

Obtención y caracterización de quitosano a partir de residuos de cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*)

Obtaining and characterization of chitosan from red crab (*Procambarus clarkii*)

Para citar este trabajo:

Sánchez, V., y Chenche, O., (2024) Obtención y caracterización de quitosano a partir de residuos de cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*). *Reincisol*, 3(6), pp. 3166-3179.
[https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)3166-3179](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)3166-3179)

Autores:

Viviana Lorena Sánchez Vásquez

Universidad Estatal de Milagro
Milagro-Ecuador

Correo Institucional: vsanchezv@unemi.edu.ec

Orcid <https://orcid.org/0009-0006-6911-3646>

Oscar Mauricio Chenche López

Universidad Estatal de Milagro
Milagro - Ecuador

Correo Institucional: ochenchel@unemi.edu.ec

Orcid <https://orcid.org/0009-0005-6302-3749>

RECIBIDO: 20 agosto 2024 **ACEPTADO:** 29 septiembre 2024 **PUBLICADO** 10 octubre 2024

Resumen

Los desafíos mundiales asociados a la contaminación plástica intensifican la necesidad imperante de encontrar soluciones sostenibles en lugar de depender exclusivamente de plásticos convencionales. En este escenario, la explotación eficiente de los desechos generados por la industria cangrejera emerge como un enfoque prometedor para obtener quitosano, un biopolímero que destaca por su versatilidad y su naturaleza respetuosa con el medio ambiente. Varios estudios han resaltado las características singulares del quitosano, incluyendo su biodegradabilidad, biocompatibilidad en aplicaciones biotecnológicas. Investigaciones anteriores han examinado su utilización en una variedad de sectores, desde el ámbito médico hasta el alimentario, evidenciando su capacidad para enfrentar desafíos ambientales y fomentar la sostenibilidad. El uso del quitosano como biopolímero procedente de cangrejo para potenciales aplicaciones como la bioremedicación de cuerpos de agua o la obtención de plásticos biodegradables se basó en la despigmentación, desmineralización, desproteización y desacetilación. Es de importancia, la incorporación del quitosano en procesos de depuración de aguas residuales como sustituto del sulfato de aluminio o en la fabricación de plásticos biodegradables se presenta como un área de investigación prometedora y pertinente. Además, se concluyó con éxito la extracción de quitosano mediante la caracterización, logrando un quitosano con un porcentaje de desacetilación del 56.1% obtenidos por FTIR este logro representa un paso significativo hacia la utilización efectiva de recursos renovables en la producción de materiales sostenibles, contribuyendo a la mitigación de la contaminación plástica y al fomento de prácticas más respetuosas con el medio ambiente.

Palabras claves: quitina; quitosano; biopolímero.

Abstract

The global challenges associated with plastic pollution intensify the imperative need to find sustainable solutions rather than relying exclusively on conventional plastics. In this scenario, the efficient exploitation of the waste generated by the crab industry emerges as a promising approach to obtain chitosan, a biopolymer that stands out for its versatility and environmentally friendly nature. The use of chitosan as a biopolymer from crab for potential applications such as bioremediation of bodies of water or obtaining biodegradable plastics. Several studies have highlighted the unique characteristics of chitosan, including its biodegradability, biocompatibility in biotechnological applications. Previous research has examined its use in a variety of sectors, from medical to food, evidencing its ability to address environmental challenges and foster sustainability. Of importance, the incorporation of chitosan in wastewater purification processes as a substitute for aluminum sulfate or the use of chitosan as a biopolymer from crab to obtain biodegradable plastics was based on depigmentation, demineralization, deproteinization and deacetylation. Specifically, the incorporation of chitosan in the manufacture of biodegradable plastics is presented as a promising and pertinent area of research. In addition, the extraction of chitosan through characterization was successfully concluded, achieving a chitosan with a deacetylation percentage of 56.1% obtained by FTIR this achievement represents a significant step towards the effective use of renewable resources in the production of sustainable materials, contributing to the mitigation of plastic pollution and the promotion of more environmentally friendly practices.

