

Potencial anticancerígeno en los desechos de camarón

Los desechos de camarón son fuente de compuestos biológicamente activos que han sido ampliamente estudiados en distintos modelos de cáncer. Estos compuestos han demostrado su potencial para prevenir y disminuir el desarrollo de esta enfermedad. Actualmente, se están desarrollando estrategias para el aprovechamiento de los desechos con el fin de utilizarlos en tratamientos contra el cáncer.

Importancia de los desechos de camarón

En un artículo publicado en esta revista sobre los desechos de camarón se habla de las oportunidades para la industria de los productos derivados del procesamiento de este crustáceo.¹ Estos desechos comprenden la parte no comestible, por ejemplo: cabeza, cola y exoesqueleto (Figura 1). De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de camarón ha ido en aumento en los últimos años. Para el año 2021 se reportó una producción de camarón de 261 958 toneladas en México, de las cuales se generaron alrededor de 150 000 toneladas de desechos (Mathew y cols., 2020; SIAP, 2022). En la composición de los desechos de camarón resalta su contenido de proteínas, carbohidratos, lípidos, compuestos aromáticos y su contenido de pigmentos. En este sentido, se ha comprobado en algunos modelos *in vitro* e *in vivo* que estos compuestos poseen funciones biológicas como antioxidantes, antimicrobianos, antiinflamatorios y anticancerígenos (Mathew y cols., 2020).

Por otro lado, compuestos encontrados en los desechos de camarón (Figura 2), como los ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA), la astaxantina y el quitosano (obtenido de la desacetilación de quitina), han sido ampliamente estudiados debido a su potencial en la prevención e inhibición de distintos tipos de cáncer (Faraone y cols., 2020; Liang y cols., 2022; Wei y cols., 2022). Por lo anterior, en esta nueva entrega se da a conocer de manera particular el potencial anticancerígeno de los compuestos presentes mayoritariamente en los desechos de camarón.

¹ Luis Angel Cabanillas Bojórquez, Erick Paul Gutiérrez Grijalva y José Basilio Heredia, "Desechos de camarón: un coctel de oportunidades para la industria", vol. 71, núm. 4, octubre-diciembre de 2020.



