo de Jesús Sosa Santillán, María Concepción Tamayo-Ordoñez</p>	108
<p><b>Aislamiento de bacterias procedentes de charcas salinas de Zapotitlán salinas, Puebla</b>          Susana Guadalupe Puch Acosta, Alondra L. Villanueva Arciga, Mireya G. Rosado Sánchez, Karla Peraza Jiménez, Angelina Apolinar Mejía, Ruth López Alcántara, Ariadna Garza Ortiz, Miriam Silvia López Vigil, J. Efraín Ramírez Benítez</p>	109
<p><b>Desarrollo de una colección microbiana a partir de muestras de ambientes marinos del litoral de la península de Yucatán</b>          Mireya Guadalupe Rosado Sánchez, Nahomi E. Coronel Ballina, Arely D. Chimeo Jiménez; Susana G. Puch Acosta, Karla Peraza Jiménez, Anderson Chablé May, Yaela Cahuich Dzib, Delghi Y. Ruiz Patrón, Ruth López Alcántara, Ariadna Garza Ortiz, J. Efraín Ramírez Benítez</p>	110
<p><b>Eliminación de mercurio (II) en solución por la biomasa del lirio acuático</b>          Deysi A. Juárez Torres; Juan F. Cárdenas González, Adriana Rodríguez Pérez, Víctor M. Martínez Juárez, Ismael Acosta-Rodríguez</p>	111



## TOLERANCIA DE BACTERIAS STREPTOMYCES AL HERBICIDA GLIFOSATO

Kevin Daniel Chávez Sánchez, Zahaed Evangelista Martínez.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, AC. Subsele Sureste, Mérida, Yucatán, 97302, [kevindaniel.1997@icloud.com](mailto:kevindaniel.1997@icloud.com)

*Palabras clave: Streptomyces, glifosato, tolerancia.*

### Introducción

El género *Streptomyces* es capaz de producir una serie de metabolitos primarios y secundarios, los cuales tienen diferentes aplicaciones en varias disciplinas como agricultura, medicina y biotecnología (1). El herbicida glifosato es el más empleado alrededor del mundo, está destinado, principalmente, para el control de arvenses en los campos de cultivo dada su alta efectividad (2). La aplicación de bioinoculantes es una de las alternativas como respuesta a problemas medioambientales por el sector agrícola, además, los microorganismos poseen cualidades que ayudan a la disminución en el uso de herbicidas, así como también a la tolerancia o degradación de agroquímicos para aminorar el impacto ambiental (3).

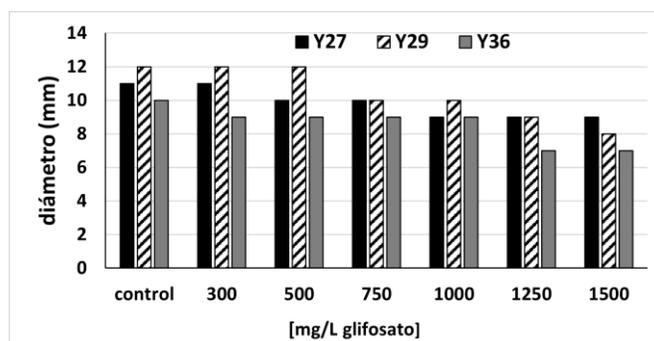
El objetivo de este estudio tuvo la finalidad de evaluar la tolerancia de *Streptomyces* en presencia de glifosato a diferentes concentraciones.

### Metodología.

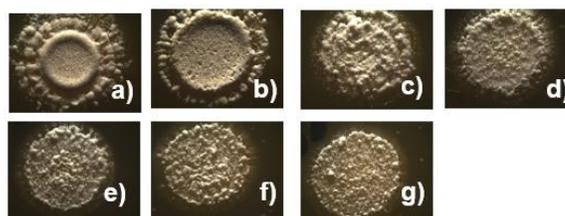
- Se realizó una selección preliminar a partir de 25 cepas de suelo tolerantes a glifosato en medio mínimo ISP9 complementado con concentraciones desde 300 a 750 mg/L.
- Las cepas tolerantes se inocularon incrementando la concentración de glifosato hasta 1500 mg/L.
- El efecto del glifosato sobre las cepas se evaluó mediante la medición del crecimiento y el diámetro de las colonias.
- El efecto del glifosato en la morfología de las colonias se realizó mediante microscopía.
- Todos los tratamientos se realizaron por triplicado.

### Resultados.

En el primer tratamiento 6 cepas bacterianas (Y18, Y20, Y27, Y28, Y29, Y36) mostraron crecimiento y esporulación hasta concentraciones de 750 mg/L. En el segundo tratamiento las 3 cepas resultantes (Y27, Y29, Y36) demostraron crecimiento hasta 1500 mg/L de concentración. El glifosato tuvo efecto en las cepas de *Streptomyces* a partir de la concentración de 500 mg/L, en altas concentraciones las actinobacterias no mostraron grandes cambios en su crecimiento respecto a la muestra control.



**Gráfica 1.** Comparativa de crecimiento de diferentes cepas de *Streptomyces* en concentraciones de glifosato.



**Fig. 1.** Efecto del glifosato sobre *Streptomyces* a 14 días de inoculación. a) control, b) 300, c) 500, d) 750, e) 1000, f) 1250, g) 1500 [mg/L]

### Conclusiones.

Las cepas Y27, Y29 y Y36 mostraron tolerancia a altas concentraciones de glifosato, no se observaron afectaciones en el crecimiento y esporulación a las condiciones que fueron sometidas.

### Bibliografía

- Espinosa-Barrera, L., Serrano-Posada, H., & Centeno-Leija, S. (2021). *Streptomyces*: "La vieja confiable." 36–44.
- Velástegui-Espín, Giovanni Patricio, Pazmiño-Miranda, Pilar, & Vásquez, Carlos. (2018). El glifosato: Su uso e implicaciones en la salud humana. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 6(2), 86-88.
- Hernández Gujarro, Keren, Covacevich, Fernanda, Aparicio, Virginia Carolina, & De Gerónimo, Eduardo. (2018). Bacterias nativas del suelo con potencial para la degradación de glifosato y promoción del crecimiento vegetal. *Ciencia del suelo*, 36(2), 105-114.



## SELECCIÓN DE BACTERIAS DEL GÉNERO *Streptomyces* PARA LA DEGRADACIÓN DEL HERBICIDA GLIFOSATO

Daniela Cortés-Barrios, Diana Ríos-Muñiz, Zahaed Evangelista-Martínez.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C (CIATEJ) Subsele Sureste. Mérida, Yucatán, México. 97302. [zevangelista@ciatej.mx](mailto:zevangelista@ciatej.mx)

*Palabras clave: Glifosato, Biodegradación, Streptomyces*

**Introducción.** Anualmente se pierde entre 26 y 40 % de la producción agrícola en el mundo debido a las malezas y plagas. El glifosato es uno de los principales herbicidas que se utilizan para controlar y/o eliminar las malezas que afectan la producción de alimentos en el campo (1). El compuesto puede persistir en el ambiente y causar problemas de contaminación en los suelos y cuerpos de agua, además de que se acumula en los tejidos de plantas y animales. El consumo de productos que contienen residuos de glifosato puede causar problemas a la salud, que van desde mareos, irritaciones en la piel o incluso el desarrollo de cáncer. Por lo tanto, existe la necesidad de buscar alternativas para la biodegradación del glifosato, una de las cuales es mediante la utilización de microorganismos (2). Diversas especies de microorganismos han sido aislados de suelos contaminados con glifosato, incluidos los actinomicetos, además se han identificado algunas cepas capaces de tolerar o utilizar glifosato como única fuente de fósforo. (2, 3).

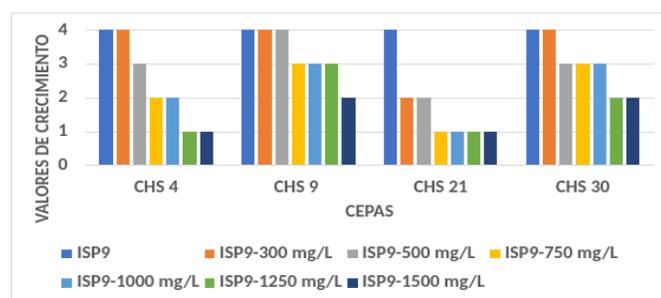
Por tal motivo el objetivo del estudio fue seleccionar e identificar a cepas de bacterias *Streptomyces* con la capacidad de crecer en presencia del herbicida glifosato.

**Metodología.** La selección de las cepas con capacidad para crecer en presencia del glifosato se realizó con aislados conservados en el Banco de Germoplasma de Actinomicetos del CIATEJ A. C, de la siguiente forma:

- Se reactivaron 24 cepas que provienen de suelos del Estado de Chiapas en medio ISP2, registrando sus características morfológicas de acuerdo a los criterios descritos por Shirling y Gottlieb (1966).
- Se prepararon suspensiones de esporas de cada cepa que se emplearon para inocular el medio mínimo ISP9 suplementado con glifosato.
- La selección de las cepas tolerantes a glifosato se realizó a las concentraciones iniciales de 300, 500 y 750 mg/L. Las cepas inoculadas en el medio ISP9 + glifosato se mantuvieron a 29°C por 14 días.
- Las cepas que mostraron crecimiento a la concentración de 750 mg/L de glifosato se evaluaron a concentraciones mayores de glifosato (1000, 1250 y 1500 mg/L).
- El crecimiento en presencia de glifosato se evaluó mediante una escala hedónica de cuatro puntos, empleando el crecimiento vegetativo y la esporulación de las cepas.
- La identificación molecular se realizó mediante la secuenciación del gen ribosomal 16S.

### Resultados.

Inicialmente las 24 cepas se caracterizaron con base en el desarrollo de micelio aéreo, vegetativo y producción de esporas. Solo siete cepas crecieron y mostraron tolerancia a 750 mg/L del glifosato. Al aumentar la concentración de glifosato a estas cepas preseleccionadas, sólo cuatro toleraron 1500 mg/L del herbicida (CHS 4, CHS 9, CHS 21 y CHS 30) (Figura 1).



**Fig. 1.** Crecimiento de las cepas a distintas concentraciones del herbicida.

Al resembrar las cuatro cepas en medio ISP2, dos (CHS 9 y CHS 21) mostraron ciertos cambios morfofisiológicos evidenciados por una disminución en la producción de esporas y del pigmento difusible en el medio. Cabe destacar que las características morfológicas se recuperaron al continuar la incubación hasta el día 14. Con base en sus características morfológicas y análisis del gen rRNA 16S, todas las cepas pertenecen al género *Streptomyces*.

**Conclusiones.** De las 24 cepas evaluadas, cuatro toleraron hasta 1500 mg/L de glifosato, que es una concentración alta de acuerdo a lo que se ha reportado en otros trabajos.

**Agradecimientos.** Proyecto apoyado por CONACYT Fronteras de la Ciencia No. 320612

### Bibliografía

- Kryuchkova Y., Burygin G., Gogoleva N., Gogolev Y., Chernyshova M., Makarov O., Fedorov E. y Turkovskaya O. (2014). *Microbiol. Res.* 169:99-105.
- Massot F., Gkorezis P., Van Hamme J., Marino D., Spirovic Trifunovic B., Vukovic G., d'Haen J., Pintelon I., Giuliotti A.M., Merini L., Vangronsveld J. y Thijs S. (2021). *Front. Microbiol.* 11:598507.
- Singh S., Kumar V., Gill J. P. K., Datta S., Singh S., Dhaka V., Kapoor D., Wani A. B., Singh D., Kumar M., Harikumar S. L y Singh J. (2020). *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 17(20): 7519.
- Shirling, E. B. y Gottlieb, D. (1996). *Int. J. Evol. Microbiol.* 16: 313-340.



## AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS DE SUELOS CONTAMINADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS, EN YUCATÁN.

Cristina América Morando-Grijalva<sup>a</sup>, Ana Ramos-Díaz<sup>\*a</sup>, Neith Pacheco<sup>a</sup>, Soledad Cecilia Pech-Cohuo<sup>a</sup>, Juan C. Cuevas-Bernardino<sup>b</sup>, Angela Francisca Ku González<sup>c</sup>.

<sup>a</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C, subsele sureste.

<sup>b</sup>CONACYT-CIATEJ, <sup>c</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán

\*[aramos@ciatej.mx](mailto:aramos@ciatej.mx).

*Palabras clave: biodegradación, plásticos, contaminación.*

**Introducción.** La naturaleza no biodegradable de los residuos plásticos conduce a su acumulación continua en el medio ambiente, ocasionando problemas ambientales graves que incluyen todo tipo de ecosistemas terrestres, inclusive los pastizales forestales del desierto y las regiones polares (1), representando una amenaza potencial para la biota del suelo con respecto a su biodiversidad y función (2). Recientemente, se han reportado bacterias con capacidad para degradar plásticos aisladas de suelos recolectados en vertederos (3). El objetivo del presente trabajo fue aislar e identificar bacterias con potencial para degradar plásticos.

**Metodología.** Se recolectaron muestras de suelo de sitios con visible acumulación de residuos plásticos en Yucatán. El aislamiento se realizó siguiendo la metodología reportada por (4): el suelo fue resuspendido en agua peptonada, se realizaron diluciones seriadas y se inocularon por extensión en cajas Petri con *Actinomycete Isolation Agar* HIMEDIA, agar nutritivo e *International Streptomyces Project #2*, adicionados con antibióticos y antifúngicos. Se mantuvieron a 28 °C hasta observar crecimiento.

Una vez obtenidas colonias puras, se realizó extracción de ADN, el cual se amplificó por PCR, los amplicones se purificaron y se enviaron a secuenciar por Sanger. Las secuencias obtenidas fueron comparadas con BLAST de la base de datos NCBI. Las secuencias se alinearon con secuencias de referencia y se construyó un árbol filogenético.

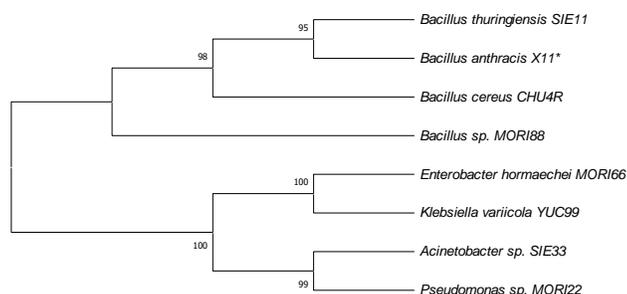
**Resultados.** Se aislaron e identificaron siete bacterias con distintas características morfológicas macro y microscópicas. Las bacterias presentaron porcentajes de similitud por encima del 99% para los géneros *Bacillus*, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Pseudomonas* (Tabla 1). Similar a lo que reporta (3) quienes identificaron bacterias de los géneros *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, y *Micrococcus* con capacidad de utilizar granos de polietileno de baja densidad como fuente de carbono. Se construyó un árbol filogenético sobre la base de la similitud de las secuencias obtenidas y la secuencia de *B. anthracis* strain X11 aislada por (5) con capacidad para degradar plásticos. Existen reportes de bacterias pertenecientes al género

*Bacillus* que han sido aisladas de distintos tipos de suelos colectados de sitios contaminados con residuos plásticos, que han presentado la capacidad para degradar plásticos.

Actualmente se están realizando ensayos de degradación utilizando policaprolactona emulsificada en medio mínimo de sales y las bacterias aisladas, para posteriormente evaluar su capacidad degradativa. **Conclusiones.** Las bacterias aisladas podrían tener capacidad para degradar diferentes tipos de plásticos.

**Tabla 1.** Identificación tentativa de las cepas aisladas mediante el análisis de la secuencia de 16S ADN.

Código	% similitud en BLAST	Identidad
MORI88	100	<i>Bacillus</i> sp.
SIE11	100	<i>Bacillus thuringiensis</i>
CHU4R	99.4	<i>Bacillus cereus</i>
MORI66	100	<i>Enterobacter hormaechei</i>
SIE33	100	<i>Acinetobacter</i> sp.
YUC99	99.03	<i>Klebsiella variicola</i>
MORI22	100	<i>Pseudomonas</i> sp.



**Fig. 1.** Árbol filogenético de las cepas presuntamente identificadas y la cepa de referencia con capacidad degradativa (\*).

**Agradecimiento.** Se agradece a CONACYT por la beca otorgada con No. 766137.

### Bibliografía.

- Gupta, K., Devi, D. (2020). *Heliyon*. 6, 1-11.
- de Souza, A., Lau, C., Till, J., Kloas, W., Lehmann, A., Becker, R., Rillig, M. (2018). *ES&T*. 52, 9656-9665.
- Kunlere, I., Fagade, O., Nwadike, B. (2019). *Int. J. Environ. Sci.* 76, 428-440.
- Rakesh, E., Rajakomuraiah, T. (2021). *Ann. Romanian Soc. Cell Biol.* 25, 19327-19335.
- Fibriarti, B., Feliatra, Amin, B., Darwis. (2021). *Biodivers. J.* 22, 5484-5490.



## VARIACIÓN TEMPORAL DE LA MICROBIOTA DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MÉRIDA

Oscar Álvarez-Rivera<sup>1</sup>, Héctor Estrada-Medina<sup>2</sup>, César de los Santos-Briones<sup>1</sup>, Aileen O'Connor-Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología, Mérida, Yucatán C.P. 97205, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Mérida, Yucatán C.P. 97315, México.

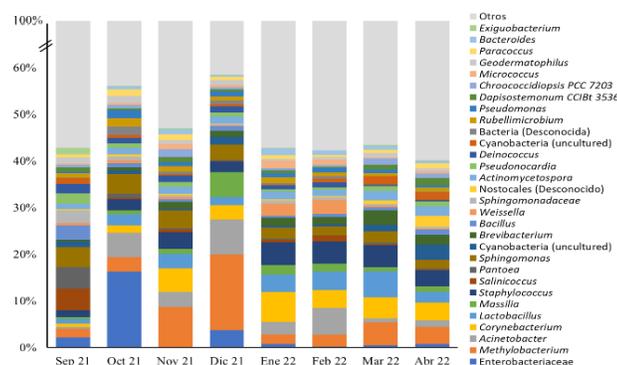
Autor de correspondencia: aileen@cicy.mx

*Palabras clave:* Aerobiología, Comunidades microbianas, metagenómica

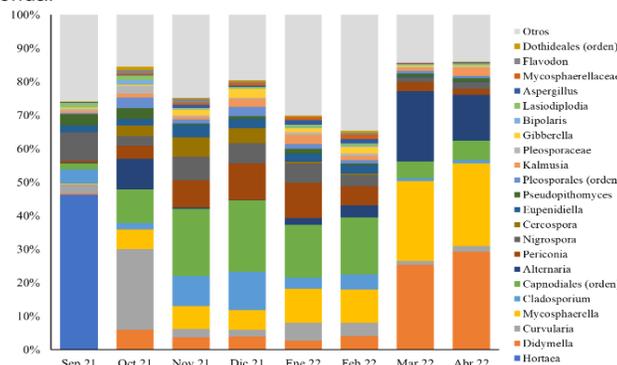
**Introducción.** En toda la atmósfera hay microorganismos que el viento transporta de un lugar a otro. Su diversidad y abundancia es variable y dependen de las condiciones ambientales y geográficas de cada región. El estudio de estos microorganismos es importante, ya que muchos son potencialmente patógenos de humanos, animales y plantas, además de tener diferentes funciones ambientales. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la variación temporal de la microbiota aerotransportada en la ciudad de Mérida, mediante tecnología metagenómica.

**Metodología.** El muestreo se realizó en la azotea de la Unidad de Biotecnología del CICY (12m de altura), con una aspiradora comercial Koblenz con capacidad máxima de 149 ft<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> (15min de trabajo/15min de descanso/24hr, durante los días sin lluvia de cada mes). Se filtró el aire y se colectó mensualmente la biomasa suspendida (>0.22 μ) de septiembre 2021 a abril 2022. Se extrajo el ADN total de cada filtro con un kit PowerSoil® y se secuenció con la plataforma Illumina MiSeq; amplificando la región V3-V4 del gen 16S (bacterias) y la región ITS2 (hongos). Las secuencias fueron procesadas y analizadas en el programa Qiime2 v2022.2 (Boyle et al., 2019).

**Resultados.** Se identificaron 72 géneros bacterianos presentes en todos los meses, 33 de ellos con una proporción mayor al 1%, comprendiendo el 50-60% del total mensual. Se encontró variación mensual en la abundancia de los géneros más representados (Fig. 1). En septiembre (*Salinococcus*, *Pantoea* y *Sphingomonas*), en octubre (un género no identificado de la familia Enterobacteriaceae), en noviembre y diciembre (*Methylobacterium*), en enero (*Corynebacterium*), en febrero (*Acinetobacter*), y en marzo y abril (*Methylobacterium*, *Corynebacterium*, *Staphylococcus*). *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Pantoea*, y el género de la familia Enterobacteriaceae, han sido reportados como potenciales patógenos del ser humano. En cuanto a hongos, 30 géneros estuvieron presentes en todos los meses. Destacó la dominancia del género *Curvularia* (octubre), el incremento de *Didymella*, *Mycosphaerella* y *Alternaria*, y la disminución de un género del orden Capnoidales (marzo-abril) (Fig. 2). Se identificaron patógenos como *Alternaria*, *Cladosporium* y *Periconia* (alergénicos en humanos), *Hortea* y *Exserohilum* (afecciones diversas en humanos) y *Cercospora* y *Lasioidiplodia* (patógenos de plantas).



**Fig. 1.** Representación gráfica de las abundancias relativas de los principales géneros de bacterias en el aire en la ciudad de Mérida.



**Fig. 2.** Representación gráfica de las abundancias relativas de los principales géneros de hongos en el aire en la ciudad de Mérida.

**Conclusiones.** Se encontró variación mensual en las abundancias relativas a nivel de género. Además de un core de 72 géneros de bacterias y 30 de hongos, entre los cuales se encontraron patógenos, cuyas abundancias relativas variaron mensualmente (v.g. *Acinetobacter*, *Alternaria*, *Corynebacterium*, *Curvularia*).

**Agradecimiento.** Al CONACyT por la beca de doctorado otorgada al primer autor (CVU: 761256).

### Bibliografía.

1. Bolyen E, Rideout JR, Dillon MR, Bokulich NA, Abnet CC, Al-Ghalith GA.... and Caporaso JG. 2019. Nature Biotechnology 37: 852–857.



## DEGRADACIÓN DE LIGNINA DEL SARGAZO PELÁGICO PROVENIENTE DEL CARIBE MEXICANO A TEMPERATURA AMBIENTE.

Jorge Arturo Domínguez Maldonado<sup>1</sup>, Raúl Tapia Tussell<sup>1</sup>; Edgar Olgún Maciel<sup>1</sup>, Alberto Cortés Velázquez<sup>2</sup>, Francisco Javier García Villalobos<sup>2</sup>, Gerardo Rivera Muñoz<sup>3</sup>, \*Sara Solís Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>- Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; CP 97205, Mérida, Yucatán, México.

<sup>2</sup>- Dirección de Gestión Tecnológica, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 # 130, Col. Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, 97200, México

<sup>3</sup>- Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico km. 4.5 S/N C.P. 97118 Mérida, Yucatán México.

