

## De los insectos a los biopolímeros: hacia una nueva era en la producción sostenible de quitosano

*From insects to biopolymers: a new era in sustainable chitosan production*

**Alexandra Vargas<sup>1</sup>, Rocío Cecibel Jiménez-Paute<sup>2</sup>, Roque Rivas Párraga<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Regional Amazónica Ikiam. <https://orcid.org/0009-0003-5438-5831>

<sup>2</sup> Universidad Regional Amazónica Ikiam. <https://orcid.org/0000-0001-5335-8987>

<sup>3</sup> Universidad Regional Amazónica Ikiam. <https://orcid.org/0000-0002-1586-8852>

**Autor de correspondencia:** [alexandra.vargas@est.ikiam.edu.ec](mailto:alexandra.vargas@est.ikiam.edu.ec)

DOI: <https://doi.org/10.63804/CIBEN.25.bbfs.e14>

### Resumen

El quitosano es un biopolímero derivado de la desacetilación de la quitina, con amplias aplicaciones en biomedicina, agricultura, tratamiento de aguas y la industria alimentaria gracias a sus propiedades antimicrobianas, quelantes y biodegradables. Tradicionalmente, la quitina se obtiene de exoesqueletos de crustáceos; sin embargo, esta fuente presenta limitaciones asociadas a la sobreexplotación, la estacionalidad y la concentración de la producción en zonas costeras. En este contexto, los insectos han surgido como alternativas sostenibles y prometedoras para la obtención de quitosano, al presentar un elevado contenido de quitina, rápidos ciclos de vida y la posibilidad de generar subproductos útiles en sistemas de economía circular. Analizar el potencial de insectos como *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* y *Blaptica dubia* como fuentes de quitosano, con énfasis en sus oportunidades de aplicación en la Amazonía ecuatoriana. Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos científicas como Scopus, Google Scholar y ScienceDirect sobre procesos de extracción, caracterización y aplicaciones del quitosano derivado de insectos en los sectores biomédico, agrícola y ambiental. La literatura evidencia que el quitosano de insectos puede aplicarse en la clarificación y desinfección de aguas, el biocontrol agrícola y la conservación de alimentos, mostrando una eficacia comparable a la de fuentes convencionales. Además, su producción puede vincularse a esquemas locales de gestión de residuos orgánicos, generando valor agregado y reduciendo impactos ambientales. El quitosano derivado de insectos representa una alternativa innovadora y sostenible para la Amazonía, con potencial de aplicación en salud, agricultura y tratamiento de aguas. De materializarse estas investigaciones, se favorecería el aprovechamiento de biomateriales locales, el desarrollo de cadenas productivas circulares y la

consolidación de la bioeconomía como motor del desarrollo sostenible amazónico.

Palabras clave: quitosano de insectos; economía circular; bioeconomía amazónica.

## **Abstract**

Chitosan is a biopolymer derived from the deacetylation of chitin, with broad applications in biomedicine, agriculture, water treatment, and the food industry due to its antimicrobial, chelating, and biodegradable properties. Traditionally, chitin is obtained from crustacean exoskeletons; however, this source presents limitations associated with overexploitation, seasonality, and the geographic concentration of production in coastal areas. In this context, insects have emerged as sustainable and promising alternatives for chitosan production, as they exhibit a high chitin content, rapid life cycles, and the potential to generate valuable by-products within circular economy systems. This study analyzes the potential of insects such as *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio*, and *Blaptica dubia* as sources of chitosan, with emphasis on their application opportunities in the Ecuadorian Amazon. A literature review was conducted using scientific databases such as Scopus, Google Scholar, and ScienceDirect, focusing on extraction processes, characterization, and applications of insect-derived chitosan in the biomedical, agricultural, and environmental sectors. The literature shows that insect chitosan can be applied in water clarification and disinfection, agricultural biocontrol, and food preservation, demonstrating effectiveness comparable to conventional sources. Additionally, its production can be integrated into local organic waste management systems, generating added value and reducing environmental impacts. Insect-derived chitosan represents an innovative and sustainable alternative for the Amazon region, with potential applications in health, agriculture, and water treatment. Advancing this research could promote the use of local biomaterials, the development of circular production chains, and the consolidation of bioeconomy as a driver of sustainable development in the Amazon.

Keywords: insect-derived chitosan; circular economy; amazonian bioeconomy.