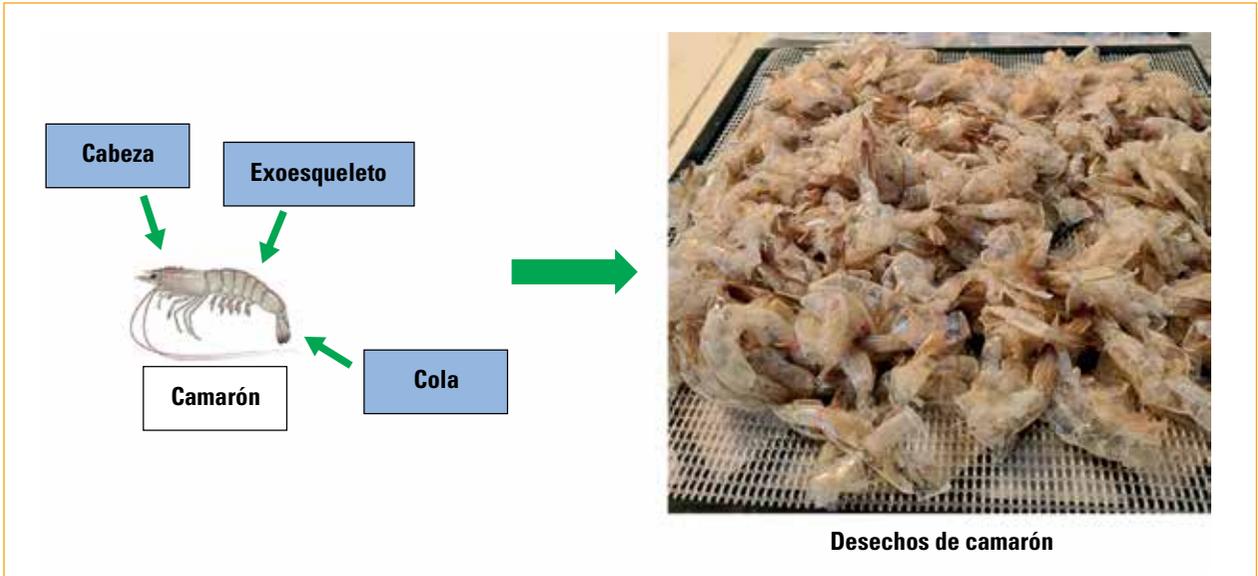


Figura 1. Composición de los desechos de camarón.

Compuestos bioactivos de los desechos de camarón

Ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos poliinsaturados son **compuestos lipofílicos** con cadenas de tamaño variable. Poseen dobles enlaces, los cuales han sido relacionados con la reducción de la inflamación, prevención de problemas del corazón, reducción de colesterol en la sangre, así como con una posible protección de la piel contra el daño causado por los rayos uv. El

grupo de ácidos grasos poliinsaturados más estudiado es el perteneciente a los omega-3. El consumo de alimentos ricos en este tipo de compuestos se ha relacionado con la prevención y tratamiento de algunas patologías, por ejemplo, cáncer (Wei y cols., 2022).

Pigmentos

Los pigmentos son un grupo complejo de compuestos presentes en diversas matrices, como frutas, vegetales, microorganismos y desechos de crustáceos. Den-

Compuestos lipofílicos
Compuestos químicos que, debido a su estructura, tienen una alta afinidad para unirse a las grasas, aceites, lípidos o entornos no polares, mezclándose bien en disolventes orgánicos.

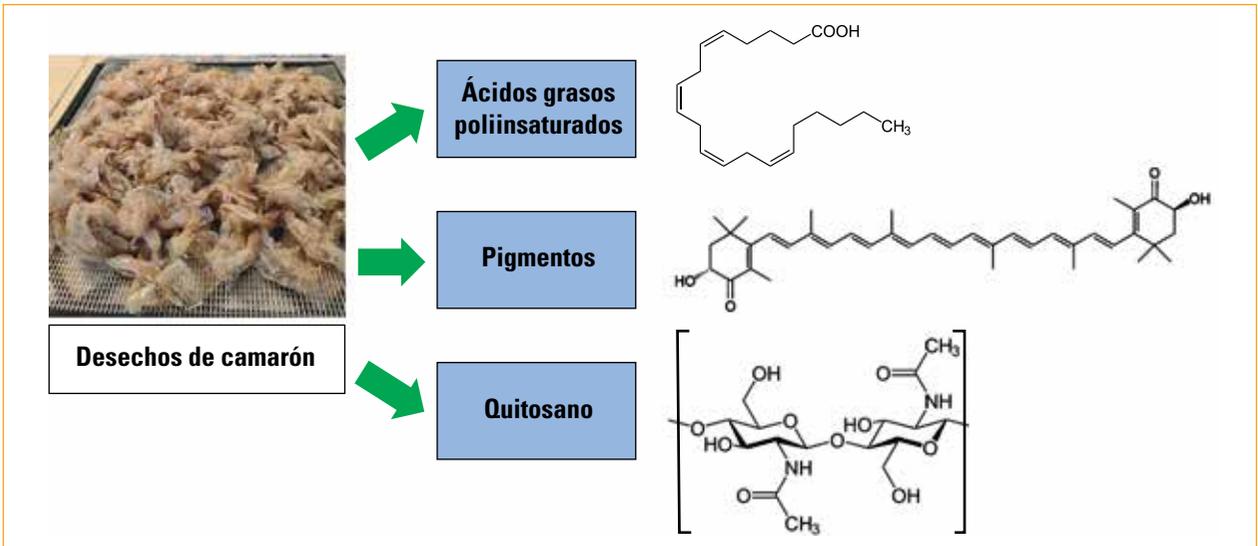


Figura 2. Compuestos bioactivos presentes en los desechos de camarón.