\*Autor de correspondencia Correo electrónico: [sara.elena.solis@gmail.com](mailto:sara.elena.solis@gmail.com)

Palabras clave: Sargazo pelágico, degradación, lignina

**Introducción.** La afluencia atípica de *Sargassum* representa un grave problema que afecta al caribe mexicano desde el 2011 a la fecha[1]. El sargazo que llega a las playas mexicanas (*Sargassum fluitans* y *S. natans*) presenta una estructura rígida de textura leñosa. Es por esto que diversos estudios han caracterizado este material lignocelulósico que ha mostrado una alta concentración de lignina.[2]. Este hecho representa un problema en el manejo ambiental ya que la degradación de los polímeros complejos de la lignina determinará el tiempo de vida en el ambiente.

El objetivo de este trabajo fue establecer la degradación de sargazo pelágico a temperatura ambiente y determinar el balance de masa durante 150 días.

**Metodología.** Las muestras de sargazo se colectaron en Puerto Morelos Q. Roo, México, se lavaron y mantuvieron en recipientes estériles a temperatura ambiente. La lignina se determinó por triplicado con los métodos NREL/TP-510-42,622, el NREL/TP-510-42618 del Laboratorio Nacional de energías renovables; el CO<sub>2</sub>, metano y H<sub>2</sub>S en un analizador Biogas 5000 y los grupos funcionales en FT-IR Tensor II (Milton, ON, Canadá) con accesorio de ATR y un analizador (CHONS)Thermo mod. Flash 2000.

**Resultados.** En la biomasa de sargazo se observó una disminución en la concentración de lignina a los 150 días de almacenamiento (Tabla1). Esto fue corroborado con un análisis FTIR como se observa en la Figura 1.

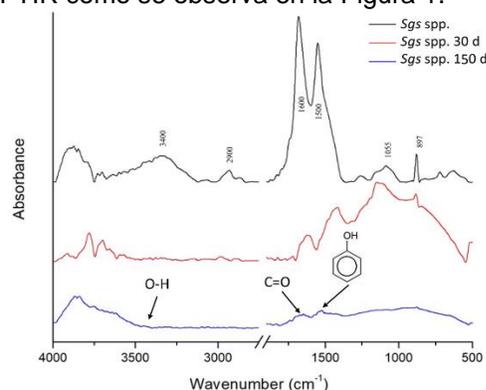


Fig. 1. Análisis de Grupos funcionales de la lignina al inicio y después de 150 días de almacenamiento

Tabla 1. - Contenido de Lignina en Muestras de Sargazo.

Tiempo (horas)	Lignina (%)	Lignina Residual (%)
0	30.137	100.00_
60	26.53	88.031
150	17.99	59.694

El balance de masa indicó que la biomasa perdió 145.4 g en peso, de los cuales 90.83g fueron lixiviados y 54.6g se perdieron en forma de volátiles como vapor de agua, CO<sub>2</sub>, metano, y H<sub>2</sub>S, predominando la producción de este último en los primeros días de degradación. En este estudio se corroboró la presencia de lignina en el sargazo pelágico. La lignina disminuyó después de 150 días hasta un 12% del contenido total. La pérdida de biomasa fue del 48.47% en forma de gases y lixiviados..

**Conclusiones.** Estos resultados sugieren la degradación ambiental es posible del sargazo, es importante determinar la presencia de una comunidad bacteriana en los lixiviados sargazo ya que se presume que sean capaz de degradar los polímeros estructurales, lo cual constituye una oportunidad para el aislamiento de organismos de interés biotecnológico..

**Agradecimiento.** Agradecimiento al Dr. Anuar Magaña Álvarez por su asesoría en el laboratorio para la caracterización. Agradecimiento al M.C José Martin Baas en el Manejo de Analizador elemental (CHONS).

### Bibliografía

1. M. García-Sánchez, C. Graham, E. Vera, E. Escalante-Mancera, L. Álvarez-Filip, and B. I. van Tussenbroek, "Temporal changes in the composition and biomass of beached pelagic *Sargassum* species in the Mexican Caribbean," *Aquatic Botany*, vol. 167, 2020, doi: 10.1016/j.aquabot.2020.103275.
2. L. Alzate-Gaviria *et al.*, "Presence of polyphenols complex aromatic 'lignin' in *Sargassum* spp. from Mexican Caribbean," *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 9, no. 1, p. 6, Dec. 2020, doi: 10.3390/jmse9010006.



## CARACTERIZACIÓN DE FIBRAS Y CULTIVO *IN VITRO* DE *Sansevieria trifasciata* Prain., UN MODELO POTENCIAL PARA METABOLISMO CAM Y GENÓMICA FUNCIONAL DE FIBRAS

Eleazar García-Hernández<sup>1</sup>, Maribel M. Loera-Quezada<sup>1</sup>, Dalia C. Morán-Velázquez<sup>1</sup>, Hilda A. Zavaleta-Mancera<sup>2</sup>, Mercedes G. López<sup>3</sup>, Fulgencio Alatorre-Cobos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, 24450, Campeche, México.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Programa de Posgrado en Botánica y Unidad de Microscopía Electrónica, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo 56230, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I. P. N., Unidad Irapuato, km 9.6 Libramiento Norte Carretera Irapuato-León, Irapuato 36821, México,

<sup>4</sup>CONACYT- Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. (CICY), Mérida, Yucatán, México. \*Correspondencia. E-mail: falatorreco@conacyt.mx

*Palabras clave:* Fibras, *Sansevieria*, micropropagación

**Introducción.** *Sansevieria trifasciata* o lengua de vaca es una planta ornamental sumamente popular en todo el mundo (1). Junto a su valor ornamental, la especie es apreciada por sus propiedades medicinales, bioremediación de metales pesado, captura de compuestos volátiles nocivos para la salud y obtención de fibras (2). Dada la facilidad de cultivo y manejo de la planta, disponibilidad de genotipos diversos e recursos transcriptómicos y genómicos. *S. trifasciata* tiene potencial para establecerse como una planta modelo para estudios del metabolismo CAM y genómica funcional para fibras naturales. En este trabajo, caracterizamos la composición química y morfología de fibras de 2 *Lorentii* y *Hahnii*, dos cultivares de *S. trifasciata*. También, fue desarrollado un protocolo eficiente de organogénesis indirecta para la propagación masiva para ambos cultivares.

**Metodología.** Plantas de los dos cultivares usados en este estudio, *Lorentii* y *Hahnii*, fueron caracterizados morfológicamente. La composición química de las fibras fue determinada HPAEC-PAD y py-MBMS, en tanto que la morfología fue descrita con la ayuda de cortes histológicos observados bajo microscopía laser confocal. Para la micropropagación masiva un protocolo de organogénesis indirecta fue desarrollado y caracterizado para ambos cultivares.

**Resultados.** Los análisis de microscopía láser confocal mostraron diferencias en tamaño en las fibras de cinta y estructurales entre *Lorentii* y *Hahnii*, y una baja proporción de lignina. La cuantificación de monómeros de celulosa y hemicelulosa revelaron diferencias significativas para las fracciones de glucosa y xilosa. *Lorentii* posee fibras con un mayor contenido de celulosa y xilosa comparado con aquellas de *Hahnii*.

Similarmente, las fibras de *Lorentii* poseen un mayor contenido total de lignina respecto a *Hahnii*, ocasionado por una mayor cantidad de subunidades G. Para la propagación masiva de ambos cultivares bajo condiciones *in vitro*, desarrollamos un protocolo de organogénesis indirecta. Los explantes usados fueron segmentos de hoja, los cuales respondieron rápidamente al medio de

desdiferenciación de acuerdo a los análisis histológicos realizados. A los 4 días después de inducción (DDI) se observó proliferación de células solo alrededor de los haces vasculares, las cuales dieron origen a callos primarios tipo. La evaluación a los 42 DDI de un experimento dosis respuesta indicaron que los mejor medios para formar callos primarios fue 1X MS suplementados con 2 o 3 mg/L de 2,4-D, considerando los resultados de ganancia de peso fresco y área de callo. Para la formación de brotes, los callos primarios fueron transferidos a 1X MS + 4 mg/L de BAP, produciéndose callos organogénicos a las 28 DDI.

**Conclusiones.** Nuestros datos constituyen el reporte sobre la composición química de las fibras de *S. trifasciata*. La especie muestra fibras de cinta y estructurales, ricas en celulosa y bajas en lignina. Por su parte el protocolo de organogénesis indirecta reveló que esta especie responde rápida y eficientemente al cultivo *in vitro*, sugiriendo un alto potencial para la producción *in vitro* de metabolitos.

**Agradecimiento.** Esta investigación fue financiada parcialmente por el proyecto CONACYT 1049-Fronteras de la Ciencia 2015, y Colegio de Postgraduados

### Bibliografía.

1. Wolela, A.D. (2019) Trends Text. Eng. Fash. Technol. 5(2), 630–634.
2. Abdullah, A. B. M. et al. (2020) J. Asiatic Soc. Bangladesh, Sci. 46(2), 155–162.



## RE-VEGETAR LAS DUNAS COSTERAS CAMPECHANAS ¿UNA REALIDAD VIABLE?

Rodrigo A. Borges-Escalante<sup>1</sup>, Wendy G. Rodríguez-Santos<sup>1</sup>, René E. Canché-Solís<sup>2</sup>, Gustavo Enrique Mendoza-Arroyo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México – Chiná. Departamento de Ciencias Básicas. Campeche, 24520. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México – Campeche. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Campeche, 24500; gustavo.ma@china.tecnm.mx

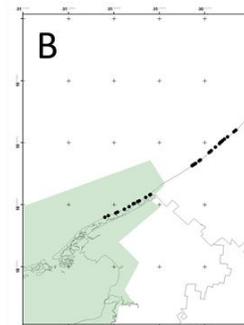
*Palabras clave: erosión costera, re-vegetación, tortugas marinas*

**Introducción.** Las dunas costeras presentes en el estado de Campeche albergan una alta diversidad de especies de flora y fauna, incluyendo endémicas y amenazadas. Es un hábitat importante para la alimentación y anidación de aves migratorias y tortugas marinas (1). Dentro de las especies de fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y la tortuga lora (*Lepidochelys kempi*). Estos ecosistemas son zonas de recarga de acuíferos y contribuyen con el filtrado del agua (2), actúan como atenuantes contra la intrusión de agua salada a los acuíferos y humedales (3). En el marco legal mexicano no existe una regulación enfocada a las dunas por lo que su manejo es mediante diversos instrumentos, como son la Evaluación de Impacto Ambiental, el Ordenamiento Ecológico del Territorio, el Programa de Desarrollo Urbano, la Administración de la Zona Federal Marítimo Terrestre y las Áreas Naturales Protegidas. Las dunas costeras se encuentran bajo presión constante como consecuencia de la alta vulnerabilidad del estado al cambio climático, los procesos erosivos naturales que se producen en el litoral, aunado a las actividades antropogénicas que tienen lugar en dichas zonas que propician cambios de usos de suelo, desarrollos turísticos y urbanos, ganadería y agricultura, industria e infraestructura costera. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue documentar el estado actual de la flora y la vegetación con el propósito de reconocer especies con potencial para la re-vegetación.

**Metodología.** Se realizó un inventario florístico preliminar mediante el establecimiento de 20 transectos ( $\bar{x}=24$  m) en la franja costera ubicada en los municipios de Carmen y Champotón. Se registró la ubicación geográfica de los transectos, se identificaron las especies, se midió la cobertura ( $m^2$ ) de cada especie y se estimó el porcentaje de suelo desnudo. Se analizó la frecuencia, dominancia y cobertura de cada especie.

**Resultados.** Solo dos transectos tuvieron el 100% de cobertura, el mínimo de cobertura fue de 50%, en tanto que el suelo desnudo ( $\bar{x}=14.35m$ ). Obtuvimos 940 registros, predominan las rastreras sobre los árboles (*Coccoloba uvifera*, *Conocarpus erectus* y *Piscidia piscipula*). Por su frecuencia y cobertura son especies potenciales para la re-vegetación: *Amaranthus greggii*,

*Ambrosia hispida*, *Canavalia rosea*, *C. uvifera*, *Croton punctatus*, *Ipomoea pes-caprae*, *Okenia hypogaea*, *Sesuvium portulacastrum*, *Scaevola plumieri*, *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes*. Son idóneas para plantear diferentes arreglos en parcelas experimentales con diferentes condiciones de riqueza y abundancia. Se destaca la presencia de *Cuscuta americana* (hierba parásita) y *Panicum maximum* (pasto guinea), esta última es considerada invasora.



**Fig. 1.** Fisonomía de la vegetación de dunas costeras (a); Distribución de *Amaranthus greggii*, los puntos negros representan sitios de ocurrencia (b).

**Conclusiones.** Los resultados contribuyen a determinar las especies potenciales para el establecimiento de parcelas experimentales que permitan la re-vegetación de las dunas costeras enfocado a la conservación de las playas de anidación de las tortugas marinas y en consecuencia contribuir a la disminución de la degradación del hábitat y de los servicios ambientales.

**Agradecimiento.** Agradecemos las facilidades brindadas por el Tecnológico Nacional de México.

### Bibliografía.

- Alcama J. y Bennett E.M. (2003). Millennium Ecosystem Assessment (Program). En *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*; Island Press: Washington, DC, USA, p. 245
- Yetter, J.C. (2004) Hydrology and Geochemistry of Freshwater Wetlands on the Gulf Coast of Veracruz, Mexico. Tesis de Maestría, Universidad de Waterloo.
- López Rosas H., Moreno-Casasola P., Infante Mata D.M., Espejel I., Jiménez-Orocio O., Martínez M.L., Rodríguez-Revelo N., Espejel González V.E. y Monroy R. (2014). Diagnóstico por estado: Campeche. En: *Diagnóstico de las Dunas Costeras de México*. Martínez, M.L. Moreno-Casasola P., Espejel I., Jiménez-Orocio O., Infante Mata D. y Rodríguez Revelo N. SEMARNAT, CONAFOR, México, D.F. p.169-180.



## ESTUDIO DE LA TOLERANCIA A METALES PESADOS DE BACTERIAS HALÓFILAS COLECTADAS EN ISLA ARENA, CAMPECHE

Luis Alfonso Can-Herrera, Carlos Andrés Sánchez-García, Raciél Javier Estrada-León, Rosa Yazmín Us-Camas, Nubia Noemí Cob-Calán y Dany Alejandro Dzib-Cauch

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche  
Departamento de Posgrado e Investigación, Calkiní, C.P. 24900  
[lacan@itescam.edu.mx](mailto:lacan@itescam.edu.mx)

*Palabras clave: Metales pesados, Bacterias Halófilas, Bacillus.*

**Introducción.** Recientemente en la península de Yucatán se ha encontrado la presencia de contaminantes inorgánicos, como son los metales pesados en suelos y cuerpos de agua (1). Para analizar el impacto de estos contaminantes se han empleado diversas técnicas. Una de las técnicas consideradas como efectivas, es a través del empleo de microorganismos, específicamente las bacterias (1,2). Existen diversos reportes que indican que las bacterias del tipo halófilas poseen mecanismos específicos que permiten bioacumular o bioabsorber, y a su vez inhibir la presencia de metales pesados y otros compuestos tóxicos presentes en el suelo y agua (1-3). En este trabajo se extrajeron muestras de sedimentos marinos y de suelo cercanos a Isla Arena, y se aislaron las bacterias halófilas (B.H.) del resto. Las B.H., se clasificaron de acuerdo a lo reportado por Kushner (4). El objetivo fue analizar la capacidad que estas B.H. poseen para resistir la presencia de metales pesados tales como; Cobre (Cu), Zinc (Zn), Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y Cromo (Cr).

**Metodología.** La salinidad de las muestras colectadas se determinó por el método de Mohr (5). El medio de cultivo empleado para enriquecimiento bacteriano consistió principalmente en extracto de levadura y agar bacteriológico. El pH y el porcentaje de salinidad se ajustaron de acuerdo a las condiciones de recolecta de las B.H. Posteriormente, se realizó la extracción de ADN de las muestras consideradas como halófilas, con el propósito de realizar una secuenciación masiva, que fueron procesadas por Targeted Metagenomic Sequencing by ZymoBIOMICS®. Por último, se determinó la tolerancia de las B.H. a los metales pesados, determinando la concentración mínima inhibidora (CMI) para cada metal por el método de disolución de agar (3).

**Resultados.** Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de las especies encontradas en los sedimentos

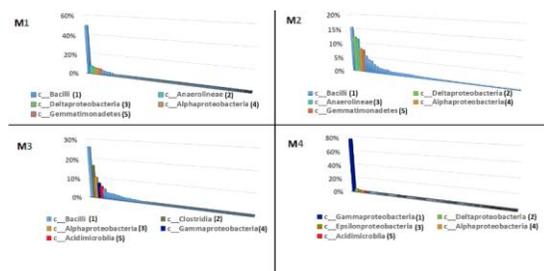


Fig. 1. Abundancia relativa de las muestras a nivel Clase.

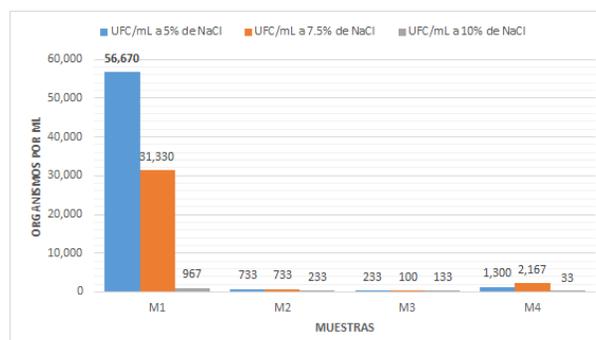


Fig. 2. Comparación de células viables de cada zona de muestreo, y de acuerdo al porcentaje de salinidad: 5%, 7.5% y 10% de NaCl (p/v)

analizados a nivel Phylum corresponde a los *Firmicutes* (no se muestra la figura), y a nivel Clase a los *Bacillus* (Fig. 1). También, se encontró que la viabilidad de las células fue mayor cuando estas B.H. estuvieron expuestas a 5% de salinidad (Fig. 2); y que estas B.H. tienen tolerancia a todos los metales evaluados (Tabla 1).

Metal	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr
CMI (mM)	0.96 ±0.12	0.98 ±0.17	0.52 ±0.05	0.13 ±0.1	80 ±4.5

Tabla 1. Concentración Mínima Inhibidora (CMI) de las B.H frente a los metales pesados de la muestra 1.

**Conclusiones.** La capacidad de resistencia de estas B.H. frente a los diferentes metales estudiados se encuentran en el intervalo reportado, excepto para el Cr, el cual esta reportado únicamente un máximo de 40 mM. En este sentido nuestro grupo está trabajando para elucidar un mecanismo de interacción de esta clase de microorganismos con el metal. Lo anterior ubica a estas B.H. como candidatos potenciales para ser empleados para disminuir los niveles de contaminación por este tipo de metales.

**Agradecimiento.** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento del proyecto No. 322133. Y al Itescam por el apoyo brindado para el uso de equipos y materiales para la realización de esta investigación.

### Bibliografía.

- Massadeh, A., et al., (2005). *Biol. Trace Elem. Res.*, 108(3): 259-269.
- Amoozegar, M., et al., (2005). *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 21(6): 1237-1243.
- Schleifer, K. H. (2009). In *Bergey's manual® of systematic bacteriology* (pp. 19-1317). Springer, New York, NY.
- Kushner, D. (1988). *Halophilic bacteria*, 109-138.
- Sheen, R., Kahler, H. (1938). *Ind. Eng. Chem.*, 10 (11): 628.



## TRATAMIENTO DE VINAZAS CON LACASAS INMOVILIZADAS EN ESFERAS DE ALGINATO DE COBRE

Carlos Hernández Calderón<sup>1</sup>., Raúl Tapia Tussell<sup>2</sup>., Luis Cuevas Glory<sup>1</sup>., Denis Magaña Ortiz<sup>1</sup>, Gerardo Rivera Muñoz<sup>1</sup>, \*Sara Solís Pereira<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Mérida. Campus Norte., C. 10. Plan de Ayala, Mérida. Yucatán., C.P. 97118.

<sup>2</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C (CICY). Unidad de Energía Renovable. Parque Científico y Tecnológico de Yucatán. Carretera Sierra Papacal - Chuburná Puerto, Km 5. Sierra Papacal, Mérida. Yucatán., C.P. 97302.

\*Autor de correspondencia. Correo electrónico: [sara.sp@merida.tecnm.mx](mailto:sara.sp@merida.tecnm.mx)

*Palabras clave: lacasas, inmovilización, tratamiento vinazas.*

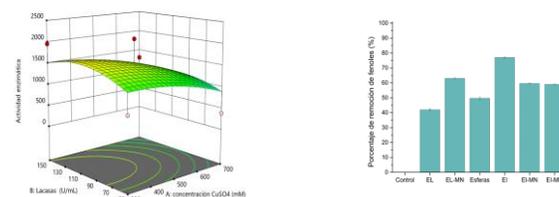
**Introducción.** Durante la destilación del etanol se generan grandes volúmenes de vinazas. Debido a su elevado contenido de fenoles tóxicos tienen un impacto ambiental negativo, por lo que apremia el desarrollo de procesos ecoamigables para biorremediación de estos efluentes. Las lacasas son enzimas multicobre que catalizan la oxidación de diferentes fenoles hasta la reducción del O<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O. La adición de mediadores redox, puede ampliar el espectro de acción de las lacasas sobre compuestos fenólicos y aromáticos. La inmovilización de enzimas es una alternativa de protección del efecto inhibitorio producido por la alta concentración de fenoles en las vinazas; además, se obtiene un biocatalizador que puede reutilizarse (2,3).

El objetivo de este trabajo fue inmovilizar lacasas de *Trametes hirsuta* en alginato de cobre en presencia y ausencia de mediadores. Asimismo, determinar la reutilización de estos sistemas en la remoción de color y fenoles de vinazas.

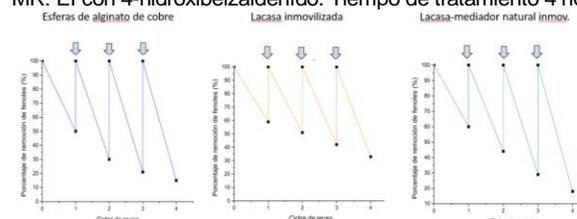
**Metodología.** La producción de lacasas se realizó en matraces en medio con salvado de trigo y micelio de *T. hirsuta* Bm-2 por 96h (1). Se usó un diseño central compuesto para establecer la concentración de CuSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O y enzimas en la inmovilización. Se obtuvieron esferas con enzimas (E), esferas con E y mediador natural y esferas con E y mediador artificial (4-hidroxibenzaldehído). Se evaluó la remoción de fenoles de una vinaza al 10% con los diferentes sistemas inmovilizados y se comparó con la enzima libre. Se determinaron los ciclos de reuso transfiriendo las esferas a vinazas nuevas cada 4 horas. Se utilizó un ANOVA con valor de significancia del 95 % para obtener diferencias significativas.

