

## Artículo de divulgación

## ¿Qué nos dicen los moluscos bivalvos sobre la contaminación marina?

Josué Alonso Yee-Duarte\* 

## Resumen

Los moluscos bivalvos son organismos filtradores que desempeñan un papel importante como bioindicadores de la contaminación marina. Al acumular contaminantes, como metales pesados, microplásticos y compuestos orgánicos persistentes en sus tejidos, estos organismos reflejan las condiciones de su entorno. Debido a esta capacidad, se utilizan en programas de monitoreo ambiental para evaluar la calidad del agua y el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas marinos, lo que destaca la importancia de los bivalvos en la implementación de medidas de control y manejo ambiental para reducir los efectos de la contaminación en las comunidades costeras y en la biodiversidad marina.

**Palabras clave:** metales pesados, bioindicador, bioacumulación, biomagnificación, monitoreo ambiental.

## Abstract

Bivalve mollusks are filter-feeding organisms that play a vital role as bioindicators of marine pollution. By accumulating contaminants such as heavy metals, microplastics, and persistent organic compounds in their tissues, these organisms provide an reflection of environmental conditions. This ability makes them valuable in environmental monitoring programs for assessing water quality and the impact of human activities on marine ecosystems. Their use highlights the importance of bivalves in implementing control and management measures to mitigate pollution effects on coastal communities and marine biodiversity.

**Key words:** heavy metals, bioindicator, bioaccumulation, biomagnification, environmental monitoring.

Recibido: 14 de noviembre de 2024.

Aceptado: 11 de julio de 2025.

## Introducción

Dentro de los invertebrados, los moluscos constituyen el segundo grupo más diverso, solo superado por los artrópodos (aproximadamente 1,300,000 especies descritas). Este grupo cuenta con aproximadamente 120,000 especies descritas —aunque se estima que la diversidad total podría ser aún mayor—. Los moluscos habitan en una amplia variedad de ambientes, desde playas arenosas y fangosas, océanos profundos

(hasta profundidades de más de 5,000 m) y arrecifes de coral, hasta ríos, lagos, desiertos, ambientes polares y zonas terrestres húmedas. Estas especies se agrupan en distintas clases, siendo las más representativas los gasterópodos (caracoles y babosas), los cefalópodos (pulpos, calamares y sepias) y los bivalvos (almejas, ostras y mejillones, entre otros), cada una con adaptaciones únicas que les permiten sobrevivir en sus respectivos hábitats.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California Sur, Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras. Carretera al sur km 5.5, Col. El Mezquitito, C.P. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.

\* Autor de correspondencia: [ja.yee@uabcs.mx](mailto:ja.yee@uabcs.mx)

Particularmente, los moluscos bivalvos se caracterizan por poseer dos conchas (de ahí el nombre de “bi-valvos”) o valvas unidas por una bisagra (conocida como charnela). Estas valvas protegen al cuerpo blando, que carece de cabeza, comprimido lateralmente. Los bivalvos son, en su mayoría, organismos bentónicos (que viven en el fondo de los cuerpos de agua) y filtradores, es decir, se alimentan filtrando grandes volúmenes de agua, capturando partículas de alimento (principalmente plancton) y microorganismos suspendidos en la columna de agua.

A nivel mundial, los moluscos bivalvos son de gran importancia tanto para la pesca como para la acuicultura. Estas actividades económicas son clave, ya que representan una valiosa fuente de ingresos para muchas comunidades costeras y contribuyen a la seguridad alimentaria. Por ejemplo, en 2020, la captura global de estos organismos alcanzó los 5.9 millones de toneladas (FAO 2022). En México, durante 2022, Baja California Sur lideró la producción nacional de moluscos bivalvos con 3,184 toneladas, seguido de Sonora con 2,937 toneladas, Sinaloa con 2,777 toneladas, Baja California con 1,892 toneladas y Nayarit con 486 toneladas (AGRICULTURA 2022).