Keywords: chitin; chitosan; biopolymer

INTRODUCCIÓN

Los problemas globales de contaminación de cuerpos de agua y plástica hacen que la búsqueda de alternativas sostenibles para solventar estas necesidades emergentes. En este contexto, la valorización de residuos de la industria cangrejera, se ha convertido en un método prometedor para la obtención de quitosano, un biopolímero versátil y respetuoso con el medio ambiente. Este trabajo de tesis se centra en la extracción de quitosano a partir de desechos de cangrejo rojo y describe su posible aplicación en diversos campos.

El quitosano, derivado de la quitina presente en los exoesqueletos de crustáceos, ha despertado un interés creciente debido a su biodegradabilidad, biocompatibilidad y amplia gama de aplicaciones en campos que abarcan la industria farmacéutica, alimentaria, biotecnológica, entre otras (Dorantes, 2020). El principal objetivo de este estudio es investigar la posibilidad de obtener quitosano mediante un proceso eficiente orientado a optimizar su rendimiento y reducir la generación de desechos.

En este contexto, se explorarán la metodología para la obtención de quitosano a partir de quitina y sus aplicaciones potenciales. Este enfoque de investigación se posiciona como un paso fundamental hacia la valorización de los residuos de la industria cangrejera y la promoción de alternativas amigables con el medio ambiente.

Este trabajo busca contribuir al conocimiento científico ofreciendo una perspectiva integral sobre la obtención, caracterización y posibles aplicaciones del quitosano derivado de los residuos del cangrejo rojo, en donde la necesidad de soluciones sostenibles para mitigar la contaminación y su impacto ambiental es cada vez más

apremiante, este estudio pretende aportar una visión esclarecedora y propositiva en la búsqueda de alternativas viables y respetuosas con el entorno.

MATERIALES Y METODOS

Desarrollo del trabajo experimental

La obtención del quitosano comprendió cuatro etapas fundamentales, cruciales para garantizar una extracción efectiva. La elección de reactivos de calidad resulta primordial, ya que de ello depende directamente la pureza del producto final. Posteriormente, se implementó la caracterización del quitosano obtenido, permitiendo así evaluar la calidad y pureza. Además, este quitosano se utilizó como componente principal para la elaboración de plásticos biodegradables, aportando así un aspecto adicional a la investigación.

Etapas en el proceso de elaboración

Recolección de materia prima: Se realizó la recolección de los exoesqueletos de cangrejos, obtenidos de un cangrejal cercano a la zona de trabajo. Con el fin de garantizar la representatividad de las muestras, se llevó a cabo de manera aleatorio para garantizar la representatividad de las muestras. Después de esta fase, se procedió a secar la materia prima, para facilitar el posterior proceso de molienda. Este enfoque meticuloso en la obtención de los exoesqueletos sienta las bases para la producción de quitosano de alta calidad.

Preparación de los exoesqueletos: Los exoesqueletos recolectados fueron sometidos a un proceso de limpieza exhaustiva para eliminar posibles contaminantes externos. Este paso es muy importante para garantizar que los exoesqueletos estén libres de cualquier residuo no deseado. Posteriormente, se procedió al secado de los exoesqueletos, este aseguró la eliminación de la humedad, además de que

contribuye a preservar la integridad estructural de los exoesqueletos, preparándolos de manera óptima para las fases subsiguientes del proceso.

Triturar materia prima: Se pesó 100 gramos de materia prima en una balanza, que será nuestra muestra a trabajar. El material pesado se trasladó cuidadosamente a un mortero, donde se llevó a cabo un proceso de molienda con el objetivo de reducir su tamaño al mínimo. Esta etapa fue esencial para garantizar que, durante los diversos procesos a los que el material fue sometido posteriormente, su interacción con los reactivos sea más eficiente y efectiva. La trituración meticulosa busca optimizar la reactividad del material, facilitando así la consecución de resultados consistentes y la obtención de productos finales de alta calidad.

