

Aprovechamiento biotecnológico de la Quitina de los desechos de crustáceos

Vanessa Verduzco*, Ariadna Ávila, Francisco Jiménez, Alejandro Díaz Izabal.

División de ciencias de la salud, Biológicas y ambientales. Universidad abierta y a Distancia de México. Av. Universidad 1200. Piso 1 cuadrante 1-21. Col. Xoco, Alcaldía Benito Juárez, C.P 03330. Ciudad de México.

División de ingeniería en industrias alimentarias. Instituto Tecnológico Superior de Eldorado. Avenida Tecnológico S/N, col. Rubén, Jaramillo, 80450 Eldorado, Sinaloa. Departamento Académico de pesquerías. Universidad Autónoma de Baja California Sur Km 5.5. Col. Mezquitillo. La Paz, BCS.

VanessaLVL@nube.unadmexico.mx, a.avila@uabcs.mx, fj.jimenez@uabcs.mx,
Alejandro.diaziza@nube.unadmexico.mx

Resumen

La quitina es un polisacárido natural que se encuentra en los exoesqueletos de los crustáceos, tiene varios usos en las industrias, por ejemplo, como floculante en tratamiento de agua, agente para curar heridas, este sector contribuye con más de 3.9 millones de toneladas, con un valor comercial alto para la producción de la acuicultura, la quitina no es aprovechada como subproducto principal, lo que propicia que se desperdicie una fuente importante del desecho de estos productos. Esto, puede ser una forma viable para obtener ganancia para las mismas empresas aportando con su uso un menor impacto ambiental. Por ello, mediante una revisión bibliográfica exhaustiva, se elaboró un catálogo de recursos de aprovechamiento biotecnológico de la quitina de los crustáceos utilizados en la industria pesquera como alternativa ecológica a la contaminación del ambiente y como una en la industria pesquera como alternativa ecológica a la contaminación del ambiente y como una opción viable para la degradación por agentes contaminantes. Además, se abordó las técnicas y métodos que se utilizan para obtenerla, las aplicaciones en donde puede ser aprovechada biotecnológicamente y sobre cómo se puede corregir el destino o disposición final de los residuos de los crustáceos que se desechan en las industrias pesqueras y restaurantes de comida marina, con el fin de dar una idea completa y concisa como propuesta para su implementación como una estrategia ecológica y económica de recolección de residuos de crustáceos.

Palabras Claves: *Quitina, derivados, crustáceos, extracción, aplicaciones, biotecnología.*

Abstract

Chitin is a natural polysaccharide found in the exoskeletons of crustaceans, insects and arachnids, as well as in the cell walls of fungi, and is the second most abundant polymer on earth after cellulose. It has several uses, among them, in different areas of industry as a flocculant in water treatment, as a wound healing agent, as a thickener and stabilizer in food in medicines. However, in the case of crustaceans, which are one of the most used products in the industry, mainly for human consumption, contributing with more than 3.9 millions tons, with a high commercial value for aquaculture production, chitin is not used as a mainly by-product, which leads to the waste of an important source of these products. This could be a viable way to obtain profit for the companies themselves, contributing with its use to a lower environmental impact. Therefore, through an exhaustive bibliographic review, a catalog of resources for the biotechnological use of crustacean chitin used in the fishing industry was prepared as an ecological alternative to environmental pollution and as a viable option for degradation by polluting agents. In addition, the techniques and methods used to obtain it, the applications where it can be used biotechnologically and how the final destination or disposal of crustacean waste discarded in the fishing industry and seafood restaurant can be corrected, in order to give a complete and concise idea as a proposal for its implementation as an ecological and economic strategy for the collection of crustacean waste.

Key Words: *Chitin, derivatives, crustaceans, extraction, applications, biotechnology.*

Introducción

La quitina es el segundo biopolímero más abundante de la tierra seguido de la celulosa, se puede encontrar en grandes cantidades por todo el mundo. Los crustáceos son la fuente que más la produce, se estima que existe una producción global de quitina de 200 billones de toneladas métricas anuales (Chen & Yan, 2020). La organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), menciona que en el año 2018 el aumento en la producción mundial de pescado en la acuicultura alcanzó a los 82.1

millones de toneladas, y dentro de ésta los crustáceos aumentaron a 9.4 millones de toneladas (FAO, 2020). Siendo que en el año 2008 y 2012 hubo 5 y 6.4 millones de toneladas de crustáceos respectivamente (FAO, 2010; FAO, 2014). Por lo tanto, la tendencia de este producto generado cada vez incrementa, en la figura 1 se muestra estadísticamente el aumento que ha tenido los crustáceos del 2008 hasta el 2018, siendo esta una gran área de oportunidad para el aprovechamiento de materia como la quitina en distintos sectores.

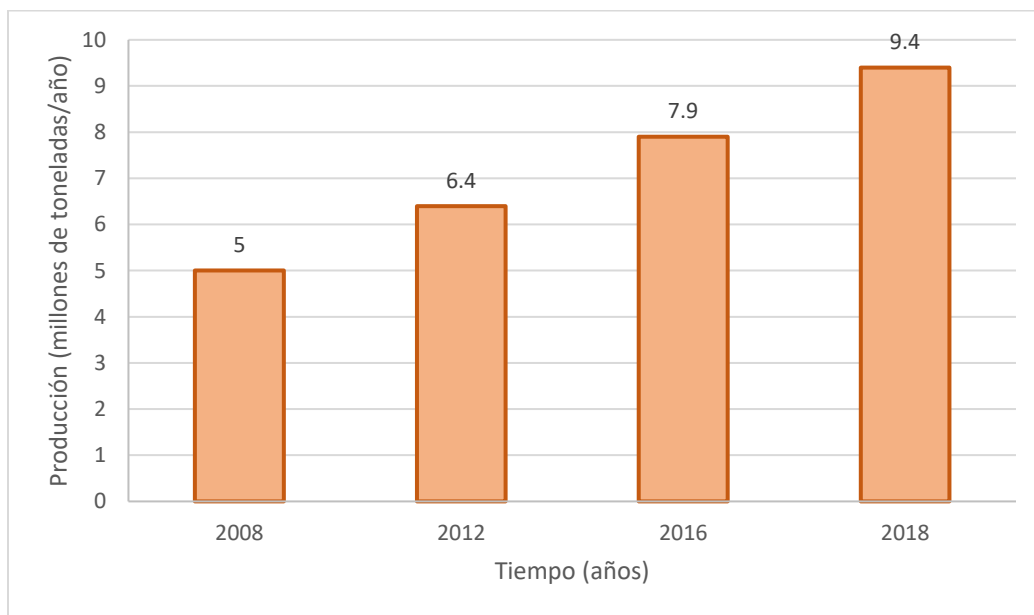


Figura 1. Incremento que han tenido la producción mundial en la acuicultura desde el año 2008 hasta el 2018 de acuerdo a los reportes de la FAO.