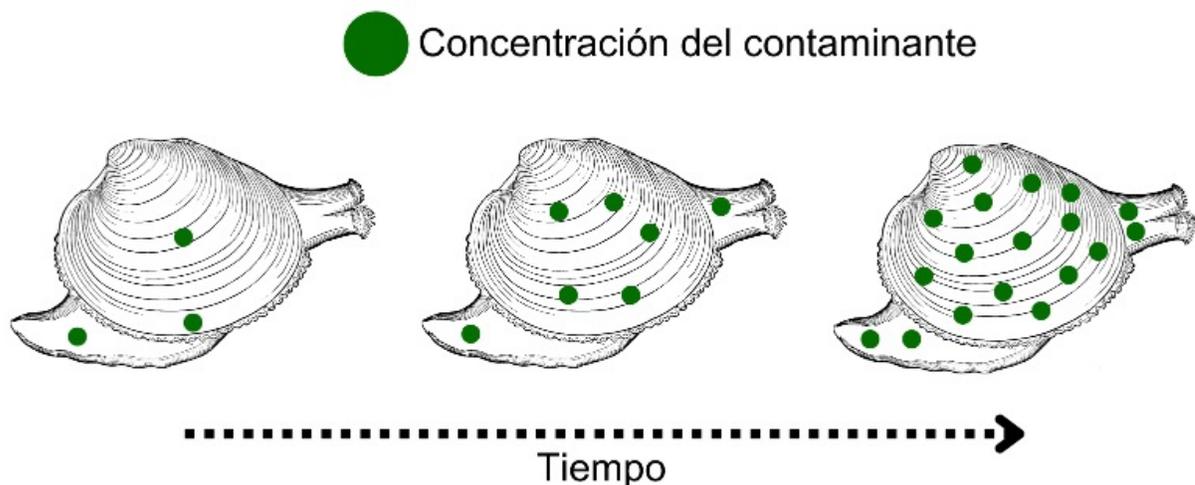
Sin embargo, al igual que otros grupos animales, los moluscos bivalvos enfrentan múltiples amenazas que afectan a sus poblaciones naturales. En este sentido, el cambio climático representa un desafío significativo, ya que el aumento en la acidificación y temperatura de los océanos dificulta la formación de sus conchas (compuestas de carbonato de calcio) y afecta sus ciclos reproductivos. Además, la sobreexplotación debido a la alta demanda comercial y ciertas técnicas de recolección poco sostenibles están disminuyendo las poblaciones naturales

en diversas regiones. Otros factores, como la pérdida de hábitat por el desarrollo costero, también afectan la supervivencia de estos organismos. De manera particular, una de las principales amenazas para los moluscos bivalvos es la contaminación. Al ser organismos filtradores, acumulan en sus tejidos y órganos diversos contaminantes presentes en el agua, sedimento y alimento, tales como metales pesados, pesticidas y microplásticos, entre otros. Esta acumulación no solo afecta su salud general, sino que también representa un riesgo para la seguridad de los consumidores humanos que dependen de ellos como fuente de alimento.

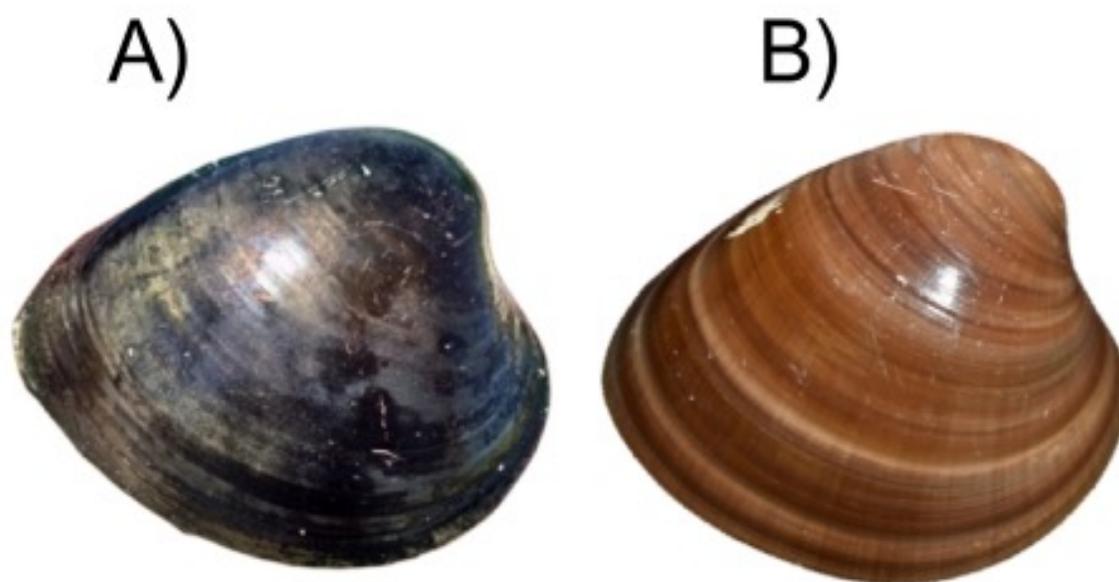
### *Moluscos bivalvos y contaminantes marinos: una relación estrecha*