Extracción del quitosano: Una vez que el exoesqueleto fue molido se sometió a 4 procesos para poder obtener el quitosano, estos fueron la despigmentación, desmineralización, desproteínización y desacetilación.

Despigmentación: El residuo ya seleccionado se lo llevó a una solución de etanol al 85% en relación de 1:10 p/v con el fin de que libere la astaxantina propio del exoesqueleto del cangrejo. Se colocó en la incubadora orbital por 2 horas a temperatura ambiente. Posterior a eso se realizó un secado al vacío con ayuda de una bomba de aire y el embudo de büchner, se limpió con agua destilada para quitar cualquier residuo y manteniendo un pH neutro. Se lleva a la estufa durante 6 horas a una temperatura de 70°C, con esto nos aseguramos que no esté húmedo para el siguiente proceso.

Desmineralización: Tras completar la primera etapa de despigmentación de los exoesqueletos, se procedió a la siguiente fase, se preparó una solución de HCl a 1,5 Molar. Esta solución desempeñó un papel importante en la eliminación de minerales del material. En un beaker, se mezcla el ácido en una proporción de 1:10

p/v y se lo llevó a una incubadora orbital donde se mantiene en agitación constante por 2 horas a temperatura ambiente. Posteriormente, el material se somete a un proceso de filtrado al vacío realizando enjuagues con agua destilada para garantizar un pH neutro y la eliminación eficiente de la humedad de nuestro material. El filtrado al vacío se lleva a cabo para lograr que el material esté lo más seco posible. Finalmente, se realiza un secado en la estufa donde el material se expone a una temperatura de 70°C durante 6 horas.

Desproteínización: Después de verificar que el material esté completamente seco, avanzamos a la siguiente etapa, que consiste en la preparación de una solución de hidróxido de sodio a una concentración de 1 Molar. En un beaker, combinamos la solución en una proporción de 1:10 y se llevó a un agitador magnético, donde se mantuvo una temperatura de 80°C durante 2 horas.

Posteriormente, se sometió el material a un proceso de filtrado al vacío utilizando una bomba de aire. Simultáneamente enjuagamos el material con agua destilando para garantizar un pH neutro, este paso es fundamental para asegurarnos que la quitina obtenida esté libre de residuos de la solución de hidróxido de sodio. Tras el filtrado al vacío, el material se traslada a la estufa, donde se somete a secado por un periodo de 6 horas a una temperatura de 70°C. este proceso en la estufa contribuye a consolidar la eliminación de cualquier residuo de agua restante, asegurando así la preparación óptima del exoesqueleto para las fases finales del proceso de extracción de quitosano.

Desacetilación: Este procedimiento es crucial para determinar la pureza final del quitosano. Inicialmente, preparamos una solución de NaOH a una concentración de 1,5 Molar y la mezclamos en una proporción de 1:10 p/v. La mezcla se coloca en un agitador magnético y se mantiene a una temperatura de 100 °C durante 3 horas. Posteriormente, llevamos a cabo un proceso de secado al vacío con la ayuda de una bomba, embudo buchner y un filtro fino para evitar pérdidas. Durante este proceso, enjuagamos el material con agua destilada hasta alcanzar un pH neutro. Luego, tras el secado al vacío, se lleva el producto a la estufa, donde se mantiene a una temperatura constante de 70 °C durante 6 horas. Con estos pasos, se logra obtener quitosano con el grado de pureza deseado. Para comprobar que se obtuvo quitosano se preparó una solución de ácido acético al 4% v/v, se mezcló y se obtuvo un gel homogéneo, lo cual es un indicador de presencia de quitosano.

RESULTADOS

El quitosano extraído presentó una apariencia de coloración blanco opaco, resultado de las numerosas exposiciones de calor en las que la materia prima fue sometida durante su proceso de obtención y purificación. Este fenómeno se manifestó claramente debido a la utilización de la estufa como parte integral del procedimiento, lo que contribuyó a la transformación visual del quitosano.