Las cifras mencionadas solo se refieren al consumo humano; se excluye los usos no alimentarios, por lo que la cifra es aún mayor. Se conoce que se desperdicia el 35% de la captura, la FAO (2020), estima que oscila entre 30 y 50%. Actualmente, un estudio de la FAO estimó que los descartes anuales de la pesca de captura marina mundial de los años 2010 a 2014 fue de 9.1 millones de toneladas (IC del 95%: 6.7 a 16.1 millones de toneladas), representado un $10.8\% \pm 0.7\%$ de la captura media anual de 2010 hasta 2014; donde el 46% (4.2 millones de toneladas) de los descartes anuales totales procedieron de redes de arrastre. Sin embargo, las pesquerías que se encargan de los crustáceos tuvieron las tasas de descartes más alta con una cantidad de 1,483,825 toneladas (Pérez-Roda et al., 2019).

Por lo tanto, existe un incremento en la producción de crustáceos y por ende un incremento de los desechos de las industrias pesqueras o restaurantes de comida marina que demandan el producto, impactando negativamente en el medio ambiente, por ejemplo, provocando mal olor, resultando un foco de infección y finalmente provocando daños en la salud humana. En cambio, sí se propusieran estrategias de aprovechamiento a estos desechos para que tengan utilidad en una aplicación como la extracción de la quitina que se encuentra en el exoesqueleto y el cefalotórax de especies de crustáceos como gambas o camarones que se desperdician día tras día, llegando a ser grandes toneladas en todo el mundo, sin pensar que estos contienen quitina, proteínas, lípidos y pigmentos que

podrían tener un gran valor comercial (Cabanillas-Bojórquez et al., 2020).

Por el área de oportunidad indicada, que es el aprovechamiento de la quitina, se plantea como objetivo efectuar una revisión bibliográfica para elaborar un catálogo sobre el aprovechamiento de la quitina de los desechos de los crustáceos con el fin de idear un plan de recolección de estos para hacerlos llegar a una empresa que se dedique a la recolección, manipulación en la materia prima y en la entrega de esta a las empresas productoras de quitina y derivados.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica en diferentes revistas científicas online sobre el conocimiento acerca de la quitina y su aprovechamiento en las diferentes áreas.

La búsqueda fue por medio del motor científico de Google académico, la página de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO) y de la base de datos de PubMed, MDPI, Springer Link, ProQuest, ResearchGate, Scielo, Elsevier, revistas internacionales como: Hrcak, Egyptian Journal o Aquatic Biology and Fisheries, Conscientia Beam, CONICET, CAMJOL, Frontiers, Wiley, entre otras. Las referencias bibliográficas comprenden un rango de tiempo de 10 años. Se recopiló información de los métodos de extracción que se utilizan para obtener la quitina y se analizaron los principales, considerando las ventajas y desventajas respecto a la afectación al medio ambiente. Además, se realizaron síntesis para generar tablas que integraran la información. Posteriormente se concentró información de los usos y aplicaciones describiendo las áreas en donde se encuentra aplicada la quitina y los derivados. Con ello, se elaboró un catálogo de las aplicaciones en forma de listado.

Finalmente se realizó un plan de recolección de los desechos de crustáceos enfocados

para una empresa que lo requiera realizar y poder distribuir la materia prima de la quitina considerando las normas ambientales.

Resultados

Estudios muestran que los desechos de camarones Crangon son de 24 a 46% de quitina, de 31 a 44% de minerales y de 10 a 38% de proteínas. Sin embargo, el contenido de quitina puede variar según la fuente y la especie (Bajaj et al., 2011). Viendo esto, si los desechos de los crustáceos se aprovecharan habría más aplicaciones de la quitina; hoy en día se encuentra en medicina, farmacéutica, cosmética, tratamiento de agua, alimentos, nanotecnología, entre otras áreas (Divya & Jisha, 2018; Thamilarasan et al., 2018; Santos et al., 2020). De modo que, teniendo las herramientas y las tecnologías necesarias, se podrá alcanzar a futuro, que la quitina de los desechos de los crustáceos sea utilizada y se posiciona como el biopolímero importante del mundo por sus amplias aplicaciones.

Extracción de quitina

Existen dos métodos de extracción de quitina del exoesqueleto, el químico y el biológico. La mayoría de las empresas utilizan el método químico, basado por ácidos y bases (NaOH y HCl), pero al utilizar este método representa un gran costo ambiental, además de tener un menor rendimiento de extracción y un peso molecular bajo (Castro et al., 2018); mientras que el biológico emplea microorganismos, donde por medio de la fermentación se realiza este proceso. El método biológico es una forma viable, económica y ecológica para extraer la quitina de alta calidad, además de poder recuperar proteínas y otros derivados, como se muestra en la tabla 1, donde se puede observar la recopilación obtenida en este trabajo de investigación de varios autores donde usaron el método biológico y el químico para extraerla (Arbia et al., 2013; Kaur & Dhillon, 2015; Alabaraoye et al., 2018).

Tabla 1. Métodos de extracción químico y biológico de quitina y sus respectivos procesos descritos por diferentes autores.