tro de éstos, podemos mencionar a la clorofila, las antocianinas, los flavonoides, los carotenoides, entre otros. La astaxantina es un carotenoide ampliamente estudiado debido a sus características estructurales. Posee grupos hidroxilos y carbonilos en la cadena terminal, los que le confieren la capacidad de aceptar o donar electrones a otras moléculas químicamente inestables, logrando con esto estabilizarlas y evitando el llamado estrés oxidativo. Esta capacidad antioxidante de la astaxantina protege a las células del daño causado por diferentes enfermedades, entre ellas el cáncer (Mathew y cols., 2020).

Quitosano

El quitosano es un **biopolímero** obtenido de la desacetilación de la quitina, la cual se obtiene mediante síntesis química o a partir de fuentes naturales poco utilizadas, como insectos y desechos de crustáceos. La quitina obtenida a partir de desechos de camarón se ha estudiado para su transformación en quitosano, debido a que estos desechos son una fuente abundante y potencialmente contaminante, por lo que su utilización reduciría el riesgo de daño ambiental. En este sentido, se ha reportado la utilización de quitosano para la obtención de hidrogeles y nanopartículas, los cuales son utilizados en terapia dirigida contra diversos tipos de cáncer (Liang y cols., 2022).

El cáncer y la importancia de prevenirlo

El cáncer es una enfermedad multifactorial causada por el crecimiento anormal y acelerado de células capaces de extenderse e invadir otros órganos diferentes al de su origen. Esta enfermedad es considerada como la principal causa de muerte a nivel mundial. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2020 se reportaron más de 10 millones de muertes relacionadas con esta enfermedad. Asimismo, se diagnosticaron más de 19.3 millones de casos de nuevos pacientes con algún tipo de cáncer (Faraone y cols., 2020; Pal y cols., 2022). Los hombres son los más propensos a desarrollar esta enfermedad; además, presentan la mayor tasa de mortalidad en comparación con las mujeres. Según reportes, 1 de cada 5 hombres pre-

sentará algún tipo de cáncer y 1 de cada 8 hombres con cáncer fallece en el mundo cada año, mientras que, en mujeres, 1 de cada 6 presentará algún tipo de cáncer y 1 de cada 11 mujeres con cáncer fallece (Faraone y cols., 2020).

Las principales estrategias para combatir el cáncer son: quimioterapia, radioterapia, cirugía y terapia dirigida. Sin embargo, en años recientes se ha investigado sobre nuevas alternativas de tratamiento, con el fin de contrarrestar los efectos secundarios provocados por los tratamientos comúnmente utilizados. En este sentido, los productos naturales han sido de gran interés en la sociedad, debido a que su uso empírico ha demostrado un gran potencial en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades no transmisibles, como por ejemplo el cáncer. Por esta razón las investigaciones se han orientado a estudiar compuestos bioactivos de distintas fuentes, así como los procesos de extracción de éstos (Faraone y cols., 2020; Wei y cols., 2022).

Se ha descrito en la literatura que compuestos como los ácidos fenólicos, flavonoides, carotenoides y ácidos grasos poliinsaturados (del grupo de los omega-3) previenen el desarrollo, crecimiento y propagación de las células cancerígenas y pueden ser coadyuvantes en los tratamientos tradicionales (mejoran la eficacia de la radioterapia y de los fármacos quimioterapéuticos convencionales sobre células tumorales), reduciendo la incidencia y muerte a causa de esta enfermedad (Faraone y cols., 2020; Pal y cols., 2022; Wei y cols., 2022). En el caso de la terapia dirigida, los biopolímeros como la quitina y el quitosano han sido utilizados para estimular el sistema inmunológico, como inductores de factores proinflamatorios, así como para mejorar el transporte y la absorción de compuestos con actividad anticancerígena (Liang y cols., 2022).

¿Qué tipos de cáncer podrían prevenir los compuestos obtenidos a partir de desechos de camarón?

Los desechos de camarón son fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados (ácidos grasos pertenecientes al grupo omega-3), pigmentos (principalmen-

Biopolímeros

Macromoléculas complejas naturales producidas por los organismos vivos debido a procesos fermentativos o mediante biomasa; algunos ejemplos son la celulosa, el almidón, la quitina y proteínas, entre otros.

te astaxantina) y quitina (precursor de quitosano). Datos reportados por Wei y cols. (2022), en estudios preclínicos, mostraron que el consumo de ácidos grasos poliinsaturados del grupo de los omega-3 evitó la pérdida de peso, inflamación y fatiga de pacientes en tratamiento contra algún tipo de cáncer; además, disminuyeron la incidencia y mortalidad de la enfermedad (véase la **Tabla 1**). Asimismo, Faraone y cols. (2020) reportaron el potencial de la astaxantina en algunos modelos celulares de cáncer (**Tabla 1**), entre ellos: cervicouterino, colon, estómago, garganta, hígado, mama, piel y próstata. Además, la astaxantina mostró potencial para prevenir y reducir tumores en **modelos murinos** y estudios

preclínicos. Por otro lado, Liang y cols. (2022) demostraron que en modelos celulares y murinos el quitosano tiene potencial para prevenir y reducir el crecimiento de tumores en órganos como cerebro, colon, garganta, hígado y mama.

Por lo tanto, los desechos de camarón son fuente de compuestos con actividad anticancerígena *in vitro* demostrada en modelos celulares de cáncer cervicouterino, cáncer de colon, cáncer de garganta, cáncer de hígado, cáncer de mama, cáncer de piel, cáncer de próstata y leucemia, entre otros. Mientras que a nivel *in vivo*, en ensayos murinos y preclínicos, se comprobó que pueden disminuir el riesgo de padecer cáncer, así como reducir la presen-

Modelos murinos
Estudios en los que se utilizan ratones o ratas con fines científicos o médicos, debido a que tienen elementos comunes con el genoma humano, así como similitudes fisiológicas.

Tabla 1. Actividad anticancerígena de compuestos obtenidos a partir de desechos de camarón (Faraone y cols., 2020; Liang y cols., 2022; Wei y cols., 2022).

Tipo de cáncer	Compuesto estudiado	Modelo
Cerebral	Hidrogel de quitosano	Línea celular U-87 MG; murino.
Cervicouterino	Astaxantina	Línea celular HeLa.
	Ácidos grasos poliinsaturados	Línea celular.
	Hidrogel y nanopartículas de quitosano	Línea celular TC-1; murino y preclínico.
Colon	Astaxantina	Líneas celulares HCT116, HT-29, CaCo-2 y LS-180; murino y preclínico.
	Ácidos grasos poliinsaturados	Preclínico.
	Hidrogel y nanopartículas de quitosano	Línea celular CT26; murino.
Estómago	Astaxantina	Línea celular KATO-III y SNU-1.
Garganta	Astaxantina	Línea celular TE-1 y TE-4.
	Ácidos grasos poliinsaturados	Preclínico.
	Nanopartículas de quitosano	Línea celular Luc-B16F10.
Hígado	Astaxantina	Líneas celulares AH109A, CBRH-7919, HepG2 y H22; murino y preclínico.
	Ácidos grasos poliinsaturados	Línea celular.
	Nanopartículas de quitosano	Líneas celulares B16, H22 y Hepa1-6; murino.
Leucemia	Astaxantina	Línea celular K562 y HL-60.
	Ácidos grasos poliinsaturados	Preclínico.
Mama	Astaxantina	Líneas celulares MCF-7 y MDA-MB-231; murino.
	Ácidos grasos poliinsaturados	Preclínico.
	Nanopartículas de quitosano	Líneas celulares EMT6, MCF-7 y 4T1; murino.
Piel	Astaxantina	Líneas celulares A2058, A375 y JB6 P+; murino.
	Ácidos grasos poliinsaturados	Línea celular.
Próstata	Astaxantina	Línea celular LNCap-FGC; murino.
	Ácidos grasos poliinsaturados	Preclínico.

cia de tumores; esto, al incluirlos como adyuvantes en el tratamiento tradicional de pacientes con cáncer cerebral, cáncer de colon, cáncer de estómago, cáncer de garganta, cáncer de hígado, cáncer de mama, cáncer de piel y cáncer de próstata (véase la **Tabla 1**) (Faraone y cols., 2020; Liang y cols., 2022; Wei y cols., 2022).