**Resultados.** Se obtuvieron 9000 U/mL de lacasas a las 96 h de cultivo. La Figura 1a muestra el análisis de superficie de respuesta donde la mayor actividad enzimática de las esferas se obtuvo con [300 mM] de CuSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O y [150 U/mL] de enzimas. Las lacasas libres removieron 40% de fenoles, las esferas con enzima y mediador natural aumentaron al 60%, pero en ausencia de mediadores, las EI removieron 70% de fenoles. En ninguno de estos tratamientos hubo decoloración. Las EI lograron remover fenoles durante tres ciclos de reuso. También se evaluó durante varios ciclos la transferencia de EI nuevas a la vinaza tratada previamente. Solo en estas condiciones se

logró remover, además de los fenoles, el color en un 97%.



**Fig. 1.** (a) Superficie de respuesta. (b) Remoción de fenoles con: Control (vinaza 10%), EL: Enzima libre, EL-MN: EL con mediador natural, esferas sin enzima, EI: Enzima inmovilizada, EI-MN: EI con mediador natural, EI-MR: EI con 4-hidroxibenzaldehído. Tiempo de tratamiento 4 horas, 35 °C.



**Fig. 2.** Ciclos de reuso de los sistemas inmovilizados. Las flechas en las gráficas indican la transferencia de las esferas a una solución nueva de vinazas. Cada tratamiento fue de 4 h a 35°C.

### Conclusiones.

Se lograron inmovilizar lacasas en esferas de alginato de cobre. La máxima remoción de fenoles de una vinaza al 10% fue de 70 % con las EI. Los mediadores naturales y sintéticos no contribuyen en el mejoramiento de la remoción de fenoles totales. Además, las EI pueden usarse durante 3 ciclos.

**Agradecimiento.** Instituto Tecnológico de Mérida. Campus Norte. Unidad de Energía Renovable (CICY).

### Bibliografía.

- Ancona-Escalante, W.; Tapia-Tussell, R.; Pool-Yam, L.; Can-Cauich, A.; Lizama-Uc, G.; Solís-Pereira, S. (2018). *3 Biotech.* 8: 298.
- Sondhi, S.; Kaur, R.; Kaur, S.; Kaur, P. S. (2018). *Int. J. Biol. Macromol.* 117: 1093-1100.
- Niladevi, K. N.; Prema, P. (2008). *World J. Microb Biot.* 24: 1215-1222.



## RELACIÓN DE LA QUÍMICA DEL AGUA INTERSTICIAL CON LA DEGRADACIÓN DE LA HOJARASCA EN DOS BOSQUES DE MANGLE EN OAXACA, MÉXICO

Carlos A. Chan-Keb<sup>1</sup>, Claudia M. Agraz-Hernández<sup>2</sup>, Román A. Pérez-Balan<sup>1</sup>, Eduardo J. Gutiérrez Alcántara<sup>1</sup>, Teresita del Niño Jesús Maldonado Montiel<sup>1</sup>, Jordán E. Reyes Castellano<sup>2</sup>, Juan Osti-Sáenz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche, C.P. 24085 San Francisco de Campeche, Campeche, México

<sup>2</sup> Instituto EPOMEX. Universidad Autónoma de Campeche, C.P. 24029 San Francisco de Campeche, Campeche, México

\*Email para correspondencia: carachan@uacam.mx

*Palabras clave:* tasa de degradación, hidrología, química del agua intersticial, manglares

**Introducción.** La productividad de los ecosistemas de manglar está asociada con la producción de la hojarasca, que contribuye de manera continua a la aportación de grandes cantidades de materia orgánica a la red trófica en forma de detritus hacia los ecosistemas adyacentes (Lugo y Snedaker, 1974); sin embargo el grado de deterioro de los ecosistemas de mangle a nivel mundial se ha ido incrementando, debido a las diversas actividades antropogénicas, generando la pérdida en la cobertura vegetal, cambios en el patrón hidrológico, condiciones químicas del agua intersticial y suelo (Agraz Hernández *et al.*, 2015); así como cambios en la velocidad de degradación de la hojarasca e integración de la materia orgánica al ecosistema (Middleton y McKee, 2001). En el presente estudio se relacionó la degradación de la hojarasca con la química del agua intersticial en dos bosques de mangle con diferentes condiciones ambientales, estructura forestal y actividad antrópica, localizados en Oaxaca, México.

**Metodología.** Se instalaron 72 bolsas de 10 x 20 cm de malla de nylon en el bosque de *Rizophora mangle* a lo largo de dos líneas asociados a la inundación y 36 bolsas en la parte media del bosque de *Avicennia germinans*. Se colectaron 3 bolsas cada mes por línea. Este material fue secado a 65° C a peso seco constante, para la determinación de la tasa de descomposición (k) (Aké Castillo *et al.*, (2006)). Se midieron los parámetros fisicoquímicos *in situ*, como el potencial redox y la salinidad del agua intersticial de los bosques de mangle a través de una sonda multiparamétrica HACH HQ40d y refractómetro A&O respectivamente, así como la concentración de sulfatos en el laboratorio por cromatografía iónica (IC advanced 861) (Agraz Hernandez *et al.*, 2022).

**Resultados.** Los resultados mostraron mayores tasas de descomposición promedio diario en la laguna Salina ( $k = -0.01 \text{ g. día}^{-1}$ ), en comparación a las obtenidas en la laguna de Chacahua ( $k = -0.004 \text{ g. día}^{-1}$ ). El modelo de degradación para la laguna de Salina fue  $Y = 66.054e^{-0.010t}$ ,  $R^2 = 0.78$ ,  $p \leq 0.05$  y para Chacahua es  $Y = 67.74e^{-0.004t}$ ,  $R^2 = 0.84$ ,  $p \leq 0.05$ .

Las tasas de descomposición de las hojas fueron diferentes entre las lagunas de Salina y Chacahua ( $F_{1,126} = 4.8$ ,  $p < 0.03$ ). En la laguna de Salina se estableció una relación inversa entre el % de biomasa degradada, con respecto a la concentración de la salinidad ( $R^2 = 0.82$ ,  $p < 0.013$ ) y con el potencial redox ( $R^2 = 0.89$ ,  $p < 0.015$ ), para la laguna de Chacahua con dominancia de *R. mangle*, se correlacionó de manera inversa el porcentaje de la biomasa de la hojarasca degradada con el potencial redox ( $R^2 = 0.94$ ,  $p < 0.005$ ) y la concentración de sulfatos ( $R^2 = 0.88$ ,  $p < 0.017$ ).

**Conclusiones.** Con base a los resultados obtenidos en este estudio, podemos describir que la que la variación de las condiciones químicas del agua intersticial, por efectos antropogénicos o naturales pueden afectar el proceso de la degradación de hojas de mangle y la integración de la materia orgánica en el suelo.

**Agradecimiento.** Fuente de financiamiento del proyecto: Propuestas de Rehabilitación Hidrológica de los Sistemas Lagunares de Salinas, Chacahua, Pastorías y desembocadura del Río Verde, Oaxaca, para la Conservación y Restauración del Ecosistema de Manglar mediante modelos numéricos/CFE 2008.

### Bibliografía.

- Lugo, A.E. y Snedaker, S.C. (1974) The Ecology of Mangroves, AM. Rev. Ecol. Syst. 5: 39-64.
- Middleton, B.A. & K.L. McKee. 2001. Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests. Journal of Ecology 89:818- 828.
- Aké-Castillo, J. A., Vazquez, G., & Lopez-Portillo, J. (2006). Litterfall and decomposition of *Rhizophora mangle* L. in a coastal lagoon in the southern Gulf of Mexico. *Hydrobiologia*, 559(1), 101-111.
- Agraz Hernández, C. M., Chan Keb, C. A., Iriarte-Vivar, S., Posada Venegas, G., Vega Serratos, B., & Osti Sáenz, J. (2015). Phenological variation of *Rhizophora mangle* and ground water chemistry associated to changes of the precipitation. *Hidrobiológica*, 25(1), 49-61.
- Agraz-Hernández, C. M., Chan-Keb, C. A., Muñoz-Salazar, R., Pérez-Balan, R. A., Vanegas, G. P., Manzanilla, H. G., & del Río Rodríguez, R. (2022). Pore Water Chemical Variability and Its Effect on Phenological Production in Three Mangrove Species under Drought Conditions in Southeastern Mexico. *Diversity*, 14(8), 668.



## DETERMINACIÓN DE ANTIBIÓTICOS Y BACTERIAS RESISTENTES EN MUESTRAS OBTENIDAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE SALTILLO, COAHUILA

Grethel Díaz-Palafox<sup>1</sup>, Yahaira de Jesús Tamayo-Ordoñez<sup>1</sup>, Benjamín Abraham Ayil-Gutiérrez<sup>2</sup>, Mónica Margarita Rodríguez-Garza<sup>1</sup>, Francisco Alberto Tamayo Ordoñez<sup>3</sup>, Erika Yanneth Acosta Cruz<sup>1</sup>, Gerardo de Jesús Sosa Santillán<sup>1</sup>, María Concepción Tamayo-Ordoñez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila. Ing J. Cárdenas Valdez S/N, República, Saltillo, Coahuila. <sup>2</sup>CONACYT-Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional, Biotecnología Vegetal. Blvd. del Maestro, s/n, Esq. Elías Piña, Reynosa, Tamaulipas. <sup>3</sup>Facultad de Química, Universidad Autónoma del Carmen. Calle 56, No.4. Esq. Av. Concordia. Colonia: Benito Juárez, Ciudad del Carmen, Campeche.

*Palabras clave: aguas residuales, bacterias, antibióticos.*

**Introducción.** La rápida evolución de las bacterias resistentes a antibióticos puede estar influenciada por la presencia de residuos de antibióticos en ríos, cuerpos de agua y en las aguas residuales (1). En este trabajo decidimos conocer la incidencia de las bacterias resistentes a antibióticos y asociarla a la presencia de residuos de antibióticos en aguas residuales. Hábitats contaminados con residuos de antibióticos, favorece que las bacterias transfieran los genes de resistencia a antibióticos mediante la conjugación y transposición, debido a ello caracterizamos genéticamente plásmidos nativos en 22 aislados bacterianos con resistencia a antibióticos.

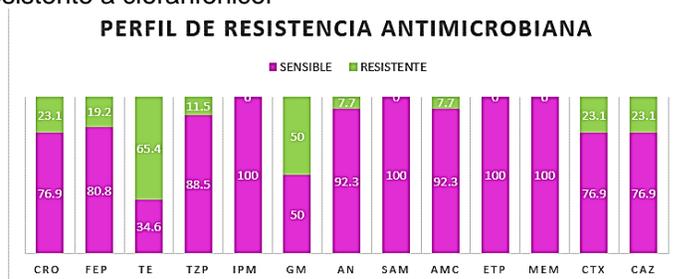
**Metodología.** Las muestras de aguas residuales fueron colectadas en la Planta tratadora de aguas residuales ubicada en Dámaso Rodríguez González 750, Nuevo Centro Metropolitano, acorde a la guía para la toma de muestras de agua residual

(<https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2011%20Manual%20toma%20de%20muestras%20agua.pdf>).

Por medio de la técnica de HPLC se determinó la presencia de antibióticos en muestras de agua tratada y no tratada. Mediante un análisis de metagenómica, se identificaron las especies bacterianas presentes en estas muestras, y se determinó la abundancia de los genes *sul*, *qnr*, *cat1*, *aadA1*, y *sat-1* por medio de qPCR. Se realizó un análisis microbiológico que incluía tinción de gram, determinación de la sensibilidad y resistencia de las bacterias mediante la técnica de difusión en agar. Se determinó la MIC mediante la técnica de microdilución en placa, así como la presencia de bacterias Lac<sup>+</sup> y Lac<sup>-</sup>. Se determinó el perfil de susceptibilidad a antimicrobianos por Phoenix™ (BD). Se identificaron plásmidos en las cepas aisladas por medio de una lisis alcalina, a los cuales se les determinó la presencia de grupos de incompatibilidad por medio de PCR.

**Resultados.** En las aguas no tratadas se detectó ampicilina (497.74±5.70 µg/mL), cloranfenicol (0.60±0.03 µg/mL), tilosina (72.95±2.03 µg/mL) y oxitetraciclina (0.22±0.01 µg/mL) y una gran abundancia de los genes *sul*, *qnr*, *cat1*, *aadA1*, and *sat-1*. Se identificaron 58 especies bacterianas pertenecientes a

nueve filos. Se trabajó con un total de 22 cepas, mediante la técnica de dilución en placa se demostró que el 100% eran resistentes a los antibióticos analizados (ampicilina, cloranfenicol, tilosina y oxitetraciclina). El sistema automatizado Phoenix, nos permitió determinar el perfil de sensibilidad y resistencia (Figura 1). Se determinó la presencia de plásmidos en las 22 cepas aisladas. Se identificaron los grupos de incompatibilidad FIB en la cepa AMP6, AMP2, AMP4, resistente a ampicilina y se determinó la presencia del grupo de amplificación HI2 en las cepas CLO1 y CLO10, resistente a cloranfenicol



**Fig. 1.** Para el análisis se expusieron las cepas a diversos antibióticos: Ceftriaxona(CRO), Cefepima (FEP), Tetraciclina (TE), Piperacilina/ tazobactam (TZP), Imipenem (IPM), Gentamicina (GM), Amikacina (AN), Sulbactam/Ampicilina (SAM), Amoxicilina ácido clavulánico (AMC), Ertapenem (ETP), Meropenem (MEM), Cefotaxima (CTX), Cefotaxima/amoxicilina ácido clavulánico (CTX/CLAV), Ceftazidime (CAZ), Ceftazidime/ Amoxicilina ácido clavulánico (CAZ/CLAV), R: resistente S: Sensible

**Conclusiones.** La resistencia a antibióticos conferida por genes de resistencia, albergados en plásmidos que logramos identificar en las bacterias aisladas, sugiere que la presencia de residuos de antibióticos en las aguas residuales no tratadas de la planta de tratamiento de saltillo, puede promover la transferencia horizontal de genes entre los microorganismos de este habitat (2,3,4).

### Bibliografía.

1. Böger B, Surek M, de O Vilhena R, Fachi MM, Junkert AM, Santos JMMF, et al. (2021) Occurrence of antibiotics and antibiotic resistant bacteria in subtropical urban rivers in Brazil. *J Hazard Mat* 402:123448. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123448>
2. Botelho J, et al. (2020). The role of integrative and conjugative elements in antibiotic resistance evolution. *Trends Microbiol* 29:8–18. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.05.011>
3. Du Q, et al (2021) Increasing antibiotic activity by rapid bioorthogonal conjugation of drug to resistant bacteria using an upconverted light-activated photocatalyst. *J Mater Chem B* 9:3136–3142. DOI: [10.1039/D0TB02568B](https://doi.org/10.1039/D0TB02568B).
4. Windels EM, Van den Bergh B, Michiels J. (2020). Bacteria under antibiotic attack: Different strategies for evolutionary adaptation. *PLoS Pathog* 16:e1008431. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1008431>



## AISLAMIENTO DE BACTERIAS PROCEDENTES DE CHARCAS SALINAS DE ZAPOTITLÁN SALINAS, PUEBLA

Susana Guadalupe Puch Acosta<sup>1</sup>, Alondra L. Villanueva Arciga<sup>1</sup>, Mireya G. Rosado Sánchez<sup>1</sup>, Karla Peraza Jiménez<sup>1</sup>, Angelina Apolinar Mejía<sup>1</sup>, Ruth López Alcántara<sup>2</sup>, Ariadna Garza Ortiz<sup>2</sup>, Miriam Silvia López Vigil<sup>3</sup>, J. Efraín Ramírez Benítez\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche (UAC). Avenida Ing. Humberto Lanz Cárdenas S/N, Col. Ex Hacienda Kalá, Campeche, Campeche, México; <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Campeche (UAC). Av Patricio Trueba de Regil, Lindavista CTM, Campeche, Campeche, México; <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Tehuacán. Libramiento Tecnológico S/N, A.P 247, Sta María Coapan, Tehuacán, Pue.

\*[jeramire@uacam.mx](mailto:jeramire@uacam.mx)

*Palabras clave: Charcas salineras, Colección microbiana, bioprospección*

**Introducción.** Zapotitlán Salinas está ubicado en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. El tipo de suelo que se encuentra en el Valle de Zapotitlán Salinas, es generalmente de yeso y caliza, y con un alto contenido de sales. La localidad se dedicó a la explotación de las salinas naturales, originadas debido a la salinidad del lecho del río Zapotitlán o Salado. La geología indica que esta zona formó parte del lecho marino hace millones de años y que surgió por efecto del movimiento de las placas tectónicas. La composición química de las charcas salineras en esta región la hace única, por lo que los microorganismos que habitan en estos nichos ecológicos pudieran presentar características distintas a los encontrados en ambientes costeros actuales. El objetivo del presente trabajo es el aislamiento e identificación de microorganismos procedentes de muestras de agua de las charcas salineras de Zapotitlán Salinas, Puebla.

**Metodología.** Se recolectaron muestras de agua de charcas salineras de Salinas Las Grandes, Zapotitlán Salinas. El aislamiento se realizó por siembra por extensión y estría cruzada, en placas de medio Zobell, adicionados con 19.450 gr/L de sal de mar, 1 gr/L de extracto de levadura, 5 g/L de Peptona Bacteriológica y 10 mL/L de glicerol. Se mantuvieron a 28 °C hasta observar crecimiento. Las colonias aisladas se fotografiaron con un celular OPPO Reno7, con lente macro 15X y 30X.

**Resultados.** Se obtuvo un total de 20 aislados bacterianos, a partir de muestras de agua por siembra en estría cruzada. Las colonias muestran morfologías variadas, la mayoría son circulares, convexas. Algunas muestran consistencia mucosa y, en su mayoría, presentan pigmentación desde amarilla a naranja. Están en proceso las Tinciones Gram, Azul y Rojo de Nilo (producción de bioplásticos), así como la extracción de ADN para identificarlas molecularmente.

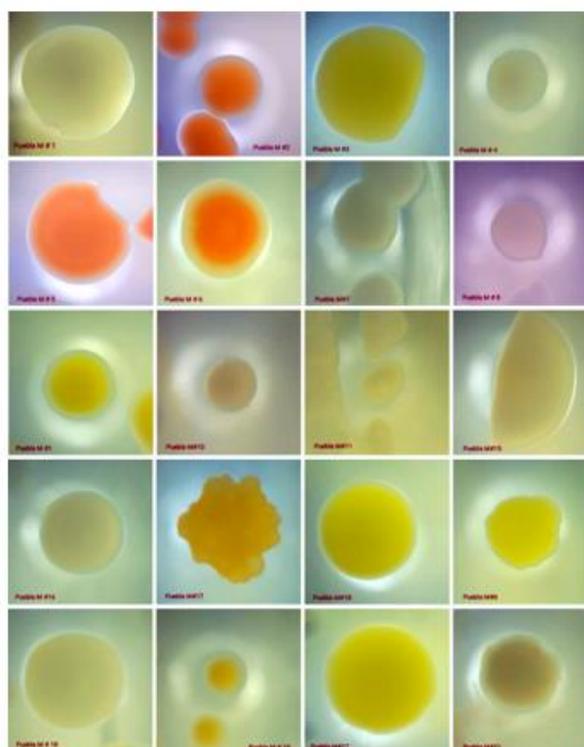


Fig. 1. Morfología de colonias obtenidas en muestras de agua de Zapotitlán Salinas, Puebla.

**Conclusiones.** Las bacterias aisladas podrían tener aplicaciones biotecnológicas interesantes como degradación de plásticos, síntesis de biopolímeros y actividad biológica contra patógenos.

**Agradecimiento.** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento del Proyecto 321818 "Fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas del Laboratorio de Tecnología con énfasis en investigación y desarrollo de sistemas socioecológicos en Campeche" y la beca otorgada a SGPA, ADCJ y MGRS.

### Bibliografía.

- Dávalos-Álvarez, O., et al. (2007). Rev. Mex. Cienc. Geol vol.24 no.2
- Reyes-Sosa, M. B., Apodaca-Hernández, J. E., & Arena-Ortiz, M. L. (2018). Science of The Total Environment, 642, 1060–1074.



## DESARROLLO DE UNA COLECCIÓN MICROBIANA A PARTIR DE MUESTRAS DE AMBIENTES MARINOS DEL LITORAL DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Mireya Guadalupe Rosado Sánchez<sup>1</sup>, Nahomi E. Coronel Ballina<sup>1</sup>, Arely D. Chimeo Jiménez<sup>1</sup>; Susana G. Puch Acosta<sup>1</sup>, Karla Peraza Jiménez<sup>1</sup>, Anderson Chablé May<sup>1</sup>, Yaela Cahuich Dzib<sup>2</sup>, Delghi Y. Ruiz Patrón<sup>2</sup>, Ruth López Alcántara<sup>3</sup>, Ariadna Garza Ortiz<sup>3</sup>, J. Efraín Ramírez Benítez\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche (UAC). Avenida Ing. Humberto Lanz Cárdenas S/N, Col. Ex Hacienda Kalá, Campeche, Campeche, México; <sup>2</sup>Instituto Tecnológico Superior de Valladolid. Carretera Valladolid - Tizimin Km 3.5 Tablaje Catastral No. 8850, Valladolid, Yuc; <sup>3</sup>Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Campeche (UAC). Av Patricio Trueba de Regil, Lindavista CTM, Campeche, Campeche, México

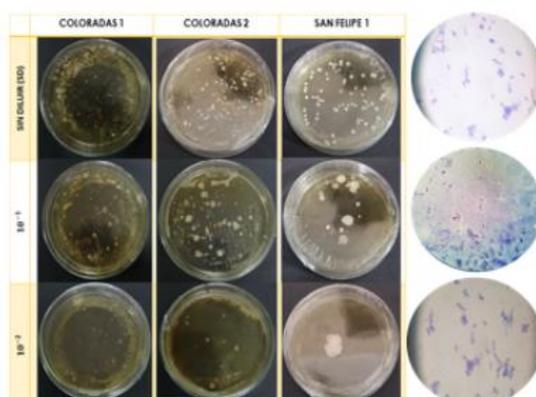
\*[jeramire@uacam.mx](mailto:jeramire@uacam.mx)

*Palabras clave: Ambientes marinos, Colección microbiana, bioprospección*

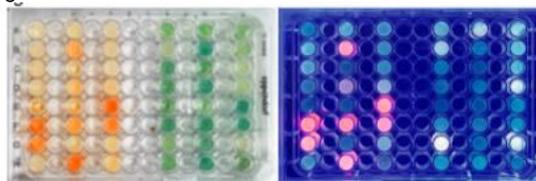
**Introducción.** Debido a las condiciones hostiles que caracterizan a los ecosistemas costeros de la península de Yucatán, es catalogado como fuente prolífera para la bioprospección de su microbiota bacteriana. Esta representa más del 90 % de la biomasa en los océanos y tienen el rol en la regulación de los ciclos biogeoquímicos globales y en la transformación del nitrógeno, azufre, hierro y carbono por procesos de respiración anaeróbica microbiana (Cadena et al, 2019). Los estudios de microbiología de ambientes costeros son cada vez más importantes, ya que estos ambientes albergan microorganismos con potenciales aplicaciones biotecnológicas para ser empleados en áreas como detergentes, farmacéutica, alimentos, energías limpias y biorremediación, entre otras (Reyes-Sosa et al, 2018). El objetivo del presente trabajo es el desarrollo de una colección microbiana mediante la descripción y evaluación de sus características morfológicas, reacciones bioquímicas y biología molecular.