Método	Proceso	Autor
Químico	Despigmentación (acetona o lavandina) Descarbonatación (medio ácido). Desproteínización (medio alcalino). Lavado con abundante agua y filtrado Obtención de quitina.	Zaritzky et al., 2014
Químico	Desproteínización (solución de NaOH al 3.5% a 95°C). Filtración y neutralización con agua destilada.	

Artículos

	Desmineralización (solución de HCl 2N) Purificación con NaOH al 2% a 100°C durante 1h. Filtración, lavado y secado a 70°C.	
Biológico	Adición de melaza, glucosa o sacarosa como fuente de carbono al 5,10, 15 o 20% p/p. ajuste de pH con ácido acético 6±0.1 Se inocula con <i>L. plantarum</i> sp. 47 (0, 5, 10,15 o 20% v/p) y se incuba a 32°C. Se obtiene quitina a las 0, 24, 48 y 60h de fermentación. El ensilado se diluye con agua destilada y se filtra, reteniendo la fracción sólida. Los sólidos obtenidos se blanquean usando una solución de metanol-cloroformo-agua.	Castro et al., 2018
Químico	Desproteínización (solución de NaOH 1M durante 3h a temperatura 80-90°C, con agitación continua y una relación de sólidos a disolvente de 1:10 (w v-1). Desmineralización (HCl 1N durante 2 h) a temperatura ambiente y una relación de sólidos a disolvente de 1:15 (w v-1). Se filtró y se lavó hasta neutralidad con agua. La quitina se secó durante la noche a 60°C en un horno.	Chakravarty et al., 2018
Biológico	10 gr de polvo caparazón de langosta a 50mL de agua suplementada con 5% de glucosa e inoculado con 10% de <i>B. megaterium</i> y se incubo a 30° con agitación (180 rpm) durante 96h. Inoculación simultánea de una bacteria productora de proteasa de <i>B. megaterium</i> incubados a 37°C con agitado de 180 rpm. Incubación de 6 días, se extrajo la quitina.	
Químico	Conchas lavadas con agua pura y se seca a 60°C. Desproteínización (NaOH al 3.5% a 65°C durante 2 horas). Desmineralización (HCl 1N a temperatura ambiente durante 7 horas). Despigmentación (El residuo de quitina se trató con H ₂ O ₂ /HCl 10:1 y se secó.	Kücükgülmez, 2018
Biológico	Desproteínización se usó p <i>Brevibacillus parabrevis</i> TKU046 al 3% (p/v) materia prima de camarón, temperatura a 37°C y agitación de 150 rpm. Fermentación por 4 días.	Doan et al., 2019.
Químico	Los residuos de camarón lavados con agua corriente y después con solución de hipoclorito de sodio al 2.5% durante 48 hrs. Después se secaron en estufa a 80°C durante 4 hrs. Se pulverizo en licuadora industrial y se pasó por un tejido de malla 16,32 y 60. Desmineralización (solución de HCl al 2% (v/v) (10:1 v/p), temperatura de 30° durante 12 hrs. La fracción insoluble en álcali se separó mediante centrifugación a 4000 g durante 15 minutos. El precipitado se lavó 4 veces con agua destilada. Desproteínización (solución de NaOH al 4% (p/v) (10:1 v/p) a 90°C durante 12 hrs.	Santos et al., 2019

Artículos

	Se hace nuevamente el mismo procedimiento del paso anterior y se secan durante la noche a 40°C.	
Químico	Desproteínización (NaOH 0.125-2.5, Temp. 65-100 °C y T=1-72h). Desmineralización (HCl 0.275-2, Temp. 100°C y T=1-48 h). Decoloración (NaClO/HCl, H ₂ O ₂ 15%v/v, Temp. 25°C y T=15 min) Despigmentación (lavado con agua, Temp. 80°C y T=12 h). Secado y molienda. Obtención de quitina	Romero-Serrano y Pereira, 2020.
Biológico	Desproteínización enzimática (bacteria proteolítica o enzima comercial). Desmineralización por fermentación (bacteria ácido láctico). Secado y molienda. Obtención de quitina	
Biológico	Añadición de 575 ml de suero lácteo enriquecido con azúcar morena al 10% p/v (57.5 g). Fermentación batch por 14 días a temperatura ambiente. Obtención de quitina.	Valle-Luquez & Natareno-Alvarado, 2020.
Biológico	Desproteínización cultivo de <i>Lactobacillus rhamnoides</i> (concentración de glucosa al 5%, temperatura 37°C, pH inicial 6.5, nivel de inóculo 4% y tiempo de cultivo 48h). Desmineralización cultivo de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (concentración de glucosa al 4%, temperatura 37°C, pH inicial 6.5, pH final 3.4, nivel de inóculo 6% y tiempo de cultivo 84 h).	Liu et al, 2020 artículo.
Biológico	Desmineralización se usó método basado en la producción in situ de ácido /fermentación láctica. Desproteínización-Tratamiento enzimático con proteasas (obtenidas de procesos biotecnológicos utilizando como materia prima lodos de depuradora crecidos con <i>B. licheniformes</i>) a pH 8.5 y 55°C con baja agitación de 100 rpm y usando una relación E/S de 0.01	Inca-Torres et al, 2021.

En ese caso, para extraer la quitina del exoesqueleto del crustáceo, es necesario pasarlo por etapas, primero se lava, se seca, se muele y se tamiza, luego pasa por el proceso de desproteínización donde se eliminan las proteínas.

En el método químico, se utilizan tratamientos con solución alcalina fuerte para que exista una ruptura de los enlaces químicos entre las proteínas y la quitina, después pasa por el proceso de desmineralización, se realiza con solución ácida para la eliminación de minerales, especialmente para descomponer el carbonato de calcio, y finalmente, el

tratamiento de despigmentación, en este se busca conseguir una quitina pura. En este método se utilizan solventes como acetona para decolorarla, pero se arriesga a que la quitina pierda su calidad (El Knidri et al., 2018; Mohan et al., 2021).