Como se mencionó anteriormente, los moluscos bivalvos tienen una relación estrecha y directa con los contaminantes marinos debido a su modo de alimentación y sus características biológicas. Al ser organismos filtradores, a lo largo del tiempo pueden acumular, a través del proceso conocido como “bioacumulación”, diversas sustancias tóxicas presentes en su entorno y en su alimento, las cuales se almacenan en sus tejidos y órganos (Fig. 1). Además, se ha demostrado que también pueden acumular estos contaminantes en su concha (Fig. 2).

Por otro lado, la limitada capacidad de movilidad de los bivalvos, ya que la mayoría son organismos sésiles, los hace particularmente vulnerables a las condiciones adversas en su hábitat. Al estar fijos al sustrato, los bivalvos no pueden escapar de zonas contaminadas, lo cual aumenta su exposición a estos agentes dañinos y amplifica el impacto de la contaminación en sus poblaciones. Estas características los convierte en



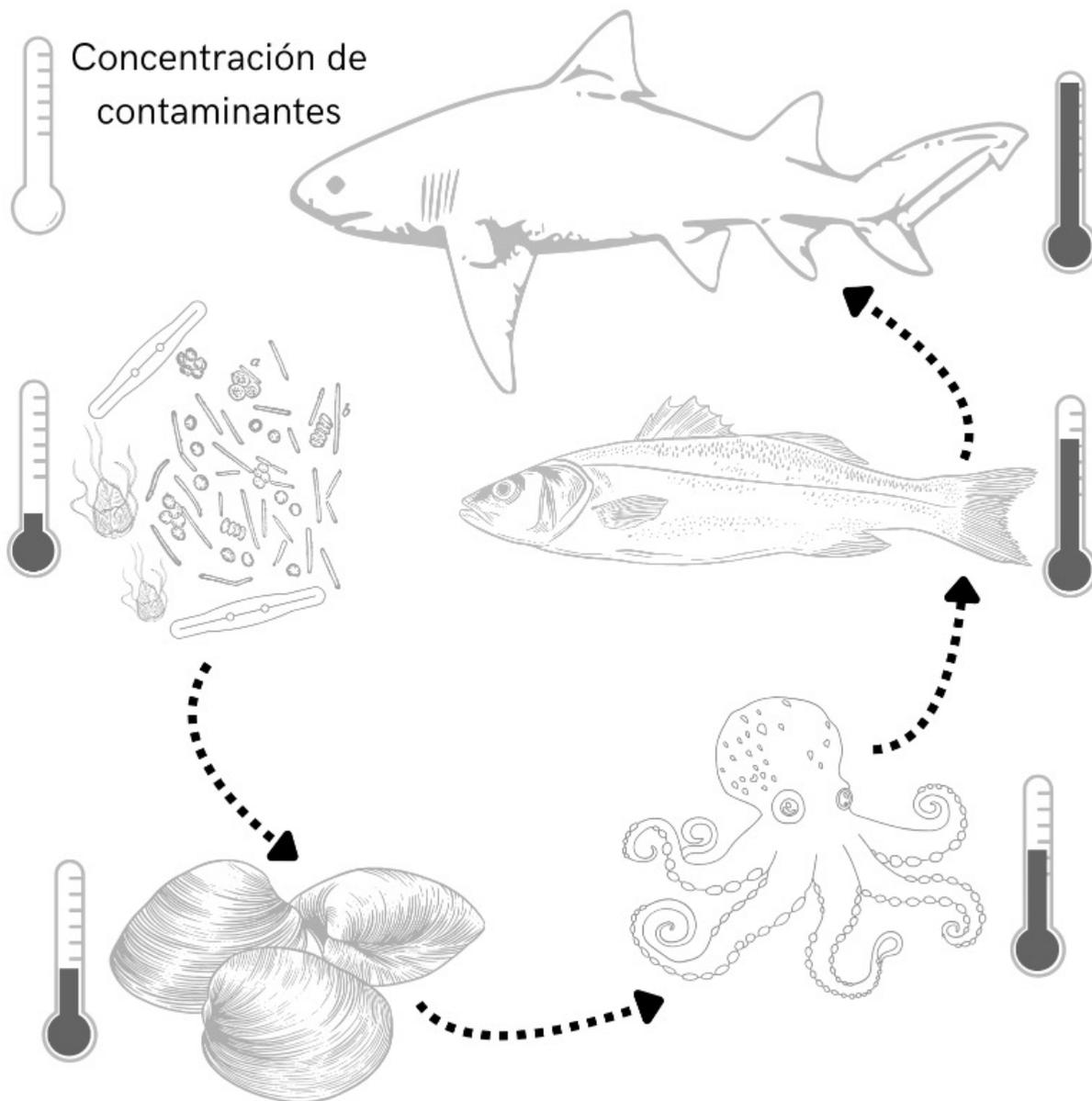
**Figura 1.** Proceso de bioacumulación de contaminantes a lo largo del tiempo en un molusco bivalvo (Fuente: Elaboración propia).