**Metodología.** Se recolectaron muestras de agua de Las coloradas, San Felipe y Laguna Rosada, en el litoral Yucateco, tanto de charcas salineras artificiales como de manglares. Las muestras fueron sembradas en placas de medio Zobell, por extensión con varilla acodada. Las colonias individuales fueron aisladas por estría cruzada en placas de medio Zobell. Los aislados bacterianos fueron inoculados en tubos con caldo Zobell e incubados en agitación a 28 °C por 24 hrs. Se realizó la tinción Gram así como tinción con azul y rojo de Nilo (para identificar acumulación de biopolímeros).

**Resultados.** Se observó que las muestras de charcas salineras artificiales poseen una mayor cantidad de bacterias a diferencia de las procedentes de manglar, lo cual pueda estar relacionado a la composición química del agua en estos sitios. Hasta el momento se tiene un total de 62 aislados bacterianos, a partir de muestras de sedimento y agua de las coloradas, Laguna Rosada y San Felipe. El 90% de los aislamientos bacterianos son gramnegativos. Once aislados presentan posible producción de bioplásticos, al exhibir fluorescencia al exponerlos a luz UV posteriormente a la tinción con azul y rojo de Nilo.



**Fig. 1.** Placas de medio Zobell con colonias bacterianas representativas de charcas salineras artificiales (Coloradas) y manglar (San Felipe). A la derecha se muestran las tinciones gram de algunos de los aislados bacterianos.



**Fig. 2.** Tinción con rojo de Nilo (naranja) y azul de Nilo (azul) de cultivos bacterianos aislados. A la izquierda se observa la tinción con luz blanca y a la derecha con trasiluminador UV.

**Conclusiones.** Los nichos ecológicos marinos en el litoral yucateco son fuente de microorganismos interesantes para aplicaciones biotecnológicas.

**Agradecimiento.** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento del Proyecto 321818 "Fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas del Laboratorio de Tecnología con énfasis en investigación y desarrollo de sistemas socioecológicos en Campeche" y la beca otorgada a SGPA, ADCJ y MGRS.

### Bibliografía.

1. Cadena et al. (2019). Estuarine, Coastal and Shelf Science. 230, 106433
2. Reyes-Sosa, M. B., Apodaca-Hernández, J. E., & Arena-Ortiz, M. L. (2018). Science of The Total Environment, 642, 1060-1074



## ELIMINACIÓN DE MERCURIO (II) EN SOLUCIÓN POR LA BIOMASA DEL LIRIO ACUÁTICO

Deysi A. Juárez Torres<sup>1</sup>; Juan F. Cárdenas González<sup>2</sup>; Adriana Rodríguez Pérez<sup>2</sup>; Víctor M. Martínez Juárez<sup>3</sup>; Ismael Acosta-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias Químicas. Laboratorio de Micología Experimental. Av. Dr. Manuel Nava No. 6. Zona Universitaria. C.P. 78320. San Luis Potosí, S.L.P. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Centro de Investigación y Extensión de la Zona Media. El Balandran. Calle Escontría No. 230, Barrio 3, C.P. 79660. Ciudad Fernández, S.L.P., México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Rancho Universitario, Av. Universidad Km. 1 Ex-Hda. de Aquetzalpa, AP 32, CP 43600. Tulancingo, Hidalgo-México.

iacosta@uaslp.mx

*Palabras clave: remoción, mercurio, lirio.*

**Introducción.** El lirio acuático o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta macrófita acuática, que se utiliza como especie ornamental por sus flores llamativas en los estanques y acuarios, es originaria de América del Sur, principalmente en las cuencas Amazónica y de la Plata, y llegó a México a fines del siglo XIX, donde se propagó con gran rapidez (1). Hoy en día, una de las grandes aplicaciones de esta planta, es su uso casi siempre viva, para acumular y remover diferentes contaminantes, entre los que se encuentran los metales pesados, como: cobre, cobalto, plata, arsénico, cadmio y el colorante azul de metileno (2).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad adsorbente de la biomasa del lirio acuático (*E. crassipes*) en la remoción de mercurio (II) en solución acuosa.

**Metodología.** La planta se obtuvo de la Presa de San José, San Luis Potosí, S.L.P. México, durante el mes de marzo de 2020. Para la obtención de la biomasa, la planta se lavó 24 horas con EDTA al 10% (p/v), y posteriormente 1 semana en agua tridesionizada con agitación constante, con cambios de agua cada 12 horas, se calentó a ebullición 60 minutos para remover el polvo y los componentes orgánicos adheridos, se volvió a lavar en las mismas condiciones. Se secó 24 horas a 80°C, se molió en licuadora, se esterilizó y se guardó en frascos ámbar hasta su uso. Se trabajó con 100 mL de una solución de 100 mg/L de Hg (II) obtenida por dilución de una solución patrón de 1.0 g/L, determinando la concentración del metal en solución, por el método colorimétrico de la Ditizona (3).

**Resultados.** Se analizó el efecto del pH, tiempo y temperatura de incubación, la concentración inicial del metal y de la biomasa, sobre la bioadsorción de Hg (II) por la biomasa de lirio acuático. En relación con el tiempo de incubación, se encontró que la mayor bioadsorción (100 mg/L), ocurre a las 24 horas, un pH de 5.5, 1 g de biomasa y 28°C, con una remoción total del 56.2% del metal analizado. Con respecto al efecto del pH de incubación, se encontró un pH óptimo de 5.5, pues a las 24 horas se remueve el 56.2% del metal, mientras que, en relación con la temperatura de incubación, la más alta remoción se observó a 28°C, con una remoción del 56.2%. Por otra

parte, a bajas concentraciones del metal (100 mg/L) y mayor concentración de biomasa, se obtuvieron las mejores respuestas de remoción, adsorbiendo el 56.2%, mientras que con 500 mg/L se elimina el 26.3% a las 24 horas, pH de 5.5 +/- 0.2, con 1 g de biomasa, a 28°C y 100 rpm, mientras que con 5 g de biomasa se elimina el 100% a las 24 horas. También, se realizó un ensayo de biorremediación a partir de agua contaminada con 183 mg/L de Hg (II), obtenida de una laguna de efluentes industriales (Tanque Tenorio) ubicada al oriente de la ciudad capital de San Luis Potosí, México, observando que a los 7 días de incubación la remoción es del 58%. Finalmente, la planta viva elimina un 13.2% del metal en solución al mes de incubación. Los resultados obtenidos coinciden con diferentes reportes de la literatura (4).

**Conclusiones.** La biomasa de lirio acuático elimina un 56.2% del metal (100 mg/L) en solución, a un pH de 5.5, a las 24 horas de incubación, 1 g de biomasa y 28°C, a mayor concentración de la biomasa, es mayor la remoción del metal, y en los ensayos de biorremediación, se encontró una remoción de 58%, a los 7 días de incubación. La planta viva elimina un 13.2% del metal a las 4 semanas de incubación, a partir de agua contaminada con Hg (II), por lo tanto, su aplicación será viable para el tratamiento de ésta, además, la biomasa utilizada es natural, de fácil obtención, manejo y costo accesible.

### Bibliografía

- Bonilla J, Santamaría B. (2014). Plantas acuáticas exóticas y trasladadas invasoras. *Especies acuáticas invasoras en México*. Mendoza R. y Koleff P. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 223-247.
- El-Chaghaby G, Moneem A, Rashad S, Chavalli M. (2022). *Egip. J. Aquat. Biol. & Fish.* 26(1): 457-467.
- Greenberg, A.E., Clesceri, L.S. & Eaton, A.D. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 18a. ed. American Public Health Association. Washington DC. 4.- Gutiérrez P, Aradillas D, Acosta I. (2021). *Av. Cien. Ing.* 12(3): 17-29



## Área 08

# Forestal y agrícola





## Área 08 – Forestal y agrícola

## Memorias

### Contenido

<p><b>Micropropagación in vitro de cítricos</b> Lenny Susana Adrian Gijón, Gloria Lucely Martínez Caama, Roger Armando Chi Verá, José Humberto Caamal Velázquez, Suemy Terezita Echeverría Echeverría</p>	115
<p><b>Establecimiento de un protocolo de propagación in vitro de plantas melíferas del estado de Yucatán</b> Elma Margarita Dzul Martin, Julián Pech Pool, José Humberto Caamal Velázquez, Suemy Terezita Echeverría Echeverría</p>	116
<p><b>Plantas silvestres del sureste con potenciales usos biotecnológicos</b> Irving Herrera Huchin, Cristina Pat Colli, Juan Gómez Juárez, Julia Cano Sosa</p>	117
<p><b>Recurso fitogenético en el sureste mexicano con potencial uso para el control de plagas y enfermedades en plantas</b> Cristina Pat Colli, Eva Izquierdo Martínez, Angel May Domínguez, Ana Ramos Díaz, Julia Cano Sosa</p>	118
<p><b>Propagación a escala piloto de agave pulquero (<i>Agave salmiana</i>) utilizando biorreactores de inmersión temporal.</b> Jorge Augusto Buenfil Calderón, José Humberto Caamal Velázquez, Suemy T. Echeverría Echeverría, María Asunciona Criollo Chan</p>	119
<p><b>Efecto de extractos de <i>Hibiscus sabdariffa</i> sobre la multiplicación de <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>.</b> Candelaria del Carmen Francisco Martínez, Eduardo Villanueva Couoh, José Humberto Caamal Velázquez, José Efraín Ramírez Benítez, Juan Carlos Alamilla Magaña, María Asunciona Criollo Chan</p>	120
<p><b>Propagación in vitro de <i>Laelia rubescens</i> Lindl</b> Alberto Mayo Mosqueda, Luis Maceda López, Silvia Andrade Canto, Eliana J. Noguera Savelli, Humberto Caamal Velázquez, Julia Cano Sosa, Fulgencio Alatorre Cobos</p>	121
<p><b>Optimización de una metodología para la propagación y crecimiento de <i>Astrophytum asterias</i> sobre <i>Hylocereus undatus</i>.</b> Luis Angel Balam-Ochoa, Mónica Beatriz Hernández-López y Norma Laura Rodríguez-Ávila</p>	122



<p><b>Micropropagación de <i>Brassavola grandiflora</i> bajo diferentes tratamientos de luz led de alta intensidad</b> Luis Arcangel Haas Tejero, Norma Laura Rodríguez Ávila</p>	123
<p><b>Estrategias para la obtención de plántulas viables de <i>Haematoxylum campechianum</i> para su establecimiento en campo</b> Xavier Alejandro Perez Luna, Norma Laura Rodríguez Ávila.</p>	124
<p><b>Evaluación del efecto de luces led en la aclimatación de orquídeas propagadas</b> Anahí de los Ángeles Vázquez Cruz, Norma Laura Rodríguez Ávila.</p>	125
<p><b>Metodología para el cultivo <i>in vitro</i> del pepino kat (<i>Parmentiera aculeata</i> Kunth)</b> Sara Luz Nahuat Dzib, José Luis Giorgana Figueroa, Carlos Francisco Reyes Sosa, Enrique Eduardo Peraza González, Pedro Montañez Jure, Enrique Eduardo Peraza López, Felipe de Jesús May Pat, Douglas Jesús Cano Espadas, Karla Janeth Can Be</p>	126
<p><b>Uso de residuos agroforestales en el cultivo de <i>Hericium erinaceus</i></b> Gabriela De Vega Luttmann, Jazmín Edith Méndez Hernández, Sergio Hernández León, Josefa Espitia López, Oscar Arce Cervantes, Silvia Armenta Jaime</p>	127
<p><b>Crecimiento en residuos agroforestales de <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Lentinula edodes</i></b> Adriana Ibarra Islas, Gabriela de Vega Luttmann, Rosa Mareyli Gayosso San Juan, Ángelica Manzur Chávez, Paul Misael Garza López, Benito Flores Chávez, Oscar Arce Cervantes</p>	128
<p><b>Efecto biocida de biosurfactantes <i>in vitro</i> contra el nematodo agallador <i>Nacobbus aberrans</i> (J2)</b> Jaime Adriel Gómez-Gutiérrez, Arnoldo Wong-Villarreal, Juan Manuel Caspeta Mandujano, Alejandro García Flores, Liliana Aguilar-Marcelino, Patricia Vargas Urióstegui, Edgar Villar Luna, Olga Gomez-Rodriguez.</p>	129
<p><b>Capacidad de actinomicetos nativos como promotores de crecimiento vegetal</b> Laura Janeth Contreras Reyes, Itzeel Rosalina Ramírez Hernández, Isela Miroslava Mendoza García, Verónica Almaguer Cantú, Katiushka Arévalo Niño, Guadalupe Rojas Verde.</p>	130
<p><b>Evaluación de germinación de semillas de palma Jipi (<i>Carludovica palmata</i> Ruiz &amp; Pavón).</b> Scarlet Estefani Rodríguez Hernández, José Efraín Ramírez Benítez, Juan Carlos Alamilla Magaña, José Humberto Caamal Velázquez</p>	131



## MICROPROPAGACIÓN IN VITRO DE CÍTRICOS

Lenny Susana Adrian Gijón<sup>1</sup>, Gloria Lucely Martínez Caamal<sup>1</sup>, Roger Armando Chi Verá<sup>1</sup>, José Humberto Caamal Velázquez<sup>2</sup>, Suemy Terezita Echeverría Echeverría<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Núm. 13, Ex-Hacienda Xmatkuil, Mérida, Yucatán, 97139. <sup>2</sup>Colgeio de Posgraduados Campus Campeche, carretera Haltunchen-Edzná, 24450 Champotón, Camp. suemy.echeverria@cbta13.edu.mx

*Palabras clave: Cítricos, Micropropagación, semillas*

**Introducción.** Los cítricos tienen una producción de 124 millones de toneladas en promedio a nivel mundial (Saens *et al*, 2019). En México la citricultura es considerada como una de las actividades económicas más importantes debido a la demanda que genera. En el Estado de Yucatán, se desarrolla el 80% de la citricultura que comercializa al resto de la república, es una fuente que genera empleo a nivel estatal y aporta al PIB agrícola nacional, aunque no todos los cítricos se cultivan en áreas agrícolas tal es el caso de la naranja agria (*Citrus aurantium* L.), el limón indio (*Citrus limon*) y la China Lima. Uno de los problemas principales es la propagación de plantas sanas, por eso en este trabajo se desarrollaron protocolos de una propagación *in vitro* de mandarina, naranja agria, china lima y limón indio.

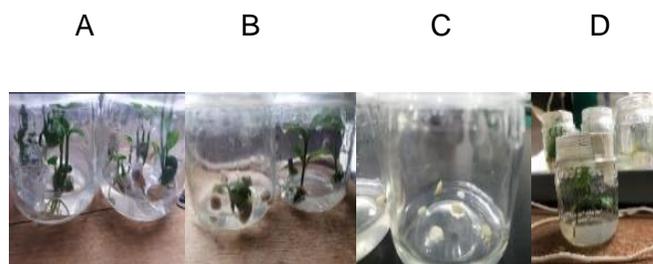
**Metodología.** El trabajo se realizó en el laboratorio de biotecnología del CBTA 13 de Xmatkuil. Se utilizó el protocolo modificado de Hernández-Amasifuen (2021) para las 4 especies de cítricos. Se utilizaron semillas de mandarina (*Citrus reticulata*) y naranja agria (*Citrus aurantium* L.), para la desinfección, las semillas se lavaron durante 5 min con agua destilada. Posteriormente en la cámara de flujo laminar se mantuvo en una solución de alcohol al 70% durante 10 min, a continuación, se lavó con una solución de hipoclorito de sodio al 20% durante 15 min y con hipoclorito de sodio al 30% por 15 min, al final se eliminó se dieron 3 lavados con agua destilada estéril. En el caso el limón indio (*Citrus limon*) se utilizó el protocolo de desinfección (2) se introdujo en una solución desinfectante de hipoclorito de sodio y 7 gotas de detergente líquido después de eso se agitó por 20 min, luego se trasladó a la cámara de flujo laminar y por último se enjuagaron con agua destilada estéril.

En el caso de la china lima, primero se enjuaga con agua destilada por 10 min y por consiguiente se enjuaga por 5 min en alcohol al 70% después se pasó por hipoclorito de sodio al 2,5% por 3 min y por último se pasó por una solución de isodine al 2,5% por 40 min. Después los explantes se pasaron a campana de flujo laminar y se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril.

**Resultados.** En este trabajo se pudo observar que las semillas de la naranja agria (*Citrus aurantium* L.) comenzaron a germinar a los 5 días de haberlas introducido *in vitro*, a diferencia de las semillas de

mandarina (*Citrus reticulata*) las cuales comenzaron a germinar a los 3 días. En el caso del limón indio (*Citrus limón*) no se logró la germinación ya que el 45% de las semillas se contaminaron por hongos, 5% por bacterias y 50% no presentaron cambios hasta la fecha.

En el caso de China Lima un 40% se contaminaron por explante y un 60% germinaron perfectamente.



**Fig. 1.** A) Los explantes de la mandarina (*Citrus reticulata*) germinó a los 7 días de haber sido introducido *in vitro*. B) Primeros brotes de la naranja agria (*Citrus aurantium* L.). Presentaron cambios a los 5 días de ser introducido al medio de cultivo. C) Las semillas del limón indio (*Citrus limon*) no germinaron después de haberlo introducido *in vitro*. D) Plántulas de la China Lima a las dos semanas de haberlo introducido *in vitro*.

**Conclusiones.** El protocolo de desinfección de la mandarina (*Citrus reticulata*) y la naranja agria (*Citrus aurantium* L.) y la China Lima es más efectivo que el del limón indio (*Citrus limon*).

**Agradecimiento.** Agradecemos al Laboratorio de Biotecnología del Centro de Bachillerato tecnológico Agropecuario Núm. 13, por permitimos llevar a cabo este trabajo.

### Bibliografía

- Hernández-Amasifuen, A. D., Pineda-Lázaro, A. J., & Díaz-Pillasca, H. B. Micropropagación in vitro de naranja agria (*Citrus aurantium* L.) a partir de segmentos nodales.
- Sáenz Pérez, C. A., Hernández, E. O., Estrada Drouaillet, B., Poot Poot, W. A., Delgado Martínez, R., & Herrera, R. R. (2019). Principales enfermedades en cítricos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(7), 1653-1665. [eprints.uanl.mx/578/1/1080080882.PDF](https://eprints.uanl.mx/578/1/1080080882.PDF) (2002).



## ESTABLECIMIENTO DE UN PROTOCOLO DE PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE PLANTAS MELIFERAS DEL ESTADO DE YUCATÁN

Elma Margarita Dzul Martín<sup>1</sup>, Julián Pech Pool<sup>1</sup>, José Humberto Caamal Velázquez<sup>2</sup>, Suemy Terezita Echeverría Echeverría<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Núm. 13, Ex-Hacienda Xmatkuil, Mérida, Yucatán, 97139. <sup>2</sup>Colgeio de Posgraduados Campus Campeche, carretera Haltunchen-Edzná, 24450 Champotón, Camp. [suemy.echeverria@cbta13.edu.mx](mailto:suemy.echeverria@cbta13.edu.mx)

*Palabras clave:* Jabín, Tajonal, Chaká, micropropagación

**Introducción.** La vegetación en la península de Yucatán suele ser caracterizada por sus selvas predominantemente secas, las cuales sostienen la producción de miel gracias a la diversidad y presencia de ciertas especies de flores que ofrecen néctar y polen a las abejas (Cetzal *et al*, 2019). Esta vegetación se considera como plantas melíferas y se estiman con un 40% en la Península de Yucatán (Canche-Collí *et al*, 2022). De igual manera diversos especialistas afirman que la producción de miel es la segunda categoría de uso de esta vegetación junto con su uso medicinal (Alfaro *et al*, 2010). Uno de los problemas de las plantas melíferas la deforestación de selvas. Por este motivo en este trabajo se pretende realizar un protocolo de propagación *in vitro* para tres especies de plantas melíferas, jabín (*Pisciclia piscipula*), tajonal (*Viguiera dentata*) y el chaká (*Bursera simaruba*), para tratar de reestablecer el número de ejemplares en la región.

**Metodología.** Las semillas de *V. dentata* fueron lavados con agua destilada, posterior a esto se sumergieron en alcohol al 70% durante 10 min y luego en una solución de NaClO al 15% por 15 min, por último en condiciones asépticas se extrajo la solución de NaClO y se realizó dos enjuagues con agua destilada estéril. Se sembraron 2 lotes de 2 frascos con 5 explantes cada uno. Las semillas de *P. piscipula* fueron lavadas con agua del grifo, posteriormente fueron sumergidas en hipoclorito de sodio (NaClO 20%) durante 20 min y luego en una solución de NaClO al 30% durante 20 min. Dentro de campana de flujo laminar se extrajo las soluciones y se realizó 3 enjuagues con agua estéril. Por último las semillas de *B. simaruba* fueron lavadas con agua del grifo, posteriormente fueron sumergidas en alcohol al 70% durante 3 min, de igual manera en hipoclorito de sodio (NaClO 15%) durante 12 min, finalmente se realizaron 3 enjuagues con agua destilada estéril. Se sembraron 10 lotes con 5 semillas cada uno, todas las semillas se sembraron en el medio MS suplemento con 30 gr/L de sacarosa, 2.5 gr/L de phytigel, con un pH a 5.7.

**Resultados.** Los resultados obtenidos de las plantas melíferas fue un 27% de contaminación por hongos y un 7% de bacterias, obteniendo un 61% de semillas no infectadas y con semillas germinadas por parte de *P. piscipula*. En el caso de *B. simaruba* y *V. dentata* se presentó contaminación en la totalidad de las semillas

por lo que se recomienda modificar los protocolos de desinfección y el trabajo realizado. En relación con las semillas que no se contaminaron lograron germinar el 20% a partir de los 5 días de cultivo.

**Resultados.** Los resultados obtenidos de las plantas melíferas fue un 27% de contaminación por hongos y un 7% de bacterias, obteniendo un 61% de numero de semillas no infectadas y con semillas germinadas por parte de *P. piscipula*. En el caso de *B. simaruba* y *V. dentata* se presentó contaminación en la totalidad de las semillas por lo que se recomienda modificar los protocolos de desinfección y el trabajo realizado. En relación con las semillas que no se contaminaron lograron germinar el 20% a partir de los 5 días cultivo.

**Tabla 1.** Porcentajes de contaminación y germinación de las diferentes especies.

Tipos de semillas	% De semillas infectados por hongos	% De semillas infectadas por bacterias	Numero de % de semillas no infectadas	% de semillas germinadas
Tahonal	75%	25%	0	0
Jabín	27%	7%	61%	21%
Chaká	50%	50%	0	0

**Conclusiones.** En las semillas de jabín se obtuvo un 61% libre de contaminación de los cuales el 21% germinaron. Cabe mencionar que no hay comparación ya que no se encontraron reportes de cultivo *in vitro* de las especies. Aunque solo se observó respuesta en Jabín (*Pisciclia piscipula*), todavía se puede mejorar los protocolos para las demás especies melíferas como tahonal (*Viguiera dentata*) y el chaká (*Bursera simaruba*).

**Agradecimiento.** Al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No.13, Mérida Yucatán, por el apoyo brindado.

### Bibliografía.

- Alfaro Bates, R. G., Acereto, G., Castro, V., & Aliciacoaut, F. (2010).
- Caracterización palinológica de las mieles de la península de Yucatán (No. Y/641.38097265 C3).
- Canche-Collí, C., Jiménez, L. N. L., Rodríguez, R., & Canto, A. (2022). El jabín y los secretos de su néctar. *Ecofronteras*, 2-5.
- CETZAL-IX, W. I. L. I. A. M., NOGUERA-SAVELLI, E. L. I. A. N. A., & JF, M. P. (2019). Flora melífera de la península de Yucatán, México: Estrategia para incrementar la producción de miel en los periodos de escasez de alimento de Apis mellífera L. Desde el Herbario CICY, 11, 172-179.
- Murashigue, T., & Skoog, F. (1962). Revised Medium for rapid growth and BioAssays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-947. doi:10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x



## PLANTAS SILVESTRES DEL SURESTE CON POTENCIALES USOS BIOTECNOLÓGICOS

Irving Herrera-Huchin<sup>1,2</sup>, Cristina Pat-Colli<sup>1,2</sup>, Juan Gómez-Juárez<sup>1,2</sup>, Julia Cano-Sosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsede Sureste. Tablaje Catastral 31264 Km 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburná puerto. Parque Científico Tecnológico de Yucatán. C.P. 97302, Mérida, Yucatán, México. Autor de correspondencia: jcano@ciatej.mx

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México campus Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán. C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

Autor de correspondencia: jcano@ciatej.mx

*Palabras clave: Biotecnológico, plantas silvestres, Sureste de México*

**Introducción.** La biotecnología tiene un papel muy importante en México para el desarrollo y el uso de productos biotecnológicos como en cultivos mejorados genéticamente e ingeniería genética, medicamentos, pigmentos, biofertilizantes, biorremediación, alimentos nutraceuticos y bioenergéticos.

El objetivo principal de este trabajo es compilar información de aquellas especies de plantas silvestres distribuidas en el sureste mexicano que puedan tener usos potenciales biotecnológicos.

**Metodología.** Se realizó trabajo de campo en siete comunidades de Mérida (Noc-Ac, Sierra Papacal, Dzibilchaltún, Chablekal, Cheumán, Dzityá y Xcanatún), en donde se muestreó y obtuvo registro fotográfico. Se elaboró un listado con el cual se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos como CONABIO, CICY, Pubmed, Redalyc, para compilar información sobre las características y los usos biotecnológicos de dichas plantas.

**Resultados.** Se compiló información y se obtuvo un registro fotográfico, aquí se presenta lo obtenido para seis especies con potencial uso biotecnológico de las siete comunidades visitadas (figura 1 y tabla 1). En las familias se encuentran: Piperaceae, Amaranthaceae, Moraceae, Cucurbitaceae, Acanthaceae, Crassulaceae.

**Tabla 1.** Seis plantas silvestres con uso potencial biotecnológico encontrados en 7 comunidades de Mérida.

Especie	Compuestos químicos identificados	Usos conocidos y potenciales
<i>Piper auritum</i> Kunth	Safrol, dimetiléter de apigenina, miristicina, vaciheína A, sakuranina y flavonoides de sakuranetina (Estrada-Reyes et al., 2019). Presencia de derivados del ácido benzoico, fenilpropionoides y triterpenoides, mientras que los aceites esenciales han demostrado su riqueza en safrol (Salleh, 2020).	Efectos pro-sexuales, ratas macho (Estrada-Reyes et al., 2019). Propiedades antioxidantes, tóxicas, insecticidas, anti-diabéticas y citotóxicas (Salleh, 2020).
<i>Amaranthus spinosus</i>	Los pigmentos, el β-caroteno, la vitamina C, los compuestos fenólicos y los flavonoides tuvieron una fuerte actividad antioxidante (Sarker & Oba, 2019).	potencial para la fitorremediación de suelos contaminados por bajos niveles de Cd y Pb (Huang et al., 2019). Alimenticio, farmacológico
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	75% carbohidratos, de los cuales 61% eran almidón y 12,24% proteínas totales (Olguin, 2019).	Alimenticio, biocombustible
<i>Momordica charantia</i> L.	Proteínas, polisacáridos, flavonoides, triterpenos, saponinas, ácido ascórbico y esteroides. Diversas actividades biológicas de M. (Jia, 2017).	Alimenticio, Hipoglucemiante y farmacológico
<i>Thunbergia grandiflora</i>	Nuevos glucósidos iridoides, isounedoso y ácido grandiflorico. El ácido grandiflorico contiene C-10 como un grupo de ácido carboxílico (Tewari et al., 2019).	Ornamental, farmacológico
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	Actividad antiviral y antibacteriana. (Füerer et al., 2016).	Farmacológico y alimenticio, actividad antimicrobiana, antiinflamatorias y antisépticas (Abdelloufi, S., 2010), así como en el tratamiento de la disfunción cardiovascular, diabetes y quimiopreención.(Mohan et al., 2012)

**Conclusiones.** La investigación realizada de especies reveló, 6 plantas pertenecientes a 6 familias, se observó que estas plantas tienen un mayor empleo medicinal tradicional en distintas culturas principalmente la maya, aun cuando no se descarta su uso alimenticio, ornamental y cultural.

**Agradecimiento.** Proyecto número 320786 con título "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. Fondo Ciencia de Frontera Paradigmas y Controversias 2022.

### Bibliografía.

- Salleh, W. (2020). Zeitschrift fur Naturforschung. C, Journal of biosciences, 76(3-4), 93–102.
- Sarker U. y Oba S. (2019). *Scientific Reports* 9(1), 1–10.
- Subiria-Cueto, R., Larqué-Saavedra, A., Reyes-Vega, M., de la Rosa, L., Santana-Contreras, L., Gaytán-Martínez, M. & Martínez-Ruiz, N. (2019). *Foods*, 8(12), 613.
- Pradeep, S., Jain, A., Dharmashekara, C., Prasad, S., Akshatha, N., Pruthvish, R. & Glossman-Mitnik, D. (2021). *Frontiers in chemistry*, 826.



**Fig. 1.** Plantas silvestres con potencial de uso biotecnológico. A) *Piper auritum* Kunth, B) *Amaranthus spinosus*, C) *Brosimum alicastrum* Sw. ssp. *Alicastrum*, D) *Momordica charantia* L., E) *Thunbergia grandiflora*, F) *Kalanchoe daigremontiana*



## RECURSO FITOGENETICO EN EL SURESTE MEXICANO CON POTENCIAL USO PARA EL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTAS

Cristina Pat-Colli<sup>1</sup>, Eva Izquierdo-Martinez<sup>2</sup>, Angel May-Dominguez<sup>3</sup>, Ana Ramos-Díaz<sup>4</sup>, Julia Cano-Sosa<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México campus Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán. C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, C.P. 45510. Predio Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico Superior Del Sur Del Estado De Yucatán. Carretera Muna-Felipe Carrillo Puerto, tramo Oxkutzcab-Akil Km 41+400, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.

<sup>4</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Subsede Sureste. Tablaje Catastral 31264 Km 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburná puerto. Parque Científico Tecnológico de Yucatán. C.P. 97302, Mérida, Yucatán, México.

Autor de correspondencia: jcano@ciatej.mx

*Palabras clave: metabolitos secundarios, plantas silvestres, Sureste de México, fitopatología*

**Introducción.** Los principales problemas en diversos cultivos son la presencia de plagas y enfermedades que provoca grandes pérdidas económicas. Actualmente se usan plaguicidas químicos pero el uso irracional provoca graves problemas a la salud humana, así como graves problemas ambientales como lo es la contaminación del agua (García *et al.*, 2018). Los recursos fitogenéticos silvestres son de interés debido a metabolitos secundarios que producen y que pueden proveer protección contra plagas y enfermedades fitopatógenas.

El objetivo principal de este trabajo fue compilar información de plantas principalmente de tipo silvestre con potencial uso para el control de plagas y enfermedades en plantas.

**Metodología.** Se realizó trabajo de campo en Mérida, Yucatán y comunidades como Sierra Papacal, Dzibilchaltún, Chablekal), en donde se muestreó y obtuvo registro fotográfico. Se elaboró un listado con el que se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos como CONABIO, CICY, Pubmed, Redalyc, para compilar información sobre las características, los usos biotecnológicos y uso potencial para el control de plagas y enfermedades en plantas.

**Resultados.** Se compiló información y se obtuvo un registro fotográfico, aquí se presenta lo obtenido para siete especies con potencial uso potencial bioinsecticida, fungicida, bactericida, nematocida, para el control de plagas y enfermedades en plantas de las siete comunidades visitadas (figura 1 y tabla 1).



**Figura 1.** Imágenes de Plantas silvestres con uso potencial biotecnológico para control de plagas y enfermedades. A) *Piper auritum*, B) *Kalanchoe daigremontiana*, C) *Azadirachta indica*, D) *Brosimum alicastrum*, E) *Ruta graveolens*, F) *Mentha spicata*, G) *Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*.

**Tabla 1.** Plantas silvestres con uso potencial biotecnológico para control de plagas y enfermedades.

Especie	Compuestos químicos identificados	Usos potenciales
<i>Piper auritum</i> Kunth	Safrol, dimetiléter de apigenina, misticina, vascelina A, sakuranina y flavonoides de sakuranina (Estrada-Reyes <i>et al.</i> , 2019). Presencia de derivados del ácido benzoico, fenilpropionoides y triterpenoides, mientras que los aceites esenciales han demostrado su riqueza en safrol (Salleh, 2020).	Uso potencial para el control de plagas y enfermedades ya que tiene propiedades insecticidas.
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	compuestos fenólicos, bufadienólidos y vitaminas, incluido el ácido ascórbico, riboflavina, la tiamina y la niacina (Pattwar, 2012).	Actividad antiviral y antibacteriana, antimicrobiana, insecticida (Furter <i>et al.</i> , 2016).
<i>Azadirachta indica</i>	Compuestos triterpenos como Azadirachtina, Salanina, Nimbina y otros, y sus modos de actuar sobre los insectos, tales como efecto antialimentario, repelente y regulador del crecimiento, entre otros, han sido descritos por diferentes autores (López-Díaz <i>et al.</i> , 2005).	Uso potencial como bioinsecticida, fungicida, antialimentario, repelente y regulador del crecimiento.
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>Glabriusculum</i>	Los componentes: la capsaicina, la capsaicina, el capsidol, los capsaicinóidos y la capsaicina, compuestos que además de muchas otras propiedades demostradas ser antibacteriales e incluso fungicidas (Moreno-Limón <i>et al.</i> , 2012).	Propiedades antifúngicas, de hamsecticida y repelencia (Alvarado, 2009).
<i>Ruta graveolens</i>	aceites, grasas, flavonoides, alcaloides, furanocumarinas, glucosídeos, terpenoides, ácidos orgánicos, esteroides, cumarinas, esteroides, taninos, saponinas, fenoles, antipépticas, carbohidratos, piranosumarinas, cardiolucosídeos, proteínas y aminoácidos. Todas las partes de la planta contienen el compuesto activo, pero se encuentran principalmente en las hojas. (Ghranh <i>et al.</i> , 2020).	Propiedades insecticidas, antifúngicas y antimicrobianas.
<i>Mentha spicata</i>	Sabonina, α-piensa, piperitona, pulegona, carvono, carverol, Ácido cafeico y sus derivados, ácidos clorogénicos, derivados glicosilados de apigenina y luteolin (Amsar <i>et al.</i> , 2019), (Marzouk <i>et al.</i> , 2018).	Posee propiedades repelente, inhibidores, antimicrobianas, acaricidas, larvicidas, antifúngicas.
<i>Brosimum alicastrum</i>	Triptofano, ácido gálico, umbeliferona, proantocianidina, diosgenina, rutina, quercetina (Guti, 2016) p-hidrobenzoico (del Carmen Quintero-Hilario <i>et al.</i> , 2019). Ácidos ácidos (Lecanina, Vilina, Isocoumarina, Fenilalanina, Lisina, Tirocina, Triptofano, Histidina, Metionina, Arginina, Ácido aspártico, Prolina, Cistina, Serina, Glicina, Tirocina, Alanina) (Teni Milán, 2008). Vitaminas A y C (Ozer, 2017). Flavonoides en hojas, cumarinas en el fruto, cardenólidos y bufadienólidos lactonas insaturadas, esteroides, saponinas, aceites volátiles y sesquiterpenos solo en hojas (Teni Milán, 2008). Ácido linoleico, ácido palmítico, ácido teáico, ácido linoleico, Cis-11-Eicosenoico, ácido vanílico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, epicatequina y ácido sináptico (fitofenólicos, antioxidantes) (Tokpanar, 2010).	Debido a compuestos presentes podría utilizarse como antimicrobiano, antifúngico.

**Conclusiones.** La revisión realizada de las siete especies pertenecientes a siete familias, se registra que estas plantas tienen un potencial comportamiento como insecticida o insecticida para inhibir, eliminar, o como repelente en cultivos ante la presencia de insectos plagas o inhibir el crecimiento de diversos patógenos tales como los hongos, bacterias o virus.

**Agradecimiento.** Proyecto número 320786 con título "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. Fondo Ciencia de Frontera Paradigmas y Controversias 2022.

### Bibliografía.

- Salleh, W. (2020). *Zeitschrift fur Naturforschung. C, Journal of biosciences*, 76(3-4), 93–102.
- Narayanankutty, A., Kunnath, K., Alfarhan, A., Rajagopal, R., & Ramesh, V. (2021). *Molecules*, 26(20), 1–9.
- El-Saber-Batiha, G., Magdy-Beshbishy, A., Wasef, L., Elewa, Y., Al-Sagan, A., El-Hack, M., Taha, A., Abd-Elhakim, Y., & Devkota, H. (2020). *Nutrients*, 12(872), 1–21.
- Ghranh, H., Ibrahim, E., Kilnay, M., Ahmad, Z., Alhag, S., Khan, K., Taha, R., & Asiri, F. (2020). *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 1–11.



## PROPAGACIÓN A ESCALA PILOTO DE AGAVE PULQUERO (*Agave salmiana*) UTILIZANDO BIORREACTORES DE INMERSIÓN TEMPORAL.

Jorge Augusto Buenfil Calderón<sup>1</sup>, José Humberto Caamal-Velázquez<sup>2\*</sup>, Suemy T. Echeverría Echeverría<sup>3</sup>, María Asunciona Criollo Chan<sup>2</sup>.

1.-Facultad de Ingeniería Química UADY, Mérida, 97203,

2. Km 17.5 Carr. Fed. Haltunchen-Edzná, Sihochac, Champotón, Campeche, CP. 24450, [hcaamal@colpos.mx](mailto:hcaamal@colpos.mx)

3. Prolongación Calle 50, Ex Hacienda, XMatkuil, Yucatán CP. 97315

*Palabras clave: organogénesis directa, multiplicación, Agave pulquero*

**Introducción.** El *Agave salmiana* o maguey, es una especie endémica de México que se encuentra en el norte y centro del país. De esta planta se obtienen diferentes productos de importancia económica. La propagación por medio de semilla es inconveniente por tener que esperar 12 años para llegar a ser productiva y su forma asexual empieza a los 5 años y produce un bajo número de hijuelos (1). La micropropagación del maguey en medio semisólido (ss), ha presentado mejores tasas de multiplicación, en menor tiempo y con plantas sanas. Sin embargo, la técnica de biorreactores de inmersión temporal (BITS) reduce costos de producción, aumenta la tasa de aclimatación y reduce el tiempo de multiplicación con su contraparte ss (2).

En este estudio se evaluó el medio de cultivo Murashige & Skoog (MS) + 44.4µM 6-bencilaminopurina (BAP) T1 y MS + 35.52µM BAP y 1.427 µM ácido indol acético (AIA) T2, en BITS de 500ml para generar un protocolo de multiplicación en este método.

**Metodología.** Se emplearon plantas de *A. salmiana* germinadas de semillas provenientes del estado de Hidalgo recolectadas en el año 2017. Se seleccionaron plantas de 2-3 cm y se pusieron 10 plántulas por BITS con 200 mL de medio. Para la evaluación de medios, se usó un medio control con MS sin reguladores de crecimiento, en los tratamientos, se usaron los medios previamente descritos (3,4) MS + 44.4µM de BAP y MS + 35.52µM de BAP + 1.427 AIA utilizando BITS de frascos gemelos (5) en un periodo de 45 días con una frecuencia de inmersión de 1min/6h.

**Resultados.** Los tratamientos no presentaron una mejoría en el número de raíces. A diferencia de Silos-Espino et al. (4) que obtuvo 4 raíces/ brote, nosotros obtuvimos 1.15 (tabla 1). En el número de brotes no hubo una diferencia significativa, pudiendo deberse a que solo se pusieron las plantas germinadas con semillas, sin inducción previa, observando menos brotes que Arzate-Fernández et al. y Silos-Espino et al. con 23 y 17 brotes respectivamente. También la cantidad de AIA pudo no ser suficiente para inducir callos generadores de plántulas como lo obtuvo (3). (1) obtuvo 14 brotes (44.4µM BAP + 0.1809µM ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4D)) y 10.33 brotes (5 BAP + 0.09µM AIA), esto se pudo deber a que la auxina 2,4-D en bajas concentraciones funciona mejor en la generación de brotes axilares. No hubo diferencia significativa en el número de hojas, pero si en la longitud de brote entre el control y el T2, (3) obtuvo máxima longitud de brote de 2.8cm

empleando 4.44µM BAP + 13.22µM 2,4-D. Este medio presenta una mejor respuesta en la longitud de brote en el *A. salmiana*. En ninguna planta se mostró signo de hiperhidratación.



Figura 1. Evaluación del *Agave salmiana* después de 45 días

Tabla 1. BAP (benzilaminopurina), AIA (ácido indol3-acético). Letras diferentes presentan diferencia de acuerdo con la prueba de Tuckey, con un nivel de significancia de 0.05.

Tratamiento	# de brotes	# de hojas	Long. de brote (cm)	# de raíz
Control (MS)	0.15 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>
44.4µM BAP	0.15 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	6.17 <sup>ab</sup>	1.25 <sup>a</sup>
35.52 BAP + 1.427 AIA	0.2 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	6.63 <sup>b</sup>	1.15 <sup>a</sup>

**Conclusiones.** La multiplicación de *Agave* requiere de un paso de inducción antes de la multiplicación. El tratamiento 1 y 2 no son buenos para la multiplicación masiva de *A. salmiana* pero si para tener una longitud de brote. La hormona BAP no es adecuada para enraizamiento.

**Agradecimiento.** Colegio de postgraduados campus Campeche. Centro de bachillerato tecnológico agropecuario No. 13.

### Bibliografía.

- Puente-Garza C. A., Gutiérrez A. & García S.(2015). *Front. Plant Sci.* 6 (1026): 1–9
- Monja-Mio K. M., Olvera-Casanova, D., Herrera-Alamillo, M., Sánchez-Teyer, F. L. & Robert, M. L. (2021). *3 Biotech* 11 (77): 1–8.
- Arzate-Fernández A. M., Martínez-Velasco, I., Alvarez-Aragón, C., Norman-Mondragón, S. Y. & Martínez-Martínez, T. H. (2020). *Trop. Subtrop. Agroecosystems* 23: 1870–462
- Silos-Espino H., González N., Carrillo A., Guevaralara F. & Valverde M., Parades O. (2007). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 82(3): 355–359.
- Escalona M., Lorenzo J., Gonzalez J., Desjardins Y. (1999). *Plant Cell Rep.* 18: 743–748



## EFFECTO DE EXTRACTOS DE *Hibiscus sabdariffa* SOBRE LA MULTIPLICACIÓN DE *Kalanchoe blossfeldiana*.

Candelaria del Carmen Francisco Martínez<sup>1</sup>, Eduardo Villanueva Couoh<sup>2</sup>, José Humberto Caamal Velázquez<sup>3</sup>, José Efraín Ramírez Benítez<sup>1</sup>, Juan Carlos Alamilla Magaña<sup>3</sup>, María Asunciona Criollo Chan<sup>3</sup>

1- FCQB de la Universidad Autónoma de Campeche, Av Ing Humberto Lanz Cárdenas S/N col Ex-Hacienda Kalá, CP 24085.

2- TECNM Conkal, Calle 10 S/N, 97345 Mérida, Yuc.

3- Colegio de Postgraduados Campus Campeche, KM 17.5 Carr. Fed. Haltunchen-Edzná, Sihochac, Champotón, Campeche. 24450. [hcaamal@colpos.mx](mailto:hcaamal@colpos.mx)

*Palabras clave: Extractos vegetales, Cultivo de Tejidos Vegetales, Kalanchoe*

**Introducción:** La agroindustria ornamental en la península de Yucatán en su mayoría es de comercialización. *Kalanchoe blossfeldiana* es una planta suculenta conocida en el sureste de México como “Mala Madre”, está ampliamente distribuida en las regiones tropicales y subtropicales, posee una amplia gama de colores y sus hojas tienen un color verde atractivo (12). Los extractos de *Hibiscus sabdariffa* se han caracterizado y reportado actividad como agente eliminador de bacterias, principalmente las resistentes a los antibióticos, entre otros usos (3). Por tal motivo en este estudio se tuvo como objetivo, evaluar el efecto del extracto de *H. sabdariffa* sobre la micropropagación de *K. blossfeldiana*.

**Metodología.** El material vegetal fue tomado del Laboratorio de Biotecnología del TECNM Conkal y propagado utilizando medio MS (4) suplementado con 1 mg.L<sup>-1</sup> de Benzil Amino purina (BAP), pH ajustado a 5.7 y esterilizado por autoclave. Se utilizaron explantes de 3 cm de longitud en promedio y se incubaron a 25 ± °C por un periodo de 40 días y se evaluaron el número de brotes, número de entrenudos por brote y porcentaje de materia seca.

**Resultados.** En la figura 1 observamos la fenología de los explantes de *Kalanchoe* que se sometieron a los extractos vegetales de *Hibiscus* y en la tabla 1, los resultados de la evaluación de parámetros de crecimiento.



**Fig. 1.** Respuesta de *Kalanchoe* a la multiplicación con diferentes cantidades de extracto de *Hibiscus sabdariffa*. 0 ml.L<sup>-1</sup> de extracto, 0.5 ml.L<sup>-1</sup>, 1 ml.L<sup>-1</sup> y 5 ml.L<sup>-1</sup>. La barra de escala es de 1 cm de longitud

**Tabla 1.** Resultados del análisis estadístico en la multiplicación de *K. blossfeldiana* con diferentes concentraciones de extracto de *H. sabdariffa*. Se realizó una comparación de medias de Tukey con una significancia del 0.05

Extrac. Hibiscus	# Brotes	# Entrenudos	% Materia Seca	Longitud (cm)
0 ml/L	3.9 ± 0.37 a	3.2 ± 0.19 a	4.70 ± 0.95 a	26.5 ± 4.32 a
0.5 ml/L	3.0 ± 0.41 ab	3.3 ± 0.24 a	6.6 ± 1.07 a	40.5 ± 4.83 a
1.0 ml/L	1.7 ± 0.43 b	3.9 ± 0.31 a	6.9 ± 1.07 a	27.0 ± 4.83 a
5.0 ml/L	2.9 ± 0.37 ab	3.3 ± 0.22 a	6.6 ± 0.95 a	29.9 ± 4.32 a

0.05

**Conclusiones.** El extracto de *H. sabdariffa* parece no tener un efecto benéfico sobre la multiplicación de *Kalanchoe* a esta concentración, sin embargo, como los reportes indican no hubo crecimiento de bacterias en los cultivos y sería importante incrementar las concentraciones con el fin de determinar el efecto sobre la multiplicación de *Kalanchoe*, como ha ocurrido con orquídeas.