En la figura 2, se muestra un diagrama de método biológico basado y complementado por los diferentes autores. Varios estudios recientes, demuestran con eficacia, con base de experimentación e investigación, como conseguir quitina del exoesqueleto del crustáceo sin dañar las propiedades

Artículos

fisicoquímicas del producto, sin afectar los efluentes de aguas residuales por los contaminantes químicos que llevan en los procesos de la extracción, optando por el

método biológico (Castro et al., 2018, Ghorbel-Bellaaj eta l., 2018; Doan et al., 2019; Gong et al., 2019; Liu et al., 2020; Navarrete-Bolaños et al., 2020).

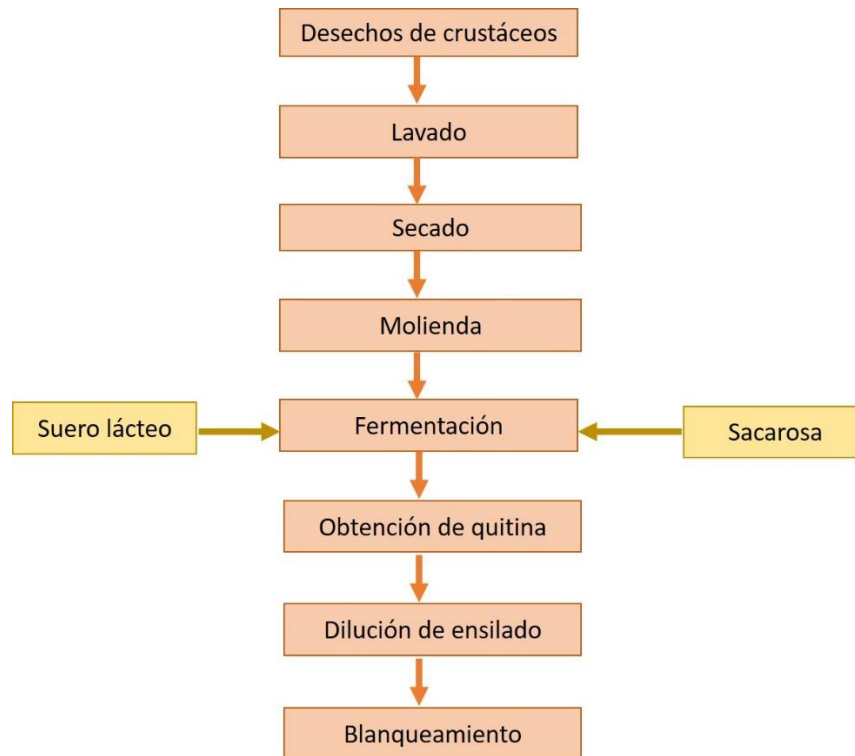


Figura 2. Diagrama de extracción de quitina utilizando fermentación láctica por el método biológico.

Es así, que todos los estudios que se han realizado, han demostrado la eficacia de este método y las ventajas que se puede conseguir si se opta a nivel industrial. Siendo un reto futuro la implementación a gran escala, pues, los estudios solo se han llevado a cabo en condiciones de laboratorio. Por ello, hace falta un impulso para que este nuevo proyecto se expanda aún más y pueda verse nuevas aplicaciones biotecnológicas.

Aplicaciones de la quitina.

Anteriormente se mencionaba que la quitina se puede encontrar en una amplia gama de aplicaciones, por ejemplo, la podemos encontrar en los alimentos como agente clarificante, en medicina sirve para la aceleración en la curación de heridas, en la agricultura ayuda a promover el crecimiento y

desarrollo vegetal en cultivos, en tratamientos de agua como floculante para la remoción de partículas coloidales sólidos y aceites; en el área de los cosméticos para cremas humectantes; en la tabla 2 se muestra una recopilación de más usos y aplicaciones que tiene la quitina (Morganti et al., 2011, Liang et al., 2015; Kaya et al., 2015; polo-Galindo, 2016, Poveda-Arias, 2018, santos et al., 2020). Además, las proteínas y los minerales que se eliminan en los procesos de desmineralización y de desproteínización, se pueden recuperar y también se pueden aprovechar usándose como alimento para animales u otros derivados como la astaxantina, la cual se puede recuperar en el proceso de despigmentación, con ella se puede usar para alimento acuícola, como antioxidante, o como pigmentos en alimentos.

Tabla 2. Aplicaciones y usos de la quitina en las áreas de alimentos, medicina, agricultura, tratamiento de aguas residuales y cosmética.

Área	Uso/aplicación	Autor
Alimentos	Emulsionante	Spagna et al., 1996
	Adsorción de compuestos fenólicos	Shahidi et al., 1999

Artículos

	Agente clarificante Antioxidante Agente espesante Bioconversión para la producción de productos alimentarios de valor añadido Fibra dietética	Caprile, 2005 Rinaudo, 2006 Yen et al., 2009 Kaya et al., 2015 Poveda-Arias, 2018 Santos et al., 2020
Medicina	Aceleración en la curación de heridas producción de suturas quirúrgicas Inhibidor tumoral Regeneración de tejidos Pomadas	Benavides Cuellas, 2002 Caprile, 2005 Lárez-Velázquez, 2006 Francisco-Francisco, 2008 Salazar-Leyva et al., 2014
Agricultura	Promueve el crecimiento y desarrollo vegetal en cultivos Inductor de la resistencia al ataque de plagas y patógenos Estimulación de enzimas defensivas	Lárez-Velázquez, 2006 Francisco-Francisco, 2008 Zulay-Mármol et al., 2011 Wang, 2012 Poveda-Arias, 2018 Santos et al., 2020
Tratamiento de aguas residuales	Floculante para la remoción de partículas coloidales sólidas y aceites Coagulante primario para aguas residuales de alta turbidez y alcalinidad Eliminación de tinte Floculante Tratamiento de lodos y agente de deshidratación	Lárez-Velázquez, 2006 Francisco-Francisco, 2008 Zulay-Mármol et al., 2011 Liang et al., 2015 Poveda-Arias, 2018 Santos et al., 2020
Cosmética	Aditivo bactericida en jabones, champús, crema de afeitar, para la piel, pasta dental, etc. Cremas humectantes Agente hidratante para la piel Nanopartícula para el antienviejecimiento	Lárez-Velázquez, 2006 Francisco-Francisco, 2008 Morganti et al., 2012 Polo-Galindo, 2016 Aranaz et al., 2018 Santos et al., 2020

Por último, el derivado más usado de la quitina es aquel al cual se le realiza una desacetilación y está en la mayoría de las aplicaciones combinada con la quitina, este subproducto se le conoce como quitosano, el cual puede ser usado como conservante en la industria de alimentos, o en la producción de

gasas y vendajes en medicina, incluso en la agricultura como un bactericidas, entre otras aplicaciones más.