## **Introducción**

El quitosano es un biopolímero derivado de la desacetilación de la quitina, la cual se encuentra en los exoesqueletos de crustáceos, en las paredes celulares de los hongos y en las cutículas de los insectos (Triunfo et al., 2022). En los últimos años, este biopolímero ha despertado interés debido a sus propiedades antimicrobianas, antifúngicas, biodegradables, biocompatibles y no tóxicas, que lo hacen valioso en diversas aplicaciones, entre ellas la medicina, la agricultura, la industria alimentaria y el tratamiento de aguas (Hahn et al., 2021).

La producción industrial de quitosano se concentra principalmente en los desechos pesqueros, en particular en los exoesqueletos de crustáceos como camarones y cangrejos (Elkadaoui et al., 2024). Sin embargo, esta fuente presenta limitaciones debido a la estacionalidad, la concentración geográfica —principalmente en zonas costeras— y el impacto ambiental de la sobreexplotación, lo que dificulta su uso en regiones de interior como la Amazonía ecuatoriana (Triunfo et al., 2022).

En este contexto, los insectos han surgido como una alternativa sostenible para la producción de quitosano, ya que presentan ciclos de vida cortos, alto contenido de quitina y la capacidad de aprovechar residuos orgánicos para su cría (Machado et al., 2023). Entre estas especies destacan *Hermetia illucens* (mosca soldado negra), *Tenebrio molitor* (gusano de la harina), *Zophobas morio* y *Blaptica dubia* como candidatas debido a su adaptabilidad y su potencial dentro de esquemas de economía circular.

## **Materiales y métodos**

La revisión de literatura se llevó a cabo en bases de datos como Scopus, ScienceDirect y Google Scholar, seleccionadas por su reconocimiento y alcance en publicaciones científicas. Se utilizaron palabras clave en inglés y español, incluyendo términos como insect chitosan, *Hermetia illucens*, insect chitin y biopolymer. Esta estrategia facilitó la identificación de información actualizada y relevante sobre el tema, priorizando artículos que abordaran fuentes y métodos de extracción sostenible de quitosano.

Solo se incluyeron artículos publicados entre 2020 y 2025 para garantizar la relevancia temporal de los datos recopilados. Además, se revisaron publicaciones que detallaran los métodos de extracción, caracterización y fuentes de quitosano obtenido a partir de insectos. Se descartaron aquellos trabajos que no presentaban datos experimentales o que no especificaban claramente el origen del quitosano utilizado.

## **Resultados y discusión**

Los artículos revisados demuestran que los insectos son una fuente alternativa viable de quitina y quitosano. Tal es el caso de *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* y *Blaptica dubia*, en los que se reportaron rendimientos de quitina entre el 11 % y el 21 % y de quitosano entre el 6 % y el 7 % del peso seco. A su vez, el grado de desacetilación alcanzó valores entre el 76 % y el 89 %, lo que confirma la calidad del polímero para aplicaciones prácticas. Estos resultados son comparables a los obtenidos a partir de crustáceos, cuyo rango de desacetilación se sitúa entre el 80 % y el 90 % (Machado et al., 2023).

En el caso de *Hermetia illucens*, se observó que el estado de desarrollo influye directamente en la cantidad y calidad de la quitina (Hahn et al., 2021). En este sentido, el estudio de Triunfo et al. (2022) sugiere que las pupas y los adultos de esta especie presentan mayor cristalinidad y contenido de quitina en comparación con las larvas, aunque estas últimas se producen en mayor cantidad. Los estudios de caracterización confirmaron que la quitina presente en esta especie corresponde al tipo  $\alpha$ -quitina, la misma que se encuentra en los crustáceos, lo que garantiza su compatibilidad a nivel estructural (Triunfo et al., 2022).

Los trabajos de Aranaz et al. (2021) y Triunfo et al. (2022) indican que el quitosano derivado de insectos posee actividad antimicrobiana y antifúngica, siendo efectivo frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas como *E. coli* y *S. aureus*. Además, presenta propiedades de adsorción de metales pesados, lo que amplía su potencial de aplicación en el tratamiento de aguas residuales (Kou et al., 2020). En el sector alimentario, se ha evaluado su uso como recubrimiento comestible que prolonga la vida útil de frutas y hortalizas; mientras que en agricultura se han reportado efectos positivos como biofertilizante y recubrimiento de semillas para el biocontrol de patógenos (Aranaz et al., 2021).