**Figura 2.** Apariencia externa de la concha de la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en un ambiente contaminado por metales pesados (A) (nótese los tonos metálicos) y en un ambiente relativamente prístino (B) en zonas costeras de Baja California Sur (Fotografías: Josué Alonso Yee-Duarte).

organismos “bioindicadores”, ya que su estado de salud refleja la calidad del ambiente y la presencia de contaminantes en los ecosistemas marinos donde habitan. La acumulación de contaminantes en los bivalvos tiene un efecto que va más allá de sus propias poblaciones. Al ser

consumidos por otros organismos en la cadena trófica, estos contaminantes pasan de un nivel a otro en un proceso conocido como “biomagnificación”, en el cual la concentración de sustancias tóxicas se incrementa en cada nivel de la cadena alimentaria (Fig. 3).



**Figura 2.** Representación del proceso de biomagnificación de contaminantes en una cadena trófica marina, desde productores primarios (fitoplancton) hasta depredadores (tiburones) (Fuente: Elaboración propia).

### ¿Qué tipos de contaminantes pueden acumular los moluscos bivalvos?

Entre los contaminantes más comunes que acumulan los bivalvos y que pueden derivarse de actividades antrópicas, se encuentran los metales pesados, los cuales se dividen en esenciales (como el cobre, hierro, manganeso y zinc, entre otros) y no esenciales (como el cadmio, mercurio,

plomo, entre otros) (Roldán-Wong *et al.* 2023). También acumulan compuestos orgánicos persistentes, como pesticidas, herbicidas y bifenilos policlorados (PCBs, por sus siglas en inglés) (Santos *et al.* 2020). Aunado a lo anterior, la contaminación por plásticos ha generado un incremento de microplásticos en los tejidos de estos organismos (Ding *et al.* 2021). Asimismo, los contaminantes emergentes, como

fármacos y los productos de cuidado personal, llegan al mar a través de aguas residuales y pueden alterar el sistema endocrino de los bivalvos, es decir, el conjunto de glándulas encargadas de producir hormonas. Todos estos contaminantes, pueden tener un efecto negativo en la salud general de los bivalvos, que se puede derivar en alteraciones en sus procesos biológicos y fisiológicos como el crecimiento, la homeostasis (equilibrio interno), la respuesta inmunológica y endocrina, la reproducción, entre otras.

### *Moluscos bivalvos y monitoreo ambiental*

En los últimos años, ha crecido significativamente la conciencia sobre la conservación del medio ambiente y el desarrollo de políticas orientadas a la protección y uso sostenible de los recursos naturales. Esto se ha reflejado en la creación de numerosos convenios destinados a mitigar los efectos negativos de la contaminación ambiental, algunos enfocados en el control de las fuentes contaminantes y otros en la preservación de hábitats de especial interés ecológico. Asimismo, se han implementado diversos programas y proyectos de monitoreo ambiental en la mayoría de los océanos, especialmente en países desarrollados. Entre estos esfuerzos, destacan los programas que emplean moluscos bivalvos como bioindicadores de contaminación. Uno de los más reconocidos es el programa “Mussel Watch”, iniciado en los Estados Unidos en la década de 1970 (Goldberg 1975). Desde su creación, este programa se ha convertido en una herramienta valiosa para evaluar el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas marinos. Esta estrategia se basa en identificar los contaminantes a los que ha estado expuesto un organismo, dejando en él marcas que reflejan dicha