En la tabla 3, se muestra más aplicaciones de este derivado y otros (Wang, 2012; Salazar-Leyva, et al 2014; Zaritzky et al., 2014; Aranaz et al., 2018; Gopi et al., 2019; Romero &Pereira, 2020).

Tabla 3. Aplicaciones y usos de los derivados de la quitina en las áreas de alimentos, medicina, agricultura, tratamiento de agua, cosmética y nanotecnología.

Área	Uso/aplicación	Derivado	Autor
Alimentos	recubrimientos comestibles en alimentos	Quitosano	Rabea et al., 2003 Chatterjee et al., 2004
	Aditivos en los alimentos	Quitosano	Gades y Stern, 2005
	Alimentos acuícolas	Astaxantina	Prashanth y Tharanathan, 2007
	Clarificante de jugo	Quitosano	Auerswald & Gäde, 2008
	Conservante	Quitosano	Francisco-Francisco, 2008
	Suplemento dietético	Quitosano	

Artículos

			Zulay-Mármol et al., 2011 Salazar-Leyva et al., 2014
Medicina	Producción de gasas y vendajes	Quitosano	Caprile, 2005
	Anticoagulante	Quitosano	Twu et al., 2005
	Antioxidante	Astaxantina	Lárez-Velázquez, 2006
	Sistemas liberadores de fármacos	Quitosano	Francisco-Francisco, 2008
	Transporte de agentes anticancerígenos	Quitosano	Zaritzky et al., 2014
	Reconstrucción de huesos	Quitosano	Poveda-Arias, 2018 Romero & Pereira, 2020
Agricultura	Recubrimiento de semillas con películas para conservación durante el almacenamiento	Quitosano	Hadwiger et al., 1984 Agboh, 1986 Struszczyl et al., 2001b
	Control de fitoplasmas	Quitosano	Caprile, 2005
	Retardación de la maduración de frutos	Quitosano	Lárez-Velázquez, 2006
	Bactericida	Quitosano	Francisco-Francisco, 2008
	Protección post-cosecha	Quitosano	Santos et al., 2020
Tratamiento de aguas	Captura de metales pesados y pesticidas en soluciones acuosas	Quitosano	Pellegrino et al, 1990 Lee et al., 1997 Liu y Yao, 2002
	Floculante	Quitosano	Lárez-Velázquez, 2006
	Coagulante	Quitosano	Francisco-Francisco, 2008
	Filtración	Quitosano	Zulay-Mármol et al., 2011
	Eliminación de iones metálicos	Quitosano	Gopi et al., 2019
	Disnitrificación biológica	Quitosano	
Cosmética	Fabricación de cápsulas para adelgazar	Quitosano	Muzzarello, 1989
	Pigmentos	Astaxantina	Lárez-Velázquez, 2006
	Espumas de afeitar	Quitosano	Lu et al., 2007
	Cremas para la piel y el cuerpo	Quitosano	Pattanaik et al., 2020
	Polvos maquilladores	Quitosano	Francisco-Francisco, 2008
	Esmaltes para uñas		Zaritzky et al., 2018 Poveda-Arias, 2018
Nanotecnología	Nanowhiskas	Astaxantina	Campos, 2016

Plan de estrategia

Si las empresas productoras de quitina se enfocaran en reunir los desechos de los crustáceos de las industrias pesqueras y restaurantes de comida marina, podrían obtener mayor accesibilidad a ellos para extraer y obtener la quitina.

Por ello, en este estudio, se describe una propuesta de un plan de estrategia para la recolección de desechos de crustáceos, que consiste en que una empresa envíe un camión recolector de desechos de crustáceos a las industrias pesqueras y restaurantes de comida marina para recoger lo que han almacenado ciertos comercios, y este llevarlos a la empresa. Para ello, se deben

contar con los equipos necesarios, para almacenar, lavar, secar, moler y tamizar los desechos de crustáceos y sacar provecho de estos, facilitándoselos a las empresas productoras de quitina o a las áreas de investigación. El plan de recolección de desechos de crustáceos tiene los siguientes pasos: (a) Identificación de desechos: se pondrán en una bolsa todos los desechos de crustáceos solamente, sin líquido ni otros desperdicios, y deberá estar bien sellada al final del día; (b) Almacenamiento: La bolsa se tendrá que almacenar en congelación hasta el día de recolección; (c) Recolección: Se entrega al encargado de recolectar, y este

Artículos

dirigirá la bolsa a su disposición final, que será a la empresa dedicada a la recolección. Con este plan, se benefician tres partes: 1) las industrias pesqueras y restaurantes, deshaciéndose de lo que, para ellos solo es basura, o desechos, recibiendo una bonificación a cambio, 2) las empresas encargadas de la recolección quienes serán las que distribuirán los desechos de crustáceos a las empresas productoras de quitina y 3) el medio ambiente, porque se estará disminuyendo la problemática ambiental y más cuando se utiliza el método biológico. Solo es cuestión de idear cuales serían las ganancias para cada uno. Las industrias pesqueras y los restaurantes de

comida marina pueden escoger cada cuando se podría pasar el camión recolector, solamente sí se siguen las instrucciones de envasado y almacenado de los desechos. Se le puede pagar con lo que pese la bolsa o contenedor, pero se les descontará si al llegar a revisión no viene clasificado como debe ser. Por otro lado, la empresa encargada de la recolección podrá encargarse de: descongelar los desechos, lavarlos, revisar y escoger que solo existan crustáceos y descartar cualquier otro residuo, secarlos, molerlos y tamizarlos y empaquetar el polvo; con esto, se podrá vender y distribuir la materia prima a las empresas que se dediquen a la extracción de quitina, facilitándoles este trabajo (Figura 3).