**Agradecimiento.** Se agradece el COLPOS Campus Campeche y la FCQB de la UAC, por el acceso a las instalaciones.

### Bibliografía.

1. Sujittra, T., & Chien-Young, C. (2009). *Kalanchoe* regeneration of flower buds and leaves in vitro. *Horticulture NCHU*, 34(2), 53-62.
2. Varga, A., Thoma, L. H., & Bruinsma, J. (01 de 1988). Effects of auxins and cytokinins on epigenetic instability of callus-propagated *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 15, 23-231
3. Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., & Heinrich, M. (2014). *Hibiscus sabdariffa* L. – A phytochemical and pharmacological review. *Food Chemistry*, 165(15), 424-443.
4. Murashigie, T., & Skoog, F. (1962). Revised Medium for rapid growth and BioAssays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-947.



## PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE *Laelia rubescens* LINDL.

Alberto Mayo Mosqueda<sup>1,2</sup>, Luis Maceda López<sup>1</sup>, Silvia Andrade Canto<sup>3</sup>, Eliana J. Noguera Savelli<sup>4</sup>, Humberto Caamal Velázquez<sup>1</sup>, Julia Cano Sosa<sup>5</sup>, Fulgencio Alatorre Cobos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Carretera Haltunchén- Edzná km 17.5, Sihochac, 24450, Campeche, México. <sup>2</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [alberto.mayo@hotmail.com](mailto:alberto.mayo@hotmail.com), <sup>3</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Calle 43 No.130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México. <sup>4</sup>CONACYT-Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, 24450, Campeche, México. <sup>5</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco AC., Unidad Sureste. Parque científico y Tecnológico de Yucatán. Km. 5.5 Carretera Sierra, Papacal-Chuburná Puerto, 97302, México

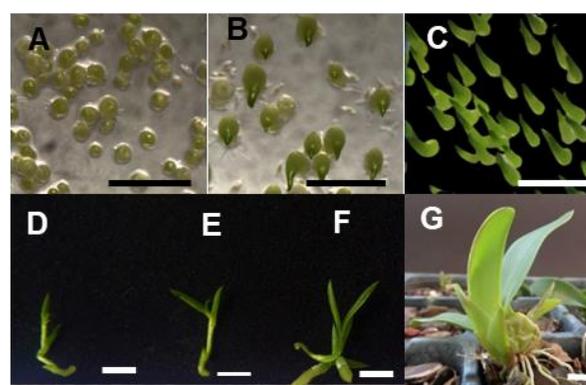
*Palabras clave: Laelia rubescens, Germinación, aditivos orgánicos*

**Introducción.** *Laelia rubescens* Lindl. es una orquídea de amplia distribución en México y Centroamérica (1), sin embargo, se encuentra expuesta a diversas situaciones adversas como la extracción ilegal, cambios de uso del suelo, calentamiento global, entre otros. Por lo antes expuesto, se requieren estrategias para su conservación.

El objetivo de este estudio fue establecer un protocolo de cultivo *in vitro* en *L. rubescens* a partir de la germinación asimbiótica de semillas.

**Metodología.** Se usaron semillas provenientes de cápsulas con diferente edad después de polinización y diferentes formulaciones de medios de cultivo basal: Murashige y Skoog, completo y a la mitad de su concentración (2), Knudson C (3), Vacint y Went (4), Phytamax® (Phy). Para el crecimiento de plántulas se adicionó agua de coco y jugo de piña al 10%. Para aclimatación se emplearon los sustratos de piedra pómez, tezontle y corteza de pino.

**Resultados.** La germinación se logró en las semillas procedentes de cápsulas de 9, 10, 11 y 12 semanas posteriores a la polinización. Las semillas provenientes de 8 semanas aún no contaban con la formación del embrión. En los medios de cultivo Knudson C (KC) y Vacint y Went (VW) no se observó germinación, solo en los medios Phy, Murashige y Skoog completo y a la mitad (MS, MS½). Sin embargo, en el medio de cultivo Phy la germinación ocurrió con mayor rapidez. Para el crecimiento de plántulas, la adición de jugo de piña permitió obtener mayor área foliar y desarrollo de raíces. Para la aclimatación los mayores porcentajes de sobrevivencia se alcanzaron con el sustrato piedra pómez.



**Fig. 1.** Germinación y crecimiento de *L. rubescens*. A) Medio MS, B) MS½, C) Phy, D) Crecimiento en medio phy, E) Phy + agua de coco, F) Phy + jugo de piña, G) Plántula aclimatada. Barra = 0.5cm

**Conclusiones.** Se logró obtener un protocolo de regeneración completo, desde la germinación de semillas hasta la aclimatación de plántulas. La edad de cápsula donante de semillas y el medio de cultivo basal son elementos que influyen en la velocidad de germinación y crecimiento de plántulas. La adición de jugo de piña mostró un efecto promotor del crecimiento de plántulas.

**Agradecimiento.** Este estudio fue financiado por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (Proyecto 235-AMM) y el Colegio de Postgraduados Campus Campeche (recurso AAA, fondos AMM y FAC).

### Bibliografía.

- Halbinger F, y Soto, M (1997). *Laelias of México*.
- Murashige, T y Skoog, F (1962). *Biologia Plant.* 15: 473-497
- Knudson, L (1946). *Am Orchid Soc Bull.* 15: 214-217
- Vacint, E y Went, F.W (1949). *Botanical Gazette.* 110: 605-61.



## OPTIMIZACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA PROPAGACIÓN Y CRECIMIENTO DE *Astrophytum asterias* SOBRE *Hylocereus undatus*.

Luis Angel Balam-Ochoa, Mónica Beatriz Hernández-López y Norma Laura Rodríguez-Ávila.  
Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Chiná. Calle 11 s/n, entre 22 y 28. C.P. 24520,  
[L18830008@china.tecnm.mx](mailto:L18830008@china.tecnm.mx)

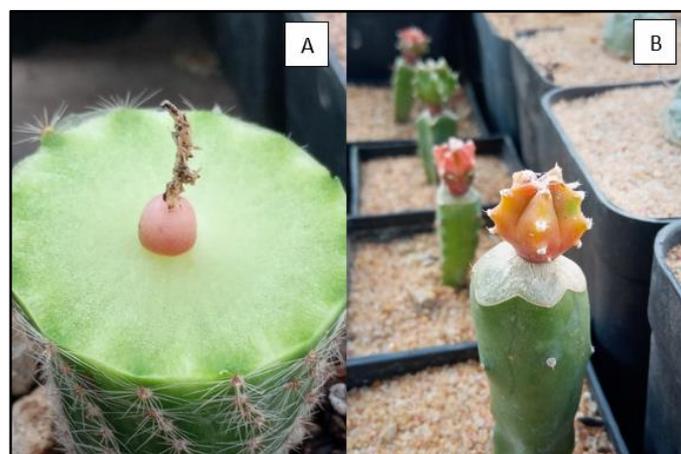
*Palabras clave:* portainjertos, microinjertos, cactáceas

**Introducción.** Las plantas de *Hylocereus undatus*, debido a sus características reproductivas y morfológicas, son un recurso que presenta potencial como portainjerto de cactáceas de lento crecimiento, convirtiéndola en una especie que permite adaptar sistemas productivos de plantas ornamentales con alto valor genético en zonas tropicales y subtropicales del país (1). Sin embargo, existen pocos antecedentes sobre la respuesta de los injertos bajo el tratamiento de distintos estimuladores de crecimiento y diferenciación. Por tanto, el objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento de la aplicación de distintos reguladores de crecimiento en injertos de *Astrophytum asterias* sobre *H. undatus*.

**Metodología.** Para elevar el porcentaje de germinación se realizará la escarificación de semillas de *A. asterias* mediante la inmersión en ácido sulfúrico como reporta (2). Los semilleros se establecerán bajo condiciones controladas en siembras incubadas a 22°C con la aplicación de ácido giberélico a 250 mg/L según describe (3). Se recolectarán vástagos menores a 6 meses de *H. undatus* y los brotes se establecerán en macetas a cielo abierto. Se realizarán los injertos de plántulas a las 4 semanas de germinación de las semillas incubadas; los cortes de plántulas, de patrones y biselados, se ejecutarán bajo condiciones asépticas en cabina de flujo laminar y se establecerán por 4 semanas en un área con humedad relativa del 90% - 100%, la temperatura base para el crecimiento de es de 7 °C y el umbral máximo es de 40 °C según (4). La aclimatación se realizará bajo condiciones de casa sombra. Finalmente, se aplicarán 4 tratamientos de reguladores de crecimiento: Auxinas responsables de la división, elongación celular y de entrenudos y Citocininas promotoras de la división celular, el retraso de la senescencia, desarrollo de cloroplastos, desarrollo vascular, y la diferenciación del tallo (5). Cada 15 días se determinará el diámetro y número de vástagos por cada tratamiento. Los resultados serán analizados por ANOVA y Tukey como prueba posthoc ( $\alpha=0.05$ ).

**Resultados.** El uso del conocimiento que se generará en este trabajo sobre el efecto de la aplicación de distintos reguladores de crecimiento en injertos establecidos en cactáceas tropicales es de importancia para los sistemas productivos de la Península de Yucatán que pretenden

tecnificar y aumentar la producción de plantas ornamentales con alto valor genético y económico.



**Fig. 1.** A) Microinjerto de raíz. B) *Astrophytum myriostigma* cv. *Kikko Koh Yoh* bajo aplicación de reguladores de crecimiento.

**Conclusiones.** La optimización de una metodología para el aprovechamiento de *H. undatus* como portainjerto de cactáceas de lento crecimiento permitirá el aprovechamiento para la conservación y generación de recursos económicos con especies de alto valor genético.

**Agradecimiento.** Dra. Norma Laura Rodríguez Ávila, Laboratorio de Biotecnología Vegetal.

### Bibliografía.

- 1.-Dehesa, A.G. (2018). En R.d. Vegetal, Regeneración in vitro de *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem. Cactácea en peligro de extinción. (págs. 27-28). Mexico: UNAM .
- 2.-Dehesa, A. G.-2. (2016). Dehesa, A. G. (2018). En R. d. Vegetal,(págs. 27-28). Mexico: UNAM . Colpos, pág.1.
- 3.-Osuna-Enciso, T. (2016). *Agrociencia* vol. 50, 61-78 .
- 4.-Pedro Saldívar-Iglesias, (2010). Ácido giberélico en la Germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry. *Agronomía Mesoamericana*, Págs.327-331.
- 5.-Sánchez-Salas, J., Flores, J., & Martínez-García, E. (5 de Mayo de 2006). Redalyc.org. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911610.pdf>



## MICROPROPAGACIÓN DE *Brassavola grandiflora* BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE LUZ LED DE ALTA INTENSIDAD

Luis Arcangel Haas Tejero<sup>1</sup>, Norma Laura Rodríguez Ávila<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 x 22 y 28 s/n Chiná, 24520 Campeche.

[L16830140@china.tecnm.mx](mailto:L16830140@china.tecnm.mx)

*Palabras clave:* micropropagación, *B. grandiflora*, luces LED.

**Introducción.** Los miembros de la familia Orchidaceae tienen usos ecológico, medicinal, alimenticio, cosmético, sociocultural y religioso. Sin embargo, tienen mayor uso en la producción hortícola comercial y como resultado, son vulnerables a las perturbaciones del hábitat y al tráfico ilegal (Cox Tamay, 2013; Roberts y Dixon, 2008). La micropropagación permite la propagación masiva de individuos o poblaciones de plantas libres de plagas y enfermedades (Jericó et al., 2014). En el cultivo *in vitro*, la luz es indispensable para estimular el crecimiento de las plantas, por lo cual, la luz LED puede ser una alternativa para la iluminación de cultivo (Mendoza & Santos, 2014). Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar un protocolo para la micropropagación de *Brassavola grandiflora* con diferentes fitoreguladores de crecimiento y bajo diferentes arreglos de luces LED.

**Metodología.** Se utilizó 50 vitroplántulas o protocormos de *Brassavola grandiflora* del laboratorio de Biotecnología vegetal del Instituto Tecnológico de chiná. El medio de cultivo *in vitro* fue MS adicionado de sacarosa, carbón activado y, pH 5.6. El medio se suplementó con 2 mg de ácido naftalenacético (ANA) o con 2 mg de ácido Indolacético (IAA) (MS + ANA) o (MS + IAA). Se preparó un volumen de medio de cultivo suficiente para 50 frascos (25 uy 25). Las plantas fueron cultivadas con un fotoperiodo de 16:8 bajo diferentes tratamientos de luz LED (18 w, 127 v), con una medida de 1. 20 m y con una intensidad de 50% en cada lámpara. Se colocaron en los anaqueles luz roja, azul/roja, azul, roja/blanca, blanca.

### Resultados.

**Tabla 1.** Efecto del Ácido Naftalenacético (ANA) en el crecimiento de plantas de *Brassavola grandiflora* bajo diferentes tratamientos de luz LED

Tratamiento de luz	Variables			
	Altura (cm)	Número de brotes	Número de hojas	Número de raíces
RR	0.9 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>
AR	1.2 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a,b</sup>	3.8 <sup>a</sup>
AA	1.6 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a,b</sup>	2.8 <sup>a</sup>
RB	1.6 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a,b</sup>	5.0 <sup>a</sup>
BB	2.2 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	9.4 <sup>b</sup>	4.4 <sup>a</sup>

En la tabla 1, \*Literales distintas representan diferencia estadística significativa.

**Abreviaturas:** RR: Luz roja/roja; AR: Luz azul/roja; AA: Luz azul/azul; RB: Luz roja/blanca; BB: Luz blanca/blanca.

**Tabla 2.** Efecto del Ácido Indolacético (IAA) en el crecimiento de plantas de *Brassavola grandiflora* sometidas a diferentes tratamientos de luz LED.

Tratamiento de luz	Variables			
	Altura (cm)	Número de brotes	Número de hojas	Número de raíces
RR	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
AR	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
AA	0.7 <sup>a</sup>	0.8 <sup>a</sup>	5.8 <sup>a</sup>	0.6 <sup>a</sup>
RB	0.9 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
BB	0.5 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>

\*Literales distintas representan diferencia estadística significativa.

**Abreviaturas:** RR: Luz roja/roja; AR: Luz azul/roja; AA: Luz azul/azul; RB: Luz roja/blanca; BB: Luz blanca/blanca

**Conclusiones.** La luz LED blanca promueve la formación de hojas en plántulas de *B. grandiflora*, lo que puede traducirse en una mayor facilidad para adaptarse al medio ambiente ex vitro. Es importante recalcar que la combinación de luz roja y blanca promueve la formación de brotes de *B. grandiflora*. Finalmente, la suplementación del medio de cultivo con 2mg/L de fitoreguladores ANA induce el crecimiento de las plántulas un mayor número de hojas y brotes en esta especie de orquídeas.

### Bibliografía

- Cox Tamay, L. D. (2013). Orquídeas: Importancia y uso en México. 6(2), 4-7.
- Mendoza, M. A. T., & Santos, M. E. P. (2014). Descubre la germinación de semillas de la orquídea laelia autumnalis bajo la luz led. ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN, 17-19.
- Roberts, D. L., & Dixon, K. W. (2008). Orchids. Current biology : CB, 18(8), R325– R329.
- Jericó, J. J., Bello-Bello, J. J., Spinoso-Castillo, J., & Iglesias-Andreu, L. G. (2014). Establecimiento de un sistema de biorreactores para la micropropagación de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. Ex Andrews). AGRO, 7(3), 63-68



## ESTRATEGIAS PARA LA OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS VIABLES DE *Haematoxylum campechianum* PARA SU ESTABLECIMIENTO EN CAMPO.

Xavier Alejandro Perez Luna, Norma Laura Rodríguez Ávila.  
Tecnológico Nacional de México campus Chiná, Departamento de Ciencias, Campeche, 24090,  
L18830186@china.tecnm.mx.

*Palabras clave: Estrategias, obtención, establecimiento.*

**Introducción.** *Haematoxylum campechianum* pertenece a la familia de las leguminosas, árbol maderable representativo para el estado de campeche. La especie se considera en peligro de extinción debido a la sobreexplotación. Las semillas de *H. campechianum* encajan en la denominación de recalcitrantes, ya que su viabilidad y germinación, se ven afectadas por su tiempo de almacenamiento, por lo que se pretende estudiar semillas recolectadas en diferentes periodos de tiempo, donde serán sometidas a diversos tratamientos de estimulación para aumentar la capacidad de germinación con el fin de obtener plantas viables para su establecimiento en campo.

**Metodología.** El uso del magnetismo ha sido estudiado y se ha comprobado que induce el desarrollo fisiológico y bioquímico de las plantas, (Lasso-Rivas, 2019; Domínguez et al., 2010; Torres et al., 2008). Las semillas recolectadas serán sometidas a la exposición de ondas magnéticas. En el T1 se probarán 3 intensidades en mT y un testigo en 5 periodos de tiempo, En el T2 se magnetizará el agua de riego, Rapôso (2014) con 3 intensidades medidas en mT y un testigo en diferentes periodos de tiempo. El T3 consiste en aplicar el método descrito por Araya (2000) sobre el uso de AG en 4 periodos de tiempo diferentes. El T4 corresponde al testigo. Las plántulas obtenidas serán trasplantadas en un sistema hidropónico NFT vertical, con diferentes arreglos de espectros lumínicos para cada nivel. Se evaluará la capacidad germinativa, elongación y grosor del tallo, volumen radicular y numero de hojas

verdaderas por un periodo de 4 meses tomando datos 2 veces a la semana.

**Resultados.** Con el desarrollo de presente estudio se establecerá una estrategia para optimizar el índice de germinación de *H. campechianum* así como para mejorar el crecimiento de plántulas con las características fisiológicas ideales que posibiliten su establecimiento en campo.

**Conclusiones.** Se debe hacer uso de todas las técnicas y estrategias disponibles para establecer un manejo agronómico adecuados para *H. campechianum* en cada una de sus etapas fenológicas, ya que con miras al futuro se prevé un aumento en la demanda de colorantes naturales en donde el palo de tinte puede jugar un papel preponderante.

**Agradecimiento.** Se agradece al Tecnológico Nacional de México, campus Chiná, así como a la asesora por las facilidades y el apoyo otorgado para el desarrollo de esta investigación.

### Bibliografía

1. Lasso N. (2019). *Intropica*. Vol. 14(2): 160-170.
2. Domínguez A., Hernández C., Cruz A., Carballo A., Zepeda R., Martínez O. E. (2010). *RFM*. Vol. 33(2): 183-188
3. Torres C., Díaz J., Cabal P. (2008). *AC*. Vol. 26(2): 177-185.
4. Rapôso N; Boix Y; Manrique C; Dubois A; Kindelan G; González F. (2014). *R I C A*. Vol. 5(2): 60-17.
5. Araya, E., Gómez, L., Hidalgo, N., & Valverde, R. (2000). *A C*. 24(1), 75-80.



## EVALUACION DEL EFECTO DE LUCES LED EN LA ACLIMATACION DE ORQUIDEAS PROPAGADAS *in vitro*

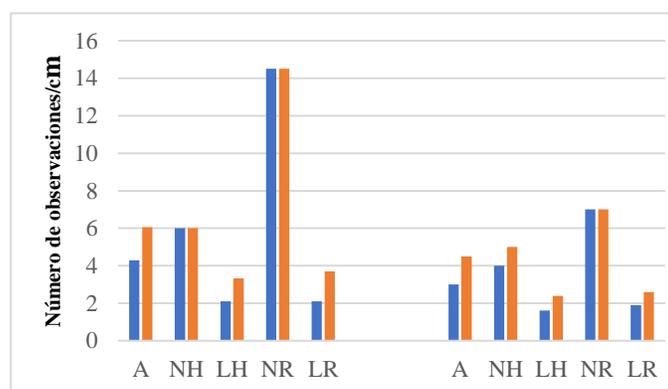
Anahí de los Ángeles Vázquez Cruz, Norma Laura Rodríguez Ávila.  
Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 x 22 y 28 s/n Chiná, 24520 Campeche.  
[anahi.vzc.096@gmail.com](mailto:anahi.vzc.096@gmail.com)

*Palabras claves: supervivencia, ex vitro, luz LED*

**Introducción.** Las orquídeas son plantas monocotiledóneas (Lee y Lee, 1991). La micropropagación representa una de las estrategias más efectivas para la conservación de orquídeas de diferentes especies. Se han reportado diversos estudios para la propagación de orquídeas, con el propósito de cultivarlas, reintroducirlas o comercializarlas. (Martínez *et al.*, 2005). Es escasa la literatura sobre el efecto de distintos tipos de luz y enraizadores en el proceso de aclimatación de orquídeas obtenidas *in vitro*. Por tanto, el objetivo fue desarrollar un protocolo para la aclimatación de *Catasetum integerrimum* propagadas *in vitro*, considerando distintos tipos de luz LED y dos enraizadores, uno natural y otro comercial

**Metodología.** Se utilizó un sustrato compuesto de peat moss, fibra de coco y piedra volcánica para la aclimatación, el cual fue esterilizado en autoclave. El sustrato estéril fue colocado en charolas de plástico para la siembra de las plantas, en campana de flujo laminar. Las raíces de las plántulas fueron enjuagadas con agua destilada estéril a la mitad de ellas se les aplicó enraizador comercial en polvo (FAX, RAIZONE PLUS) y a la otra parte, alrededor de 1 ml de agua de coco, con ayuda de un aspersor. Posteriormente, se colocó la tapa perforada de las charolas para evitar la pérdida excesiva de humedad al interior del recipiente así como el intercambio de gases adecuado para lograr su aclimatación. Pasados los 15 días, se colocaron 10 plántulas por cada tratamiento en anaqueles en los que se instalaron los diferentes regímenes luminosos: luz roja, azul, roja/Azul, blanca/roja y blanca. El día uno al día 90 Se evaluó altura de la planta, número y longitud de hojas y raíces.

**Resultados.** Se obtuvo diferencia significativa con respecto a la altura, longitud de hojas y raíces bajo el tratamiento blanca/roja enraizador comercial (FAX Raizone Plus), en la siguiente grafica se muestra las variables y su crecimiento en donde la barra azul de la gráfica representa el día uno y la barra naranja representa el día 90. (Figura 1)



**Fig. 1.** Representación gráfica tratamiento blanca/roja. Abreviaturas A) A (altura), B) NH (número de hojas) C) LH (longitud de hojas) D) NR (número de raíces) E) LR (longitud de raíces) En la parte horizontal se encuentra las diferentes medidas (cm).