Perspectivas de la utilización de los desechos de camarón en cáncer

El cáncer es una de las patologías con mayor incidencia y mortalidad a nivel mundial. Actualmente, los tratamientos utilizados contra esta enfermedad provocan efectos secundarios que derivan en problemas de salud graves; por este motivo, se han estudiado alternativas naturales que puedan prevenir y combatir esta enfermedad, con un menor riesgo a la salud (Pal y cols., 2022). En este sentido, los alimentos ricos en compuestos bioactivos, como ácidos grasos poliinsaturados y carotenoides, entre otros, han sido reportados como una estrategia potencial para combatir esta enfermedad (Faraone y cols., 2020; Liang y cols., 2022; Wei y cols., 2022). Asimismo, múltiples reportes mencionan que los desechos de camarón son una rica fuente de compuestos que inhiben el crecimiento de células cancerígenas y coadyuvan en el tratamiento de distintos tipos de cáncer

(Liang y cols., 2022; Mathew y cols., 2020). Nuestro país produce grandes volúmenes de este desecho que no se utilizan y se han convertido en un grave problema ambiental. Por lo tanto, es necesario crear estrategias para la reutilización de estos desechos; por ejemplo, para la obtención de compuestos bioactivos con potencial como adyuvantes en el tratamiento de cáncer, lo cual representaría una gran oportunidad de desarrollo económico y social.

Luis Angel Cabanillas Bojórquez

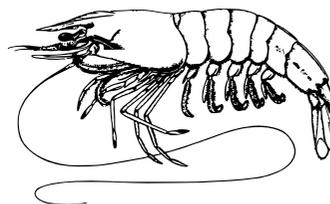
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.
luis.cabanillas@ciad.mx

Marilyn Shomara Criollo Mendoza

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.
marilyn.criollo@ciad.mx

José Basilio Heredia

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.
jbheredia@ciad.mx



Lecturas recomendadas

Faraone, I., C. Sinisgalli, A. Ostuni, M. F. Armentano, M. Carosino *et al.* (2020), "Astaxanthin anticancer effects are mediated through multiple molecular mechanisms: A systematic review", *Pharmacological Research*, 155:104689. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104689>>, consultado el 28 de marzo de 2025.

Liang, X., M. Mu, R. Fan, B. Zou y G. Guo (2022), "Functionalized chitosan as a promising platform for cancer immunotherapy: A review", *Carbohydrate Polymers*, 290:119452. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119452>>, consultado el 28 de marzo de 2025.

Mathew, G. M., D. C. Mathew, R. K. Sukumaran, R. Sindhu, C.-C. Huang *et al.* (2020), "Sustainable and eco-friendly strategies for shrimp shell valorization",

Environmental Pollution, 267:115656. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115656>>, consultado el 28 de marzo de 2025.

Pal, S., A. Sharma, S. P. Mathew y B. G. Jaganathan (2022), "Targeting cancer-specific metabolic pathways for developing novel cancer therapeutics", *Frontiers in Immunology*, 13. Disponible en: <<https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.955476>>, consultado el 28 de marzo de 2025.

SIAP (2022), "Panorama agroalimentario 2022", México, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Wei, L., Z. Wu y Y. Q. Chen (2022), "Multi-targeted therapy of cancer by omega-3 fatty acids-an update", *Cancer Letters*, 526:193-204. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.canlet.2021.11.023>>, consultado el 28 de marzo de 2025.