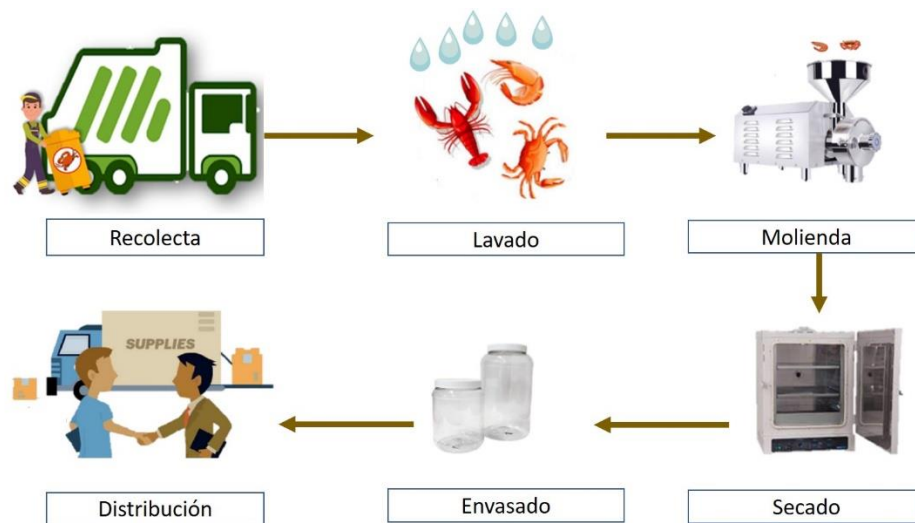


Figura 3. Plan de los procesos por el cual la empresa recolectora podrá realizar para poder distribuir la materia prima de la quitina.

Discusión

En la actualidad, se sigue estudiando la quitina de los crustáceos para aprovechar y aumentar el número de nuevas aplicaciones biotecnológicas, por ejemplo, la industria biomédica, Larbi et al., (2018), realizaron una comparación sobre la citotoxicidad de nanocristales ya que el estudio demostró con líneas celulares similares a epiteliales y fibroblastos de que no tienen efecto citotóxico. Para el tratamiento de aguas, Rech et al., (2019), realizaron una investigación donde analizaron una combinación de cáscaras de camarón natural y de quitina comercial como bioabsorbentes para eliminar metales pesados de la escorrentía superficial y resolviendo dos problemáticas ambientales en gestión de los desechos de peces y la calidad de la escorrentía superficial. Por otro lado,

Silva et al., (2020), realizaron una estrategia innovadora y sostenible para producir esponjas mezcladas compuestas de fibroína de proteína de seda proveniente de *Antheraea pernyi* y quitina de crustáceos esto serviría para el área de medicina regenerativa, para las aplicaciones de ingeniería de tejidos. Además también se puede encontrar revisiones abarcando la importancia que tiene la quitina en las diferentes áreas y sus avances, como lo muestra Casadidio et al., (2019) donde realizaron una revisión presentando avanzados a base de quitina y quitosanos, analizando diferentes aspectos terapéuticos en el cuidado de la piel, el cabello, las uñas y la boca. Khrunyk et al., (2020), informan sobre los avances en la investigación moderna de biomateriales marinos en sus diferentes formas y campos de aplicación durante los últimos diez años.

Incluso, en Asia le dan importancia a este tema, pues Tan et al. (2022), realizaron una revisión donde se discute las tendencias más recientes en la gestión de residuos de mariscos como fuentes de quitina, conversión de quitina a quitosano, los aspectos económicos del tratamiento de residuos y la aplicación del quitosano.

Aunado a esto, del 2018 hasta el día de hoy, según Google académico, hay más de 1000 artículos relacionados con la quitina de los crustáceos, entre ellos se muestran técnicas de extracción, por ejemplo, Boric et al., (2020), aislaron quitina a partir de desechos de crustáceos utilizando en la desmineralización ácidos orgánicos y en la desproteínización utilizaron un proceso híbrido compuesto por plasma de descarga de barrera dieléctrica a presión atmosférica. Los resultados mostraron que la integración de plasma a base de nitrógeno y desmineralización con ácido láctico permitió la eliminación del 90% de las proteínas y asegura la eliminación completa de minerales de los desechos de caparzones de camarón. Por otro lado, Bradic et al., (2020), proporcionó una evaluación completa para la recuperación de biomateriales de valor añadido a partir de los abundantes residuos de biomasa de cáscara de camarón utilizando disolventes eutécticos profundos naturales (NADES). El resultado que tuvo fue que el mayor rendimiento de extracción de quitina obtenido fue <90% utilizando cloruro de colina-ácido láctico, lo que llevó a una pureza superior al 98%. Además, se menciona que se puede reciclar este NADES varias veces, sin perder la capacidad de fraccionamiento de la cáscara de camarón. Otra técnica, es la que se han diseñado Ismail & Emran (2020), donde la producción de quitina-oligosacáridos se realizó mediante la hidrólisis bacteriana directa de subproductos de camarón utilizando *Bacillus cereus* cepa SSW1, logrando una optimización secuencial del proceso de hidrólisis aplicando el diseño de Plackett-Burman seguido del diseño compuesto central.

Por lo que demuestra que aún sigue en auge el aprovechamiento de la quitina en los desechos de los crustáceos y que se puede ver la importancia que tiene en diferentes lugares del mundo, como en Rusia, Brasil, Asia, Egipto, Perú, Ecuador, Venezuela,

Estados Unidos, Chile, entre otros (Casadidio et al., 2019; Puma & Soria, 2021).

Con respecto a la propuesta de recolección de desechos de crustáceos, es necesario que se pueda seguir investigando acerca del costo total que se llevaría al conseguir una empresa que se dedique a recolectar y tratar los desechos para hacerlos materia prima y distribuirlos a las empresas que se dediquen a la extracción de quitina y derivados; y más aún si son extraídos biotecnológicamente, por lo que se considera fácil, sencillo y ecológicamente viable.

Conclusiones

La quitina es utilizada en diversas áreas, como la medicina, farmacéutica, alimentos, tratamiento de agua, cosmética, nanotecnología, entre otras más, dando lugar a diferentes aplicaciones y subproductos o derivados con valor comercial, se puede utilizar como coagulante, antioxidante, bactericida, espesante, etc. Por lo que lo hace un biopolímero con un alto potencial en el mercado y más si se consigue una quitina de alta calidad con pesos moleculares altos, una alta reproductibilidad en tiempo corto, con un menor consumo de solventes y sobre todo, teniendo una manipulación sencilla, proviniendo de una extracción cuyo método haya sido el biológico el cual es más recomendable por la ventaja de que su aporte energético sea menor en comparación con el químico, además de que ayuda al medio ambiente al evitar ser un contaminante.

Un plan para su aprovechamiento consistiría en identificar áreas que generan los exoesqueletos de los camarones provenientes de las industrias pesqueras y los restaurantes de comida marina y que sean recolectados y procesados para darles un aprovechamiento biotecnológico, de modo que realizándolo y llevándolo a escala industrial podrá levantar la economía, disminuir la contaminación que ocasionan y, sobre todo, que la quitina se tenga a una mejor accesibilidad. De modo que, si se aprovecha los desechos de crustáceos, las empresas que se dedican a la extracción de la quitina y sus derivados tendrían mayor accesibilidad a ella, evitando ser contaminantes del medio ambiente.

Referencias

Alabaraoye, E., Achilonu, M., & Hester, R. (2018). Biopolymer (Chitin) from various marine seashell wastes: isolation and characterization. *Journal of Polymers and the Environment*, 26 (6), 2207-2218. <https://doi.org/10.1007/s10924-017-1118-y>

Aranaz, I., Acosta, N., Civera, C., Elorza, B., Mingo, J., Castro, C., ... & Heras Caballero, A. (2018). Cosmetics and cosmeceutical applications of chitin, chitosan and their derivatives. *Polymers*, 10(2), 213. <https://doi.org/10.3390/polym10020213>

Arbia, W., Arbia, L., Adour, L., & Amrane, A. (2013). Pregled bioloških metoda ekstrakcije hitina iz oklopa rakova. *Food Technology and Biotechnology*, 51(1), 12-25. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2011.05.006>

Arias, J. P. (2018). Quitina: Compuesto natural y práctico. *Investigación Joven*, 5(1), 1-4.

<http://sedici.unip.edu.ar/handle/10915/756>

24

A Ismail, S., & A Emran, M. (2020). Direct microbial production of prebiotic and antioxidant chitin-oligosaccharides from shrimp byproducts. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 24(4), 181-195. <https://doi.org/10.21608/EJABF.2020.98021>

Borić, M., Vicente, F. A., Jurković, D. L., Novak, U., & Likozar, B. (2020). Chitin isolation from crustacean waste using a hybrid demineralization/DBD plasma process. *Carbohydrate polymers*, 246, 116648. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116648>

Bradić, B., Novak, U., & Likozar, B. (2019). Crustacean shell bio-refining to chitin by natural deep eutectic solvents. *Green Processing and Synthesis*, 9(1), 13-25. <https://doi.org/10.1515/gps-2020-0002>

Cabanillas-Bojórquez LA, Gutiérrez-Grijalva Ép & Basilio-Heredia J. (2020). Desechos de camarón: un cóctel de oportunidades para la industria. *Revista ciencia*. 71(4): https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/online/X1_71_4_1274_DesechosCamaron.pdf

Castro, R., Guerrero-Legarreta, I., & Bórquez, R. (2018). Chitin extraction from *Allopetrolisthes punctatus* crab using lactic fermentation. *Biotechnology Reports*, 20, e00287.

<https://doi.org/10.1016/j.btre.2018.e00287>

Casadidio, C., Peregrina, D. V., Gigliobianco, M. R., Deng, S., Censi, R., & Di Martino, P. (2019). Chitin and chitosans: Characteristics, eco-friendly processes, and applications in cosmetic science. *Marine drugs*, 17(6), 369. <https://doi.org/10.3390/md17060369>

Chen, X., & Yan, N. (2020). Conversion of Chitin to Nitrogen-containing Chemicals. *Chemical catalysts for biomass upgrading*, 569-590.

<https://doi.org/10.1002/9783527814794.ch14>

4

Divya, K., & Jisha, M. S. (2018). Chitosan nanoparticles preparation and applications. *Environmental chemistry letters*, 16, 101-112.

<https://doi.org/10.1007/s10311-017-0670-y>

Doan, C. T., Tran, T. N., Nguyen, V. B., Nguyen, A. D., & Wang, S. L. (2018). Conversion of squid pens to chitosanases and proteases via *Paenibacillus* sp. TKU042. *Marine Drugs*, 16(3), 83.

<https://doi.org/10.3390/md16030083>

Dun, Y., Li, Y., Xu, J., Hu, Y., Zhang, C., Liang, Y., & Zhao, S. (2019). Simultaneous fermentation and hydrolysis to extract chitin from crayfish shell waste. *International journal of biological macromolecules*, 123, 420-426.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.139>

39

FAO (2010). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010. Roma. (<https://www.fao.org/3/l1820S/i18202.pdf>)

FAO (2014). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014. Oportunidades y desafíos. Roma. (<https://www.fao.org/3/i3720s/i3720s.pdf>)

FAO (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Roma. (<https://www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf>)

Artículos

FAO (2020). El estado mundial de la pesca 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. (<https://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf>)

Ghorbel-Bellaaj, O., Maalej, H., Nasri, M., & Jellouli, K. (2018). Fermented shrimp waste hydrolysates: promising source of functional molecules with antioxidant properties. *Journal of culinary science & technology*, 16(4), 357-377.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2012.08.034>

Gong, X., Tian, W., Bai, J., Qiao, K., Zhao, J., & Wang, L. (2019). Highly efficient deproteinization with an ammonifying bacteria *Lysinibacillus fusiformis* isolated from brewery spent diatomite. *Journal of bioscience and bioengineering*, 127(3), 326-332.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiosc.2018.08.004>

Gopi, S., Pius, A., Kargl, R., Kleinschek, K. S., & Thomas, S. (2019). Fabrication of cellulose acetate/chitosan blend films as efficient adsorbent for anionic water pollutants. *Polymer Bulletin*, 76, 1557-1571.

<https://doi.org/10.1039/C7NJ02392H>

Kaur, S., & Dhillon, G. S. (2015). Recent trends in biological extraction of chitin from marine shell wastes: a review. *Critical reviews in biotechnology*, 35(1), 44-61.

<https://doi.org/10.3109/07388551.2013.798256>

Kaya, M., Erdogan, S., Mol, A., & Baran, T. (2015). Comparison of chitin structures isolated from seven Orthoptera species. *International journal of biological macromolecules*, 72, 797-805.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.09.034>

Khrunyk, Y., Lach, S., Petrenko, I., & Ehrlich, H. (2020). Progress in modern marine biomaterials research. *Marine drugs*, 18(12), 589. <https://doi.org/10.3390/md18120589>

Larbi, F., García, A., Del Valle, L. J., Hamou, A., Puiggali, J., Belgacem, N., & Bras, J. (2018). Comparison of nanocrystals and nanofibers produced from shrimp shell α -chitin: From energy production to material cytotoxicity and Pickering emulsion

properties. *Carbohydrate Polymers*, 196, 385-397.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.094>

Liang, T. W., Huang, C. T., Dzung, N. A., & Wang, S. L. (2015). Squid pen chitin chitooligomers as food colorants absorbers. *Marine drugs*, 13(1), 681-696.

<https://doi.org/10.3390/md13010681>

Liu, Y., Xing, R., Yang, H., Liu, S., Qin, Y., Li, K., ... & Li, P. (2020). Chitin extraction from shrimp (*Litopenaeus vannamei*) shells by successive two-step fermentation with *Lactobacillus rhamnoides* and *Bacillus amyloliquefaciens*. *International journal of biological macromolecules*, 148, 424-433.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.124>

Mohan, K., Muralisankar, T., Jayakumar, R., & Rajeevgandhi, C. (2021). A study on structural comparisons of α -chitin extracted from marine crustacean shell waste. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100037.

<https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100037>

Morganti, P., Morganti, G., & Morganti, A. (2011). Transforming nanostructured chitin from crustacean waste into beneficial health products: a must for our society. *Nanotechnology, Science and Applications*, 123-129.

<https://doi.org/10.2147/NSA.S22459>

Navarrete-Bolaños, J. L., González-Torres, I., Vargas-Bermúdez, V. H., & Jiménez-Islas, H. (2020). A biotechnological insight to recycle waste: analyzing the spontaneous fermentation of shrimp waste to design the hydrolysis process of chitin into n-acetylglucosamine. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 19(1), 263-274.

<https://doi.org/10.24275/rmiq/Bio544>

Roda, M. A. P., Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S. J., Suuronen, P., Chaloupka, M., & Medley, P. (2019). *A third assessment of global marine fisheries discards* (p. 78). Rome,

Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

<https://www.fao.org/3/CA2905EN/ca2905emn.pdf>

Polo Galindo, I. M. (2016). Sostenibilidad: obtención de quitina a partir de sustancias de desecho. Tesis profesional. Universidad de Sevilla, Sevilla. Pp. 1-35.

Rech, A. S., Rech, J. C., Caprario, J., Tasca, F. A., Recio, M. Á. L., & Finotti, A. R. (2019). Use of shrimp shell for adsorption of metals present in surface runoff. *Water Science and Technology*, 79(12), 2221-2230.
<https://doi.org/10.2166/wst.2019.213>

Romero Serrano, A., & Pereira, J. (2020). Chitosan, a versatile biomaterial. State of the art from its obtaining to its multiple applications. *INGENIERÍA UC*, 118-135.
<https://redalyc.org/articulo.oa?id=70764230002>

Salazar-Leyva, J. A., Lizardi-Mendoza, J., Ramírez-Suarez, J. C., García-Sánchez, G., Ezquerro-Brauer, J. M., Valenzuela-Soto, E. M., ... & Pacheco-Aguilar, R. (2014). Utilización de materiales a base de quitina y quitosano en la inmovilización de proteasas: efectos en su estabilización y aplicaciones. *Revista mexicana de ingeniería química*, 13(1), 129-150.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382014000100011

Santos, V. P., Marques, N. S., Maia, P. C., Lima, M. A. B. D., Franco, L. D. O., & Campos-Takaki, G. M. D. (2020). Seafood waste as attractive source of chitin and chitosan production and their applications. *International journal of molecular sciences*, 21(12), 4290.
<https://doi.org/10.3390/ijms21124290>

Silva, S. S., Gomes, J. M., Vale, A. C., Lu, S., Reis, R. L., & Kundu, S. C. (2020). Green pathway for processing non-mulberry *Antheraea pernyi* silk fibroin/chitin-based sponges: Biophysical and biochemical characterization. *Frontiers in Materials*, 7, 135.
<https://doi.org/10.3390/agronomy3040757>

Tan, H. W., Lim, Z. Y. J., Muhamad, N. A., & Liew, F. F. (2022). Potential economic value of chitin and its derivatives as major biomaterials of seafood waste, with particular reference to southeast asia. *Journal of Renewable Materials*, 10(4), 909.
<https://doi.org/10.32604/jrm.2022.018183>

Thamilarasan, V., Sethuraman, V., Gopinath, K., Balalakshmi, C., Govindarajan, M., Mothana, R. A.,... & Benelli, G. (2018). Single step fabrication of chitosan nanocrystals using *Penaeus semisulcatus*: potential as new insecticides, antimicrobials and plant growth promoters. *Journal of Cluster Science*, 29, 375-384.
<https://doi.org/10.1007/s10876-018-1342-1>

Wang, S. L. (2012). Microbial reclamation of squid pen. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 1(2), 177-180.
<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2012.01.002>