**Conclusiones.** Los resultados obtenidos en este estudio demuestran el efecto positivo de la luz LED sobre la iluminación convencional con lámparas fluorescentes de luz blanca. Específicamente, la combinación de luz LED roja y blanca favorece la morfología de las plantas en aclimatación de *Catasetum integerrimum*. De igual forma, se observó una influencia positiva de la luz LED de color rojo en la inducción de brotes y del uso del enraizador comercial Raizone Plus (Fax) en la promoción del crecimiento de plantas de dicha orquídea obtenidas *in vitro*.

**Agradecimiento.** Al Instituto Tecnológico de chiná.

### Bibliografía

- Lee, J. Y Lee H. (1991) Micropropagación de orquídeas a partir de semillas. Boletín informativo de FIRA XXIV. 2:15-30
- Martínez, R. Azpiroz, H., Rodríguez, J, Cetina, V, & Gutiérrez, M. (2005). Aclimatación de plantas obtenidas *in vitro* de eucaliptus urophylla S.T. Blake y eucaliptus urophylla grandia Hill ex Maiden.



## METODOLOGÍA PARA EL CULTIVO *IN VITRO* DEL PEPINO KAT (*Parmentiera aculeata* Kunth)

Sara Luz Nahuat Dzib, José Luis Giorgana Figueroa, Carlos Francisco Reyes Sosa, Enrique Eduardo Peraza González, Pedro Montañez Jure, Enrique Eduardo Peraza López, Felipe de Jesús May Pat, Douglas Jesús Cano Espadas, Karla Janeth Can Be.

Instituto Tecnológico de Mérida, Mérida Yucatán. enrique.pl@merida.tecnm.mx

*Palabras clave: Parmentiera aculeata, micropropagación, fitohormonas*

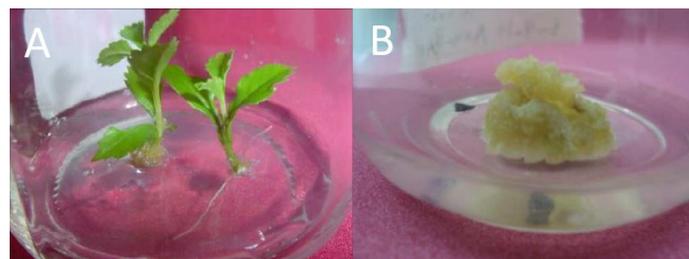
**Introducción.** Las plantas medicinales existentes en la región sureste de México representan una fuente potencial de moléculas de importancia farmacológica. El pepino kat (*Parmentiera aculeata* Kunth) es un árbol de hasta 10 m de altura, al cual la medicina tradicional atribuye diferentes propiedades; entre ellas, se ha demostrado la capacidad de la infusión del fruto para inhibir la formación y facilitar la expulsión de cálculos urinarios (litiasis urinaria) en ratas (1). El árbol de pepino kat demora un promedio de 7 años desde que es sembrado hasta que inicia la producción de frutos, los cuales se generan en cantidades limitadas. El empleo de los métodos de cultivo *in vitro* permitirá superar esta limitante, en adición a favorecer el desarrollo de un producto estandarizado y libre de patógenos

**Metodología.** El proceso de descontaminación de las semillas consistió en lavado con hipoclorito de sodio (1.5 %p/v) por 20 min. Posteriormente, las semillas se germinaron en medio semisólido Murashige y Skoog, 1962 (MS): sin hormonas y medio MS adicionado con AG<sub>3</sub>, BAP, combinación ANA-BAP, 0.2 mg/l de cada fitohormona, myo-inositol (100 mg/L), tiamina (4 mg/L), cisteína (25 mg/L), sacarosa (30 g/L). Posterior al desarrollo de al menos 2 hojas verdaderas se procedió a la obtención de segmentos nodales, mismos que se emplearon para evaluar el efecto de distintos medios de cultivo (medio MS al 50%, MS 100% y medio MS 50%) adicionado con fitohormonas (BAP(2mg/l), BAP (2mg/L) + AIA (1.5 mg/L), AIA (1.5 mg/L) sobre el desarrollo de yemas axilares, formación de callo, organogénesis indirecta y enraizamiento. Todos los experimentos fueron incubados con fotoperiodo (16 h-luz/8 h-oscuridad) y temperatura de 28 ± 2 °C.

**Resultados.** El proceso de descontaminación de las semillas presentó una eficiencia del 73.68 %. La germinación en medio de cultivo MS sin hormonas presentó una tasa de 3.12% y las plántulas generadas presentaron características idóneas para ser fuente de segmentos nodales. En el medio suplementado con BAP se indujo la formación de callo en 26.31% de las semillas sometidas a germinación. En el cultivo *in vitro* de segmentos nodales, el medio MS al 50%, con o sin la

adición de AIA permitió la obtención de plántulas completas en un 15.7 y 21% respectivamente. Los

segmentos nodales cultivados en medio MS 50% suplementado con BAP o BAP+AIA desarrollaron callo en 21% y 26.3% respectivamente, sin desarrollo de brotes o raíz en los segmentos nodales.



**Fig. 1.** A.-Planta de pepino kat obtenida a partir de explantes de segmento nodal, cultivada en medio MS 50% + AIA (1.5mg/l). Nótese el apropiado desarrollo de hojas verdaderas, así como el sistema radicular. B.- Callo obtenido a partir de segmento nodal de pepino kat en medio MS 50% adicionado con BAP (2mg/L) + AIA (1.5 mg/L), imagen obtenida 40 días posteriores a la siembra del explante.

**Conclusiones.** El cultivo *in vitro* de pepino kat representa una alternativa de alto rendimiento para la obtención de biomasa de esta especie. Los segmentos nodales cultivados en medio MS 50% y MS 50%+ AIA se desarrollan como plantas completas capaces de ser trasplantadas. Los segmentos nodales cultivados en medio adicionado con BAP desarrollan predominantemente callos.

**Agradecimiento.** Se agradece al TecNM/ IT Mérida por haber aportado los recursos e instalaciones requeridas para el desarrollo de la presente investigación.

### Bibliografía.

- Morales-Sánchez, V., Osuna-Fernández, H.-R., Brechú-Franco, A., Laguna-Hernández, G., & Vargas-Solís, R. (2015). Evaluación del efecto antiuroliítico del fruto de *Parmentiera aculeata* en rata Wistar. *Bot Sci*, 93(2), 293-298.
- Santiago Ruiz, C., Nuricumbo Lievano, V. N., Chapa Barrios, M. G., Vela Gutiérrez, G., & Velázquez López, A. A. (2021). Antimicrobial Activity, Phenolic and Antioxidant Content of Extracts from Cuajilote (*Parmentiera aculeata* Kunth) Fruits at Different Degrees of Ripening. *J. Mex. Chem. Soc*, 65(2), 161-169.



## USO DE RESIDUOS AGROFORESTALES EN EL CULTIVO DE *HERICIUM ERINACEUS*

Gabriela De Vega Luttmann<sup>1</sup>, Jazmín Edith Méndez Hernández<sup>2</sup>, Sergio Hernández León<sup>1</sup>, Josefa Espitia López<sup>1</sup>, Oscar Arce Cervantes<sup>1\*</sup>, Silvia Armenta Jaime<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales, Instituto de Ciencias Agropecuarias Tulancingo de Bravo, Hgo. 43540, <sup>2</sup>División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Depto. Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana. [oarce@uaeh.edu.mx](mailto:oarce@uaeh.edu.mx)

*Palabras clave:* *Hericium erinaceus*, aserrín de pino, cáscara de nuez.

**Introducción.** Los hongos de pudrición blanca son un grupo de gran importancia que participa en una gran variedad de procesos en la naturaleza. Existen especies comestibles y especies con relevancia médica. El hongo *Hericium* produce un basidiomata compuesta por espinas frágiles parecidas al hielo que crecen de manera descendente, tienen una gran capacidad saprotrofica y crecen en madera muerta o en proceso de descomposición de árboles de arce, haya, nogal, roble, sicómoro y otras especies de hoja ancha. Los residuos agroforestales son materiales lignocelulósicos, los cuales debido a su composición química, presentan un potencial de aprovechamiento(1). La economía circular sugiere la revalorización de los recursos; así, cuando a un residuo se le asigna una alternativa, se habla de una materia prima, en este caso como sustrato para la fermentación fúngica (2). El objetivo de este trabajo fue identificar por biología molecular dos cepas de *Hericium spp.*, y determinar la velocidad de crecimiento en agar y residuos agroforestales.

**Metodología.** Se identificaron dos cepas de *Hericium* usando el kit de purificación de DNA Wizard® de Promega. Se utilizó como residuo agroforestal el aserrín de pino, cáscara de nuez y salvado de trigo, los cuales se molieron y tamizaron a 0.5 mm. Se usaron 15 g de agar con 25 g de residuos molidos (1). Los tratamientos fueron: agar con aserrín de pino (AP); agar con cáscara de nuez (CN); agar con salvado de trigo (ST), PDA y solo agar, a 25°C. Se estableció un diseño experimental completamente al azar. Se registraron los datos por 21 d y se realizó el análisis de la tendencia del crecimiento con base en la pendiente.

**Resultados.** Se confirmó que ambas cepas pertenecen a la especie *Hericium erinaceus*, cuentan con porcentaje de identidad mayor al 95% (Tabla 1). Se decidió trabajar con la H1 por su porcentaje de identidad.

**Tabla 1.** Identificación de cepas *H. erinaceus*

	H1		H2	
	ITS4	ITS5	ITS4	ITS5
<b>Puntaje</b>	760	869	316	366
<b>Valor E</b>	0.0	0.0	2x10 <sup>-82</sup>	2x10 <sup>-97</sup>
<b>% identidad</b>	100%	100%	95.02%	99.50%

Este trabajo muestra la posibilidad de que estos residuos agroforestales pueden servir como medio de cultivo en fermentación sólida para el crecimiento de *H. erinaceus* (Tabla 2). Las pruebas de crecimiento micelial en medios de aserrín de encino sugieren que subproductos agrícolas probados como salvado de arroz, salvado de cebada, polvo de soja, cáscara de huevo, col china y salvado de trigo son suplementos adecuados para el cultivo de *Hericium*. Otros hongos (*Pleurotus*) inhiben su crecimiento cuando se utiliza corteza de pino como sustrato, debido al contenido alto de resinas (2). Sin embargo, en diferentes proporciones los residuos molidos son una alternativa. Estos resultados nos permiten sugerir el evaluar diferentes formulaciones de los residuos (80% a 90% aserrín de pino y cáscara de nuez, 10 a 20% salvado de trigo) para la fructificación de *Hericium erinaceus*.

**Tabla 2.** Crecimiento de micelio en sustrato combinado

Medio de cultivo	Crecimiento (mm/día)
PDA	8.5 ± 0.39 <sup>a</sup>
ST	5.49 ± 0.30 <sup>b</sup>
AP	5.28 ± 0.44 <sup>b</sup>
CN	5.45 ± 0.24 <sup>b</sup>

**Conclusiones.** La adición de residuos molidos de aserrín de pino, cáscara de nuez o salvado de trigo en agar permitió el crecimiento in vitro de *H. erinaceus* con una velocidad de crecimiento similar a la obtenida en medios de cultivo comerciales.

**Agradecimiento.** Al Cuerpo Académico de Agrobiotecnología de la UAEH.

### Bibliografía

- Vargas-Corredor, Y. A., y Pérez-Pérez, L. I. (2018). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 59-72.
- Ozcariz-Fermoselle, M.V., de Vega-Luttmann, G., Lugo-Monter, F., Galhano, C., Arce-Cervantes, O. (2019). Promoting Circular Economy Through Sustainable Agriculture in Hidalgo: Recycling of Agro-Industrial Waste for Production of High Nutritional Native Mushrooms. In: *Climate Change-Resilient Agriculture and Agroforestry. Climate Change Management*. Castro, P., Azul, A., Leal Filho, W., Azeiteiro, U. (eds). Springer, Cham. Switzerland. 455-469
- Naranjo, J. N., Almaraz, A. N., Herrera, C. J., y Ávila, R. J. (1998). Corteza de pino en el cultivo de hongo *Pleurotus sp.* In *II Congreso Mexicano de Productos Forestales*. Morelia, Mich.



## CRECIMIENTO EN RESIDUOS AGROFORESTALES DE *PLEUROTUS OSTREATUS* Y *LENTINULA EDODES*

Adriana Ibarra Islas, Gabriela de Vega Luttmann, Rosa Mareyli Gayosso San Juan, Ángelica Manzur Chávez, Paul Misael Garza López, Benito Flores Chávez, Oscar Arce Cervantes.

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales, Instituto de Ciencias Agropecuarias Tulancingo de Bravo, Hgo. 43540. [oarce@uaeh.edu.mx](mailto:oarce@uaeh.edu.mx)

*Palabras clave:* *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, *Carya illinoensis*.

**Introducción.** La cantidad de desechos lignocelulósicos que se generan son una fuente considerable de contaminación ambiental, estos volúmenes rebasan la capacidad de biodegradación natural, llegando a convertirse en un riesgo para el equilibrio del ecosistema, ya que se acumulan en terrenos o son quemados, generando así contaminación ambiental. Por lo tanto, la biodegradación de estos residuos por hongos basidiomicetos es un proceso biotecnológico que ayuda a mitigar el impacto ambiental que genera la eliminación inadecuada de tales residuos(1), aunado a contribuir a la producción de alimentos de calidad nutricional. El objetivo de este trabajo es evaluar la velocidad de crecimiento de *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes* en dos residuos agroforestales alternos.

**Metodología.** Se utilizó placas de papa dextrosa agar PDA (39 g/L), para el cultivo y desarrollo del micelio, las cuales se esterilizaron durante 15 min (121°C). Para el medio de cultivo sólido se utilizó acícula de pino (*Pinus pseudostrobus*) (Tulancingo de Bravo, Hidalgo) y Cáscara de nuez (*Carya illinoensis*) (Barranca de Mezquitlán, Hgo). Los sustratos fueron secados, molidos y cribados (10 mallas), para su posterior uso. Se evaluó la velocidad de crecimiento radial en caja Petri. Se estableció un experimento de 2 tratamientos con PDA como control y la combinación con dos residuos acícula de pino (AP) y cáscara de nuez (CN), 25 g de residuo molido por litro en cinco 5 repeticiones (2). Posteriormente se marcaron las placas con 3 rectas (A, B y C) que se cruzan en el centro del micelio a 60° y se incubaron en oscuridad a 23±3°C. Se utilizó un vernier digital.

**Resultados.** Se observó que en el sustrato de acícula de pino no presentó crecimiento de *P. ostreatus* y *L. edodes*, hasta las 216 h después de siembra. Por otro lado, el sustrato de cáscara de nuez alcanzó un diámetro radial total de 7.17 cm a las 144 h. El crecimiento en PDA inicio a las 72 h de inoculación, alcanzando 4.98 cm después de 216 h de incubación (Tabla 1).

**Tabla 1.** Diámetro de crecimiento (cm)

Sustrato		48	72	96	120	144	168	192	216
PDA	<i>Pleurotus</i>	0	2.5	2.5	3.3	3.8	3.9	4.0	5.0
	<i>Lentinula</i>	0	0	0	2.8	4.5	5.3	6.0	7.5
CN	<i>Pleurotus</i>	2.3	3.5	4.7	5.9	7.2			
	<i>Lentinula</i>	0	0	2.9	3.8	4.7	5.5	6.9	7.6

Por otro lado, *L. edodes* presentó crecimiento en el sustrato de cáscara de nuez hasta las 96 h después de inocular, y el crecimiento (7.57 cm) lo alcanzó a las 216 h. La velocidad de crecimiento establece el grado de adaptación y desarrollo de los hongos. Los micelios de las cepas cultivados *in vitro* en los sustratos agroforestales mostraron que la acícula de pino no permite su desarrollo; sin embargo, la cáscara de nuez es un residuo que puede incorporarse para el cultivo comercial de *Pleurotus spp* y *L. edodes*. Trabajos previos evaluaron la velocidad de crecimiento micelial de diferentes cepas del género *Pleurotus* en PDA, obteniendo un crecimiento más lento en el medio de control en comparación a cuando es combinado con un material lignocelulósico como la cáscara de nuez y acícula de pino (3). Los residuos estudiados pueden ser alternativas sostenibles para ser utilizados como aditivos de medios de crecimiento para basidiomicetos.

**Conclusiones.** Este trabajo muestra por primera vez que la cepa de *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes* tienen crecimiento en el sustrato cáscara de nuez, lo que podría representar un aprovechamiento del residuo en la zona que se genera, con la importancia de generar alimentos con valor nutricional en las zonas.

**Agradecimiento.** Al Cuerpo Académico de Agrobiotecnología de la UAEH.

### Bibliografía.

- Postemsky P.D., Curvetto N.R. (2015). *International Biodeterioration and Biodegradation*. Vol100(1): 52-61
- Coello-Loor, C., Avellaneda-Cevallos, J., Barrera-Álvarez, A., Peña-Galeas, M., Yépez-Macías, P., Racines-Macías, E. (2017). *Ciencia y Tecnología*. 10, (2):33-39
- Ozcariz-Fermoselle, M.V., de Vega-Luttmann, G., Lugo-Monter, F., Galhano, C., Arce-Cervantes, O. (2019). Promoting Circular Economy Through Sustainable Agriculture in Hidalgo: Recycling of Agro-Industrial Waste for Production of High Nutritional Native Mushrooms. In: *Climate Change-Resilient Agriculture and Agroforestry. Climate Change Management*. Castro, P., Azul, A., Leal Filho, W., Azeiteiro, U. (eds). Springer, Cham. Switzerland. 455-469



## EFECTO BIOCIDA DE BIOSURFACTANTES *in vitro* CONTRA EL NEMATODO AGALLADOR *Nacobbus aberrans* (J2)

<sup>1,3</sup> Jaime Adriel Gómez-Gutiérrez, <sup>2</sup>Arnoldo Wong-Villarreal, <sup>1</sup>Juan Manuel Caspeta-Mandujano, <sup>1</sup>Alejandro García-Flores, <sup>3</sup>Liliana Aguilar-Marcelino, <sup>3</sup>Patricia Vargas-Urióstegui, <sup>4</sup>Edgar Villar-Luna, <sup>5</sup>Olga Gomez-Rodriguez.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209. <sup>2</sup>División Agroalimentaria, Universidad Tecnológica de la Selva, Ocosingo, Chiapas, México. C.P. 29950. <sup>3</sup>CENID-Salud Animal e Inocuidad, INIFAP. Jiutepec, Morelos, México. C.P. 62550. <sup>4</sup>Instituto Politécnico Nacional, Campus Zamora, Zamora de Hidalgo, Michoacán. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Km 6.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230, Texcoco, Estado de México, México.

C.P 077338. Correo electrónico del responsable: [liliana@colpos.mx](mailto:liliana@colpos.mx), [wova79@hotmail.com](mailto:wova79@hotmail.com).

*Palabras clave: biosurfactantes, fitopatógeno, agroecología.*

**Introducción.** Los biosurfactantes (BS) son metabolitos secundarios, con propiedades tensoactivas y anfífilas (Banat et al., 2000), obtenidos de diversos microorganismos como bacterias, hongos y levaduras (Adnan et al., 2021). Algunas de sus propiedades biocompatibles son baja toxicidad, alta biodegradabilidad, tolerancia a cambios de pH, temperatura y alta salinidad. Se han usado como agentes de control contra bacterias, hongos, oomicetos y virus que afectan a cultivos agrícolas, mediante la desestabilización de membranas biológicas (D'aes et al., 2010; Thrane et al., 2000). Actualmente se ha mencionado su actividad larvicida contra *Aedes aegypti* (Teixeira et al., 2020).

En el presente trabajo se evaluó el efecto nematicida de BS producidos por 3 cepas de la bacteria *Bacillus* sp, a partir de residuos agroindustriales.

**Metodología.** La fase (J2) de *Nacobbus aberrans* se colectó de agallas de la raíz de *Solanum lycopersicum* (Villar et al., 2009). *B. ROSS 2*, *4* y *2214* fueron las 3 cepas de BS evaluadas, a concentraciones de 10, 20 y 30 mg/mL. Nematrol Plus (6 mg/mL) fue el control positivo, mientras que como control negativo se usó agua destilada. Se colocaron 100 nematodos J2 por cada pozo, en volumen final de 100 µL, en placas de microtitulación de 96 pozos. Las cepas fueron evaluadas a 72 h, teniendo 5 tratamientos con 4 repeticiones (Hahn et al., 2019). Se realizó un diseño completamente al azar, realizando un ANOVA, posteriormente la media se comparó mediante una prueba de Tukey, considerando un valor de significancia estadística de  $\alpha = 0.05$ . Se utilizó el entorno R® para el análisis estadístico.

**Resultados.** Se determinó que los tres BS tienen efecto nematicida a la concentración de 30 mg/mL. Sin embargo, el *B. ROSS 2* obtiene una mortalidad del 39.29 % siendo el BS con más porcentaje de mortalidad, la cual con una mínima diferencia el *B. ROSS 4* obteniendo una mortalidad del 34.06 % y *B. ROSS* con 25.83% siendo la baja.

**Tabla 1** Resultados de la evaluación *in vitro* contra el nematodo agallador *N. aberrans* (J2).

Biosurfactante	Concentración mg/mL		
	10	20	30
Promedio + DE			
<i>B. ROSS 2</i>	20.08±12.08 <sup>ab</sup>	33.35 ±18.69 <sup>a</sup>	39.29±18.94 <sup>a</sup>
<i>B. ROSS 4</i>	16.76±4.77 <sup>ab</sup>	30.16 ±12.03 <sup>a</sup>	34.06±14.84 <sup>a</sup>
<i>B. ROSS2214</i>	16.66 ±7.83 <sup>ab</sup>	25.43±13.61 <sup>ab</sup>	25.83 ±3.97 <sup>ab</sup>
Controles	Agua destilada	--	2.54±2.87 <sup>c</sup>
	Nematrol plus	6 mg/mL	90.24± 6. 16 <sup>a</sup>

n= 4. Promedio: Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey,  $P < 0.05$ )

**Conclusiones.** Los biosurfactantes evaluados presentan potencial para ser considerados como agente biocida contra *N. aberrans* las cuales demostraron resultados prometedores, para realizar evaluaciones *in situ*.

**Agradecimiento.** El presente trabajo se realizó con los Recursos Fiscales del INIFAP del proyecto: 139335341.

### Bibliografía.

- Banat I., R. Makkar, and S. Cameotra. 2000. Potential commercial applications of microbial surfactants. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 53: 495–508.
- Adnan, M., Siddiqui, A. J., Hamadou, W. S., Ashraf, S. A., Hassan, M. I., Snoussi, M & Patel, M. (2021). Functional and structural characterization of pediococcus pentosaceus-derived biosurfactant and its biomedical potential against bacterial adhesion, quorum sensing, and biofilm formation. *Antibiotics*, 10(11), 1371.
- D'aes J., K. De Maeyer, E. Pauwelyn and M. Höfte 2010. Biosurfactants in plant-Pseudomonas interactions and their importance to biocontrol. *Environ. Microbiol. Rep.* 2(3):359-72. doi: 10.1111/j.1758-2229.2009.00104.
- Thrane, C., Nielsen, T. H., Nielsen, M. N., Sørensen, J., & Olsson, S. (2000). Viscosinamide-producing *Pseudomonas fluorescens* DR54 exerts a biocontrol effect on *Pythium ultimum* in sugar beet rhizosphere. *FEMS Microbiology Ecology*, 33(2), 139-146.
- Teixeira, G. A., Dantas, D. N. A., de Lima Carvalho, G. A. F., da Silva, A. N., de Carvalho Lira, A. L. B., & Enders, B. C. (2020). A of t c of the Z V c s/A do c s c p Z v. *Ciencia & saude coletiva*, 25(2), 567-575.