**Table 1.** Análisis de fuentes de quitosano

Recurso	Quitina (% peso seco)	Quitosano (% masa seca)	Grado de desacetilación(%)	Aplicaciones reportadas
<i>Tenebrio molitor</i>	11 – 21	6 – 7	76 – 89	Biocontrolador agrícola, recubrimientos
<i>Zophobas morio</i>	14 – 21	6 – 7	78 – 88	Preservación de alimentos
<i>Blaptica dubia</i>	12 – 18	6 – 7	76 – 85	Tratamiento de agua, biomedicina
<i>Hermetia illucens</i>	8 – 14 (depending on stage)	5 – 8	75 – 80	Floculación, bioplásticos
Crustáceos (camarones, cangrejos, etc.)	15 – 25	10 – 15	80 – 90	Agricultura, alimentos, biomedicina

Estos resultados reflejan una tendencia clara: aunque los crustáceos siguen siendo una fuente consolidada de quitosano, los insectos ofrecen ventajas logísticas y ambientales, ya que pueden criarse en condiciones controladas, no dependen de la estacionalidad y contribuyen al aprovechamiento de residuos orgánicos. Esto los convierte en una opción especialmente atractiva para regiones como la Amazonía ecuatoriana, donde no existen grandes volúmenes de desechos marinos, pero sí abundan residuos orgánicos que podrían utilizarse para alimentar

sistemas de cría de insectos.

## Conclusiones

La revisión de literatura muestra que los insectos son una fuente prometedora de quitosano, con rendimientos de extracción y propiedades fisicoquímicas comparables a las de los crustáceos. Aunque el rendimiento es menor en algunos casos, la calidad del polímero (en términos de grado de desacetilación y solubilidad) es suficiente para aplicaciones en biomedicina, agricultura, alimentos y tratamiento de aguas.

La principal ventaja de los insectos radica en su sostenibilidad, ya que pueden criarse sobre sustratos de bajo costo, aprovechar residuos orgánicos y producirse localmente sin depender de la estacionalidad ni de la industria pesquera. Estas características convierten al quitosano de insectos en una alternativa alineada con los principios de la economía circular, con alto potencial en la Amazonía ecuatoriana.

Se recomienda que futuras investigaciones se centren en optimizar las metodologías de extracción en insectos amazónicos, caracterizar con mayor profundidad las propiedades del quitosano obtenido y evaluar su viabilidad a escala piloto en comunidades locales.

## Referencias bibliográficas

Aranaz, I., Alcántara, A. R., Civera, M. C., Arias, C., Elorza, B., Caballero, A. H., & Acosta, N. (2021). Chitosan: An overview of its properties and applications. *Polymers*, 13(19), 3256. <https://doi.org/10.3390/polym13193256>

Elkadaoui, S., Azzi, M., Desbrieres, J., Zim, J., Hachimi, Y. E., & Tolaimate, A. (2024). Valorization of *Hermetia illucens* breeding rejects by chitins and chitosans production. Influence of processes and life cycle on their physicochemical characteristics. *International Journal of Biological Macromolecules*, 266, 131314. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131314>

Hahn, T., Tafi, E., Von Seggern, N., Falabella, P., Salvia, R., Thomä, J., Febel, E., Fijalkowska, M., Schmitt, É., Stegbauer, L., & Zibek, S. (2021). Purification of Chitin from Pupal Exuviae of the Black Soldier Fly. *Waste and Biomass Valorization*, 13(4), 1993–2008. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01645-1>

Kou, S., Peters, L. M., & Mucalo, M. R. (2020). Chitosan: A review of sources and preparation methods. *International Journal of Biological Macromolecules*, 169, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.045>

[org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.005](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.005)

Machado, S. S. N., Da Silva, J. B. A., Nascimento, R. Q., Lemos, P. V. F., De Jesus Assis, D., Marcelino, H. R., De Souza Ferreira, E., Cardoso, L. G., Pereira, J. D., Santana, J. S., Da Silva, M. L. A., & De Souza, C. O. (2023). Insect residues as an alternative and promising source for the extraction of chitin and chitosan. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 127773. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127773>

Triunfo, M., Tafi, E., Guarnieri, A., Salvia, R., Scieuzo, C., Hahn, T., Zibek, S., Gagliardini, A., Panariello, L., Coltelli, M., De Bonis, A., & Falabella, P. (2022). Characterization of chitin and chitosan derived from *Hermetia illucens*, a further step in a circular economy process. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10423-5>