El grado de desacetilación del quitosano extraído fue de 56.1%, lo que indica un nivel significativo de pureza. Este resultado sugiere que el proceso de extracción y purificación fue eficiente en la obtención de quitosano con propiedades consistentes. Sin embargo, es inferior al grado de desacetilación obtenido por (Cocoletzi et al., 2013) que fue de 64% siendo superior al quitosano comercial que es del 55.78% reportado por (Quiroga, 2019).

Se caracterizó el quitosano una vez obtenido mediante FTIR. en el espectro IR del quitosano, las bandas presentes entre 3483 y 34500,4 cm^{-1} en el espectro son cercanos a los resultados reportados por (Cocoletzi et al., 2013), quienes muestran la caracterización del quitosano obtenidos por ellos.

DISCUSIÓN

El espectro FTIR del quitosano muestra bandas de absorción entre 3483 y 34500,4 cm^{-1} correspondientes al estiramiento O-H. Por otro lado, estos mismos picos corresponden a un estiramiento N-H característico de una amina primaria (Cusihuamán et al., 2018).

En la región comprendida en 1663 cm^{-1} se aprecia la banda de absorción intensa moderada correspondiente al estiramiento del C=O propio de una amida primaria. La presencia de bandas posiblemente asociadas a carbonatos en la región 23230,03 a 25150,13 cm^{-1} se observó en el espectro, indica la posible presencia de impurezas en la muestra de quitosano analizada. Estas bandas adicionales sugieren la necesidad de una evaluación más detallada para comprender mejor su origen y naturaleza. Es plausible que estas señales estén vinculadas a la composición de la matriz o a ciertos procesos de producción a los que la muestra pudo haber sido sometida.

Los resultados presentaron un porcentaje de 2,98%, el cual se obtuvo mediante métodos estandarizados, para asegurar la fiabilidad y la repetibilidad de las mediciones.

El bajo contenido de humedad registrado indica que el proceso de secado utilizado fue efectivo en la eliminación de humedad presente en la muestra. La precisión de esta determinación es importante para comprender las propiedades de la muestra

porque el contenido de humedad puede influir en diversas propiedades y afectar el rendimiento de los materiales en la aplicación del quitosano.

CONCLUSIÓN

La utilización de exoesqueletos desechados en restaurantes de cangreiales como fuente de quitosano presenta una alternativa eficiente y sostenible para abordar los problemas medioambientales derivados de la lenta descomposición de estos residuos.

Bajo las condiciones experimentales empleadas en la investigación, se logró realizar la extracción de quitosano a partir de exoesqueletos de cangrejo rojo desechados en establecimientos de cangrejal. Se llevó a cabo con éxito el proceso de desacetilación y se obtuvo con 56.1% de porcentaje de desacetilación.

La versatilidad del quitosano extraído abre oportunidades en el campo de la biotecnología, especialmente como material biodegradable con diversas aplicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J., Almeida, A., Arancibia, M., Carvalho, R., Sobral, P., Bittante, A., Monterrey-Quintero, E., & Sereno, A. (2007). Método directo para la obtención de quitosano de desperdicios de camarón para la elaboración de películas biodegradables. *Afinidad*, 64, 605-611.
- Casas, Y. D. P., Fuquen, L. T., & Gómez, A. M. (2022). AVANCES EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL: BIORREMEDIACIÓN DE PLÁSTICOS. *I3+*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.24267/23462329.939>
- Chávez, A., Colina, M., Valbuena, A., & Lòpez, A. (2012). Obtención y caracterización de películas de quitosano elaborado a partir de los desechos de la industria cangrejera. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 13(3), 77-88.
- Cocoletzi, H. H., Almanza, E. Á., Agustin, O. F., Nava, E. L. V., & Cassellis, E. R. (2013). Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón.
- Cusihuamán, S., Talavera, N., Arenas, C., Pacheco, D., & Vera, C. (2018). CARACTERIZACIÓN POR TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS DEL O-CARBOXIMETILQUITOSANO OBTENIDO POR DERIVATIZACIÓN DEL QUITOSANO. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(2), 204-216. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v84i2.142>
- Dima, J. B., Sequeiros, C., & Zaritzky, N. E. (2016). Aprovechamiento de los desechos de la industria procesadora de crustáceos para la obtención de quitosano y quitosano reticulado. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOOD INNOVATION*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/117345>
- Dorantes, J. (2020). Obtención de un material termoplástico biodegradable a partir de almidón y quitosano [Maestro en Tecnología, Instituto Politécnico Nacional].