## CAPACIDAD DE ACTINOMICETOS NATIVOS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL.

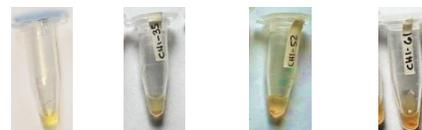
Laura Janeth Contreras Reyes, Itzeel Rosalina Ramírez Hernández, Isela Miroslava Mendoza García, Verónica Almaguer Cantú, Katiushka Arévalo Niño, Guadalupe Rojas Verde.  
 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. C.P. ,66455, guadalupe.rojasvrd@uanl.edu.mx

*Palabras clave: Actinomicetos, metabolitos, crecimiento vegetal.*

**Introducción.** Los actinomicetos son microorganismos con amplio potencial de producción de metabolitos, estos participan de manera activa en la descomposición de materia orgánica de los suelos (1). Se ha reportado que las bacterias promotoras del crecimiento vegetal tienen la facilidad de poder incrementar el crecimiento y productividad vegetal, al tener la capacidad de fijación de nitrógeno, solubilización de minerales como el fósforo, minimizando la lixiviación e incrementando la retención de agua (2). Además, pueden actuar como fitoestimuladores siendo capaces de producir, cambiar e interactuar con los reguladores del crecimiento como el ácido indol acético. Partiendo de estas áreas de oportunidad podemos considerarlos de amplia importancia biotecnológica para la creación de nuevos biofertilizantes, enzimas para uso en la agroindustria, entre otras. Con lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la capacidad de producción de estos metabolitos a partir de actinomicetos nativos.

**Metodología.** Se determinó la capacidad de promover el crecimiento vegetal (Producción de amonio, ácido indol acético, fijación de nitrógeno y solubilización de fosfatos), empleando los reactivos de Nessler, Salkowsky y el medio GNFM, Pikovskaya y Jensen (3) a un total de 86 actinomicetos nativos de diferentes regiones (México, CHI y LAR; Estados Unidos, NEV y desierto del Sahara, SHA).

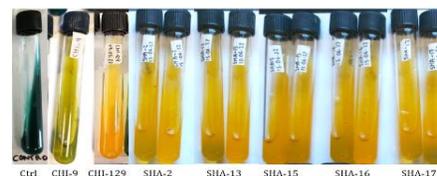
**Resultados.** De las 86 cepas evaluadas se obtuvieron resultados concluyentes del 47%; donde 16 cepas positivas para la producción de amonio (Fig. 1). La solubilización de fosfatos se presentó positiva en un 40% donde CHI-52, CHI-53, CHI-55 y CHI-139 (Fig.2) fueron las cepas con un halo de solubilización mayor. Un 55% de los actinomicetos evaluados presentaron capacidad para fijación de nitrógeno (cambio de coloración a amarillo intenso, Fig. 3). Finalmente, en cuanto a la producción de Ácido Indol acético, del total de cepas evaluadas solo una fue positiva a dicho metabolito (NEV-41). Se han reportado los actinomicetos como microorganismos efectivos en cuanto a la producción de compuestos involucrados en el área de control biológico y en la promoción del proceso de crecimiento y desarrollo vegetal destacando todos estos metabolitos. (4)



Ctrl A) CHI-35 B) CHI-52 C) CHI-61  
**Fig. 1** Producción de amonio en actinomicetos nativos de México. Las cuatro cepas mostradas son las mayores productoras de amonio de nuestro estudio



**Fig. 2** Solubilización de fosfatos mediante actinomicetos nativos de diferentes regiones.



**Fig. 3** Fijación de nitrógeno por actinomicetos nativos de diferentes regiones.

**Conclusiones.** Los actinomicetos muestran una amplia efectividad para la producción de metabolitos que son viables para su aplicación en la industria agroindustrial, utilizándolos para la mejora de suelos agrícolas, creación de biofertilizantes, entre otras. Sin embargo, es importante continuar con la búsqueda de actinomicetos que logren producir la gran mayoría de estos y potenciar su uso biotecnológico.

**Agradecimiento.** Proyecto PAICYT SA1218- 20

### Bibliografía.

1. Evangelista, Z., Quiñones, E. y Rincón, G. (2017). *Potencial biotecnológico de las actinobacterias aisladas de suelos de México como fuente natural de moléculas bioactivas: compuestos antimicrobianos y enzimas hidrolíticas*. Temas de ciencia y tecnología, 21(63), 39-51
2. Corrales, M, et. al. (2017). *Bacillus spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos*. Nova, 15 (27), 46-65. Recuperado el 01 de julio de 2022, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702017000100046&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702017000100046&lng=en&tlng=es).
3. Franco-Correa, M. (2008). *Evaluación de caracteres PGPR en Actinomicetos e Interacciones de estas Rizobacterias con Hongos Formadores de Micorrizas*. Tesis para obtener el Grado Doctoral. Editorial de la Universidad de Granada
4. González Jiménez, Y. T. (2014). *Los actinomicetos: Una visión como promotores de crecimiento vegetal*. Pontificia Universidad Javeriana.



## EVALUACIÓN DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PALMA JIPI (*Carludovica palmata* Ruiz & Pavón).

Scarlet Estefani Rodríguez Hernández<sup>1</sup>, José Efraín Ramírez Benítez<sup>2</sup>, Juan Carlos Alamilla Magaña<sup>3</sup>, José Humberto Caamal Velázquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>- Universidad Politécnica de Puebla. Tercer Carril del Ejido, Serrano s/n, Cuanalá, 72640 Puebla, Pue.

<sup>2</sup>- FCQB de la Universidad Autónoma de Campeche, Av Ing Humberto Lanz Cárdenas S/N col Ex-Hacienda Kalá, CP 24085.

<sup>3</sup>- Colegio de Postgraduados Campus Campeche, KM 17.5 Carr. Fed. Haltunchen-Edzná, Sihochac, Champotón, Campeche. 24450. [hcaamal@colpos.mx](mailto:hcaamal@colpos.mx)

*Palabras clave:* Jipi Japa, *In vitro*, Micropropagación.

**Introducción.** Calkiní, Campeche es conocido por sus artesanías a base de palma Jipi, principalmente por los sombreros. Se trabajan dos especies *C. palmata* y *C. dudrei*, la primera prosee una buena calidad de fibras, durabilidad de estas, entre otras características que hacen de esta especie la idónea para los trabajos artesanales. Con la llegada del Tren Maya se espera, aumente la demanda de los sombreros y artesanías. Dado que no existe materia prima suficiente para la demanda actual, se estableció el proyecto de la micropropagación de Palma Jipi (*C. palmata*) con el fin de proporcionar planta madre a los productores de palma y con esto apoyar a la demanda de artesanías de palma jipi, a la par de explorar otros posibles usos de esta palma.

**Metodología.** Se colectaron infrutescencias de *Carludovica palmata* Ruiz & Pavón y se describió la infrutescencia, y se evaluó la tasa de germinación de las semillas a través de su siembra *in vitro*, en medio Murashige and Skoog (1962), se contabilizó la tasa de germinación a los 60 días.

**Resultados.** Las infrutescencias tienen una longitud promedio de 20.5 cm y un diámetro de 3.5 cm, los frutos tienen en promedio 85 mm de diámetro, con un promedio de 300 frutos y cada fruto tiene en promedio 32 semillas (Figura 1).

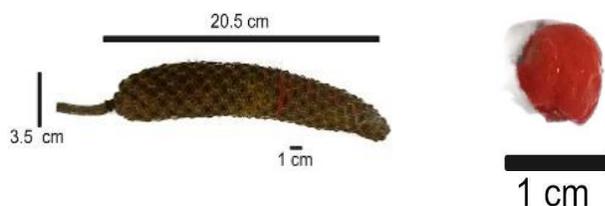


Fig. 1. Infrutescencia promedio de *C. palmata* y uno de los frutos

En la tasa de germinación se tuvo un 80% de germinación a los 45 días, después de la siembra, lo que habla de una alta tasa de germinación.



Fig. 2. Germinación y Multiplicación de *C. palmata*

**Conclusiones.** Las infrutescencias son buenos explantes para la obtención de semillas, tienen una tasa de 80 % de germinación *in vitro*, pero no *ex vitro*, esto permite que se mantenga la variabilidad genética de la especie, esto permite sentar las bases para un proyecto de propagación masiva *in vitro* de palma jipi utilizando biorreactores de inmersión temporal.

**Agradecimiento.** Se agradece a COLPOS Campus Campeche, la FCQB-UAC y la UPPuebla por la colaboración a través de los estudiantes.

### Bibliografía.

Murashigue, T., & Skoog, F. (1962). Revised Medium for rapid growth and BioAssays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-947. doi:10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x



# Área 09

## Biotecnología y humanidades





## Área 09 – Biotecnología y humanidades

## Memorias

### Contenido

<p><b>Estudio de la producción agrícola de milpa y traspatio provenientes de la subcomisaría de Tixcacal susceptible a desarrollos tecnológicos</b>            Omar Josue Ek Castro, María del Rosario Reyes Santiago, Juan Carlos Cuevas Bernardino, Neith Aracely Pacheco López, Soledad Cecilia Pech Cohuo</p>	<p>134</p>
<p><b>Students perception of safety in the undergraduate biotechnology based education: Universidad Autónoma de Campeche</b>            Brayan J. Sabedra Pérez, Armando Contreras Rejón, Samuel I Lee Gutiérrez, Pablo J Maldonado Rivas, Ariadna Garza-Ortiz</p>	<p>135</p>



## ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE MILPA Y TRASPATIO PROVENIENTES DE LA SUBCOMISARÍA DE TIXCACAL SUSCEPTIBLE A DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

Omar Josue Ek Castro<sup>1</sup>, María del Rosario Reyes Santiago<sup>2</sup>, Juan Carlos Cuevas Bernardino<sup>3</sup>, Neith Aracely Pacheco López<sup>3</sup>, Soledad Cecilia Pech Cohuo<sup>3</sup>, <sup>1</sup>TecNM. Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán, Oxxutzcab, Yucatán, CP: 97880, <sup>2</sup>TecNM. Instituto Tecnológico de Oaxaca, Departamento de Ciencias Económico Administrativas, Oaxaca, C.P.68030, <sup>3</sup>Centro 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, <l.171t0043@suryucatan.tecnm.mx

*Palabras clave:* cultivos agrícolas, conservación de alimentos, secado solar.

**Introducción.** La contingencia del COVID-19 ha ocasionado un descenso de los ingresos económicos en las subcomisarias de Mérida, esto debido a medidas de confinamiento, distanciamiento físico, restricciones de movilidad, limitando el trabajo y el comercio en Yucatán [1,5]. Ante esta situación, el desarrollo de productos agrícolas se considera útil para la reactivación económica. En la literatura se ha evidenciado como el uso del secado solar ha mejorado el procesamiento de alimentos en forma limpia e higiénica (calidad, pérdidas postcosecha, conservación) [3, 4]. Este trabajo tiene por objetivo conocer los cultivos agrícolas que pueden ser aprovechados para su procesamiento y obtención de compuestos de interés biotecnológico.

**Metodología.** Se diseñó una entrevista de 15 preguntas mixtas (abiertas; opción múltiple), que indagó sobre: información personal de los agricultores (edad, grado de escolaridad), la actividad económica (cultivo, extensión de terreno, volumen de producción, residuos), métodos de conservación, y el impacto del COVID-19 en la actividad agrícola. Se realizaron 15 entrevistas debido a que es el número de personas identificadas que aún se dedican a esta actividad agrícola en la comunidad de Tixcacal.

**Resultados.** De los 15 entrevistados, el total indicó que la actividad agrícola no es su principal fuente de ingresos y que solamente el 20 % de éstos derivan de esta actividad (Fig. 1a); por su parte, solo el 20 % de los entrevistados indicó que el destino de su producción se dirige para venta, y el 80% para autoconsumo (Fig. 1b).

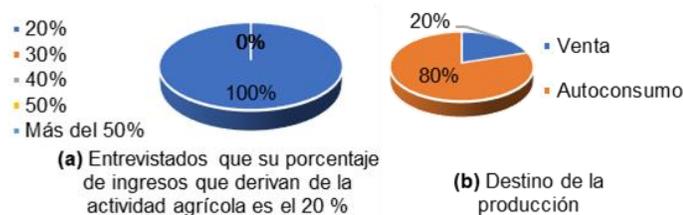


Fig. 1. Características que indican la baja práctica agrícola.

Este tipo de resultados, indica como esta actividad se ha dejado de practicar en gran medida, además puede apreciarse que las principales causas son las pérdidas de terreno, falta de interés de las nuevas generaciones y a la contingencia del COVID-19 (Fig. 2a). El principal cultivo que se produce en la comunidad son los ibes (*Phaseolus lunatus*), también se cultivan los cítricos

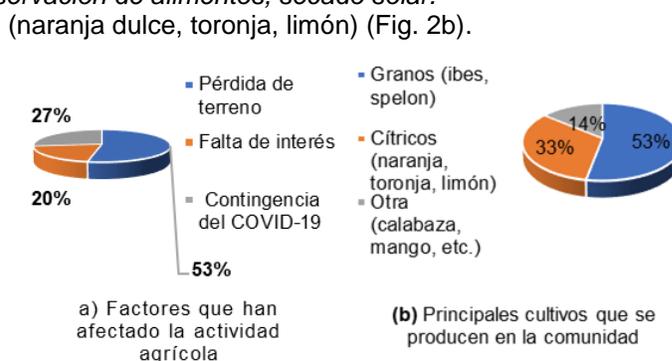


Fig. 2. Características obtenidas de la actividad agrícola.

Se pretende emplear a futuro la técnica del secado mediante un dispositivo solar indirecto tipo gabinete a los productos naturales recolectados y evaluar sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas y nutritivas en el laboratorio de Inocuidad y Trazabilidad Alimentaria del Sureste (LITAS) del CIATEJ .

**Conclusiones.** Es importante que los habitantes de la comunidad conserven la práctica agrícola, debido a su uso como alternativa para apoyar a la reactivación económica mediante la elaboración de productos a partir de sus cosechas. La obtención de resultados positivos sobre la evaluación de las propiedades antioxidantes, antimicrobianas y nutritivas en el estudio del secado solar y la obtención de compuestos de interés biotecnológico podría proporcionar información importante para estudios futuros.

**Agradecimiento.** Al Programa de Estancias Posdoctorales para Mujeres Mexicanas Indígenas en Ciencia, Tecnología Ingenierías y Matemáticas, de CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)- Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS)- Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo-Canadá (IDRC), por el financiamiento para este estudio.

### Bibliografía.

1. Ayuntamiento de Mérida. (2018-2021). Comisarias y Subcomisarias del Municipio de Mérida. Acceso: 28 de noviembre, 2020, en <http://www.merida.gob.mx/comisarias/php/contenido/tixcacal.htm>
2. Hernández, E. C. J., Castillo-Téllez, M., Castillo-Téllez, B., Ovando, S. J. C., Gutiérrez, G. J. A. (2019). *Rev. de la Fac. de Ing.* 23(2), 28 – 36.
3. Hernández, R. J., Quinto, D. P., Barbosa, P. G., & Aguilar, A. J. O. (2017). *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha*, 18(1), 1 – 8.
4. Lugo, P. J. A., & Tzuc, C. L. (2011). *Estud. de Cult. Maya*, 37. 179 – 198.



## STUDENTS PERCEPTION OF SAFETY IN THE UNDERGRADUATE BIOTECHNOLOGY BASED EDUCATION: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

Brayan J. Sabedra Pérez, Armando Contreras Rejón, Samuel I Lee Gutiérrez, Pablo J Maldonado Rivas, Ariadna Garza-Ortiz<sup>1</sup>. Facultad de Ciencias Químico Biológicas<sup>1</sup>, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Ex Hacienda Kalá S/N, 24085 San Francisco de Campeche, Campeche, México. [arigarza@uacam.mx](mailto:arigarza@uacam.mx).

**Palabras clave:** perception, safety, health, laboratories.

**Introduction.** College experimental laboratories are considered as low-risk environments in comparison with professional experimental and industrial plants. Nevertheless, undergraduate laboratories are spaces where many hazards are present. Therefore, students must receive education and training for detecting hazards, assessing, and minimizing risks and to be prepared for emergencies, which means a complete safety culture. This culture is essential for professionals working in industrial laboratories and plant operations. Nevertheless, increasing attention is being directed to safety in academia since each year more accidents occurred and revealed poor safety conditions to which students and personnel may be exposed (1,2).

In this order of ideas, the goal of this work is to assess the risk perception of hazards in experimental laboratories and the notion of safety culture for undergraduate students. Analysis from the results will help improving safety curricula and a safety culture in our students at the Facultad de Ciencias Químico Biológicas (FCQB) at Universidad Autónoma de Campeche. With improvement in the safety culture a reduction on occupational accidents should come.

**Methodology.** A cross-sectional study was developed in 2020. A self-administrated and anonymous online survey was conducted through FCQB among students. Participants (18-25 years old) typically completed the survey in 35 minutes. The electronic questionnaire (Google forms) was pilot-tested to gather information regarding the readability of the questions and to anticipate logistics during the data collection stage. The statistical analyses were performed using the IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 21.

**Results.** 188 students agreed to participate in the survey. 57.4% female and 42.6% male. By the study program, the sample included 4.8% of Food and Biotechnology Engineering, 4.8% of Food Science and Technology, 22.9% of Environmental Biochemistry Engineering and 67.5% Biology. All of them at various stages of their studies (Fig. 1). 79.85% from Campeche, 5.3% from Yucatán and 3.7% from Quintana Roo. 35.1% as first-generation

university students. 72.3% with an indigenous origin. Among the results 87.2% of participants know the definition of risk. Nevertheless only 47.3% received safety courses. In addition, 69.9% declared not having any training on identifying hazards, assessing, and minimizing risks nor emergency protocols. In a positive side, 75% of participants declare to know about personal protective equipment but only the 71.6% declares using it always while working at the lab. Despite the reduced safety culture, only 12.8% have witnessed an accident while performing some experiments. 50.3% of participants know what to do when a chemical spill occurs but when asking the correct procedure for mineral acid spill only 20% selected the correct answer.

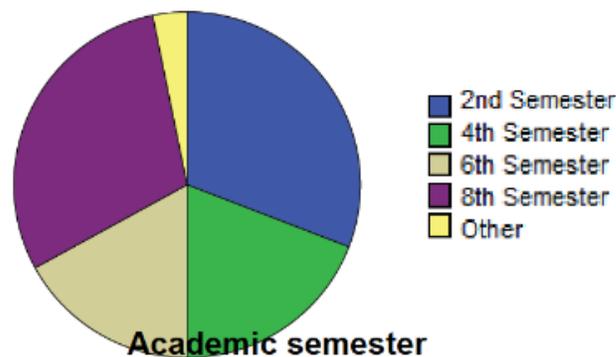


Fig. 1. Academic semester progress of participants.

**Conclusions.** Based on the results, students perception of safety is poor. Safety understanding and skills must be developed and assessed throughout the curriculum with inclusion of various topics assigned to various courses so they could influence students' decision-making processes that can result in safer behaviors.

### References

- 1 Aladejana F, Aderibigbe O. (2007). J Sci Edu & Tech. 16: 500-506.
- 2 Papadopoli R., Nobile C, Trovato A, Pileggi C, Pavia, M. (2020). J Occup Med Toxicol. 15:1-11.



**XI CBBSS**



**PROGRAMA GENERAL**  
 XI Congreso de Biotecnología y Bioingeniería del Sur-Sureste  
 Del 08 al 11 de noviembre de 2022

	MARTES 08	MIÉRCOLES 09	JUEVES 10	VIERNES 11	
		<b>08:00-09:00 Registro</b>	<b>08:00-09:00 Registro</b>		
09:00		09:00-10:15 <b>Conferencia Magistral</b> Dra. Elizabeth Ortiz Vázquez Instituto Tecnológico de Mérida 	09:00-11:30 <b>Simposios Simultáneos</b> Área Medicina y Diagnóstico	09:00-11:30 <b>Simposios Simultáneos</b> Área Bioinformática y Ómicas Trabajos modalidad virtual	09:00-10:00 <b>Conferencia Magistral</b> Dr. Alejandro Zepeda Pedreguera Facultad de Ingeniería Química-UADY 
10:00	10:15 – 10:45 <b>Ceremonia Inaugural</b>	10:45-11:15 Inauguración área comercial			11:30-11:45 <b>Coffee break</b>
11:00	 11:15-12:15 <b>Conferencia Magistral</b> Dra. Mónica Ramírez Mella Colegio de Postgraduados Campus Campeche	12:15-13:15 <b>Conferencia Magistral</b> Dra. Satinder Kaur Brar Lassonde School of Engineering, York University 	11:45-13:30 <b>Trabajos modalidad virtual</b> Medicina y Diagnóstico	11:45-13:30 <b>Simposios Simultáneos</b> Área Ambiental y conservación de la diversidad Trabajos modalidad virtual	11:00-12:30 <b>Conferencia Magistral</b> Dra. Claudia Maricusa Agraz Hernández Instituto EPOMEX-UACAM
12:00				12:30-13:00 <b>Premiación Trabajos estudiantiles</b>	
13:00		13:15-14:45 <b>Comida</b>	13:30-15:00 <b>Comida</b>	13:00-13:30 <b>Toma de Protesta Mesa Directiva y Clausura</b>	
15:00	15:00-16:30 <b>Presentación Libros</b> SMBB Sur-Sureste Hotel Ocean View	14:45-17:15 <b>Simposios Simultáneos</b> Área Enzimas y Metabolitos Secundarios	14:45-16:45 <b>Simposios Simultáneos</b> Área Pecuaria, Forestal y Agrícola		
16:00	<b>Instalación Carteles</b>	16:45-17:00 <b>Coffee break</b>	15:00-16:45 <b>Simposios Simultáneos</b> Área Bioingeniería y Fermentaciones Trabajos modalidad virtual	15:00-16:45 <b>Simposios Simultáneos</b> Área Tecnología de Alimentos Trabajos modalidad virtual	
17:00	17:00-19:00 <b>Trabajos Cartel</b> Hotel Baluartes	17:15-17:30 <b>Coffee break</b>	16:45-17:00 <b>Coffee break</b>	<b>Presentaciones Comerciales</b>	
18:00		17:30-19:00 <b>Trabajos modalidad virtual</b> Enzimas y Metabolitos Secundarios	17:00-18:00 <b>Simposios Simultáneos</b> Área Biotecnología y Humanidades	17:45-19:15 <b>Sesión Trabajos Orales</b>	
19:00	19:00	18:00-19:00 <b>Trabajos modalidad virtual</b> Pecuaria, Forestal, Agrícola, Humanidades			
		19:00-22:00 <b>Coctel de Bienvenida</b>			





[www.smbb.com.mx](http://www.smbb.com.mx)