exposición. Dada la importancia de estas técnicas, el uso de moluscos bivalvos como bioindicadores ha facilitado el desarrollo de programas de monitoreo que permiten comprender mejor los efectos de la contaminación en los ecosistemas marinos. No obstante, la protección de estos organismos será esencial para fomentar un uso más responsable y sostenible de los recursos marinos y así, coadyuvar en la conservación de los océanos y el bienestar de las comunidades que dependen de ellos.

### *Implicaciones para la salud humana y retos en la investigación*

El impacto de los contaminantes que llegan al ecosistema marino no se limita a los bivalvos, también puede repercutir en la salud humana. En este sentido, el riesgo sanitario derivado del consumo de mariscos contaminados con metales pesados cobró gran relevancia entre las décadas de 1950 y 1970, a raíz de dos graves crisis de salud pública ocurridas en Japón conocidas como enfermedad de Minamata e Itai-Itai. Ambas fueron provocadas por la ingesta prolongada de productos marinos contaminados con metales altamente tóxicos –mercurio en el caso de Minamata y cadmio en el caso de Itai-Itai–, y se consideran hoy en día como ejemplos emblemáticos del impacto negativo de la contaminación ambiental sobre la salud humana (Hachiya, 2006). Estas enfermedades provocaron síntomas severos como daño neurológico, insuficiencia renal, osteoporosis y, en muchos casos, la muerte, afectando a comunidades enteras durante años antes de que fueran correctamente identificadas y controladas. Actualmente, la comunidad científica ha intensificado el estudio de los riesgos toxicológicos asociados al consumo de organismos marinos,

recomendando estrategias de vigilancia y monitoreo continuo para reducir posibles efectos adversos en la salud pública.

En este contexto, un estudio reciente realizado en el Golfo de California por Roldán-Wong *et al.* (2023) evaluó el riesgo toxicológico derivado del consumo de bivalvos comerciales en 23 localidades de esta región (Se incluyeron zonas costeras de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit). Si bien los resultados indican que, en general, los niveles de metales se encuentran dentro de los límites permisibles, en algunas especies y sitios se detectaron concentraciones que superan los valores establecidos por normas nacionales e internacionales, especialmente para cadmio, plomo y cobre. Además, se identificaron riesgos cancerígenos en menores de edad en localidades específicas. Aunque se han generado datos valiosos en estas entidades, aún existen regiones del país donde el monitoreo es escaso y la información insuficiente, lo que genera una gran ventana para impulsar nuevos estudios que permitan ampliar el conocimiento sobre los riesgos asociados al consumo de moluscos bivalvos.

### Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), así como al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) y al Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS).

### Referencias

- AGRICULTURA.** 2022. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2020. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Mazatlán, Sinaloa, México, 291 p.
- Ding, J., Sun, C., He, C., Li, J., Ju, P., & F. Li.** 2021. Microplastics in four bivalve species and basis for using bivalves as bioindicators of microplastic pollution. *Science of the Total Environment* 782: 146830. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146830>
- FAO.** 2022. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul.* Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Goldberg, E.D.** 1975. The mussel watch — A first step in global marine monitoring. *Marine Pollution Bulletin* 7: 91-103.
- Hachiya, N.** 2006. The history and the present of Minamata disease. *Japan Medical Association Journal* 49: 112-118.
- Roldán-Wong, N. T., Ceballos-Vázquez, B. P., Yee-Duarte, J. A., Camacho-Mondragón, M. A., Kidd, K. A., Shumilin, E., & M. Arellano-Martínez.** 2023. Human health risk assessment of metals and arsenic via consumption of commercial bivalves in the Gulf of California, Mexico. *Environmental Science and Pollution Research* 30(18): 51692-51710. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25841-9>
- Santos, L. L., Miranda, D., Hatje, V., Albergaria-Barbosa, A. C. R., & J. Leonel.** 2020. PCBs occurrence in marine bivalves and fish from Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 154: 111070. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111070>