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/29785/Javier%20de%20Jes%c3%bas%20Dorantes%20Adame.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dörr, A. J. M., La Porta, G., Giovanni, P., & Lorenzoni, M. (2013). *Biology of Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in Lake Trasimeno. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 380-381, 1155-1170.
<https://doi.org/10.1051/kmae:2006018>

Gherardi, F. (2013). *Crayfish invading Europe: The case study of Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 39(3), 175-191.
<https://doi.org/10.1080/10236240600869702>

Giraldo, J. (2015). *Propiedades, obtención, caracterización y aplicaciones del quitosano*. *Appl. Chitosan*. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Giraldo-Pedraza-2/publication/277302110_PROPIEDADES_OBTENCION_CARACTERIZACION_Y_APLICACIONES_DEL_QUITOSANO/links/55660fd208aeccd777359e7f/PROPIEDADES-OBTENCION-CARACTERIZACION-Y-APLICACIONES-DEL-QUITOSANO.pdf

Lalaleo, L. (2013). "DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE CAPARAZONES DE CAMARÓN (*Penaeus vannamei*), UTILIZANDO UN AGENTE REDUCTOR QUÍMICO" [Trabajo de Investigación, Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1093/3/BQ1%20Ref.%203332.pdf>

Lárez, C. (2006). *Quitina y quitosano: Materiales del pasado para el presente y el futuro*. *Avances en Química*, 1(2), 15-21.

- Matos, C. (2020). *Revisión de literatura: Biopelículas a base de quitosano como potencial aplicación en empaque de alimentos.*
<https://en.observatorioplastico.com/ficheros/articulos/42362180326115855.pdf>
- Monar, J. (2017). *FORMULAR UN BIOPLÁSTICO BASADO EN QUITOSANO CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE [Proyecto de investigación, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO].*
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8512>
- Ojeda, L. (2023). *Elaboración de bioplástico a base del exoesqueleto de camarón (quitina) como alternativa del plástico termo formable [Tesis, Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca].*
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24457/1/UPS-CT010356.pdf>
- Pastoriza, A. (2008). *Experimentos caseros: Jugando con plásticos, descubrimos sus secretos.*
- Quiroga, L. (2019). *EVALUACIÓN DE BIOPOLÍMEROS (QUITINA Y QUITOSANO) EXTRAÍDOS A [Proyecto de grado]. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA.*
- Segura, D., Noguez, R., & Espín, G. (2013). *Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. Biotecnología, 14(3), 361-372.*
- Souty-Grosset, C., Anastácio, P. M., Aquiloni, L., Banha, F., Choquer, J., Chucholl, C., & Tricarico, E. (2016). *The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: Impacts on aquatic ecosystems and human well-being. Limnologica, 58, 78-93.* <https://doi.org/10.1016/j.limno.2016.03.003>

USE, V. de I. (s. f.). *Obtienen bioplásticos a partir del cangrejo rojo del Guadalquivir.*

Recuperado 24 de noviembre de 2023, de
<http://investigacion.us.es/noticias/1325>

Valencia, G. A. (2015). *EFECTO ANTIMICROBIANO DEL QUITOSANO: UNA REVISIÓN*

DE LA LITERATURA. *Scientia Agroalimentaria*, 2.
<https://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/743>

Conflicto de intereses

Los autores indican que esta investigación no tiene conflicto de intereses y, por tanto, acepta las normativas de la publicación en esta revista.

Con certificación de:

