

Artículo de Divulgación

Promoción del concepto “economía circular” enfocado en el aprovechamiento de residuos provenientes de la captura de moluscos comerciales de la costa de Sinaloa

Promotion of the “circular economy” concept, focusing on the utilization of waste generated from the harvesting of commercial mollusks off the coast of Sinaloa

Manuel García-Ulloa¹ , Andrés Martín Góngora-Gómez¹ 
Juan Antonio Hernández-Sepúlveda¹ , Maria Isabel Sotelo-Gonzalez² 
Celeste Osiris Montoya-Ponce³ , Yuniria Lizeth Guerrero-Beltrán³ 
Lizeth Carolina Villanueva-Fonseca⁴  & Carlos Humberto Sepúlveda⁵ 

Resumen

La acuicultura y la pesca constituyen pilares esenciales para la seguridad alimentaria mundial, con una producción conjunta de 223.8 millones de toneladas en 2022, de las cuales los moluscos representaron el 15.6%. Estos organismos poseen estructuras calcáreas que pueden alcanzar hasta el 64% de su peso total. No obstante, la mayoría de las conchas se descartan tras la extracción, acumulándose como residuos biogénicos que deterioran los ecosistemas y la calidad ambiental costera. Dado su alto contenido de carbonato de calcio —y otros minerales en menor cantidad— las conchas de moluscos poseen un notable potencial de valorización en sectores como la agricultura, la construcción, la medicina, la cosmética y la industria alimentaria. Sin embargo, su reutilización sigue siendo limitada a escala global. La acumulación de estos desechos origina los denominados “cementeros de conchas”, generando impactos paisajísticos y ecológicos negativos. En este contexto, la valorización de las conchas se presenta como una estrategia sostenible y económicamente viable, alineada con los principios de la economía circular. Su aprovechamiento integral no solo permitiría reducir los impactos ambientales asociados a la pesca, sino también impulsar la producción de materiales ecológicos y fortalecer las economías costeras, transformando un residuo subutilizado en un recurso estratégico dentro de un modelo de desarrollo sustentable.

Palabras clave: Moluscos, residuos biogénicos, valorización de conchas, materiales ecológicos, economía circular.

Resumen

Aquaculture and fisheries are essential pillars for global food security, with a combined production of 223.8 million tons in 2022, of which mollusks accounted for 15.6%. These organisms have calcareous structures that can reach up to 64% of their total weight. However, most shells are discarded after extraction, accumulating as biogenic waste that deteriorates ecosystems and coastal environmental quality. Given their high calcium carbonate content —and other minerals in lesser quantities— mollusk shells have significant potential for recovery in sectors such as agriculture, construction, medicine, cosmetics, and the food industry. However, their reuse remains limited on a global scale. The accumulation of this waste creates so-called “shell graveyards,” generating negative landscape and ecological impacts. In this context, the valorization of shells is presented as a sustainable and economically viable strategy, aligned with the principles of the circular economy. Their comprehensive use would not only reduce the environmental impacts associated with fishing but also boost the production of environmentally friendly materials and strengthen coastal economies, transforming an underutilized waste product into a strategic resource within a sustainable development model.

Key words: Mollusks, biogenic waste, shell recovery, ecological materials, circular economy.

Recibido: 27 de noviembre de 2025.

Corregido: 11 de junio de 2026.

Aceptado: 10 de septiembre de 2026.

¹ Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes #250, Colonia San Joachin, Guasave, Sinaloa, C.P. 81101, México.

² Estancias Posdoctorales por México, Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen S/N, Colonia Los Pinos, Mazatlán, Sinaloa, C.P. 82000, México.

³ Doctorado en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes #250, Colonia San Joachin, Guasave, Sinaloa, C.P. 81101, México.

* **Correspondencia:** carlos.humberto.s.1994@gmail.com



Introducción

La producción y el cultivo de organismos acuáticos constituyen actividades productivas fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria mundial, debido a su relevante aporte de proteína dietética de alta calidad, así como de vitaminas y minerales esenciales para la nutrición humana. De acuerdo con las estadísticas globales más recientes, la pesquería y la acuicultura aportaron en conjunto 223.8 millones de toneladas de peces, crustáceos, moluscos, macroalgas y otras especies durante el año 2022 (FAO 2024). Dentro de este volumen total, los moluscos representaron aproximadamente el 15.6% de la producción mundial, incluyendo grupos como los ostiones, mejillones, almejas, callos de hacha, abulones y caracoles. Exceptuando a estos últimos, que presentan hábitos mayormente carnívoros y/o carroñeros, la mayoría de los moluscos son herbívoros (por ejemplo, los abulones) o filtradores; estos últimos se alimentan de partículas orgánicas y microorganismos suspendidos en la columna de agua (Singh & Singh-Rawat 2022). Los nutrientes obtenidos a través de estos tipos de alimentación no solo contribuyen al desarrollo de sus órganos

internos, sino también a la formación de las conchas o valvas, las cuales pueden representar una fracción considerable del peso total del organismo. Por ejemplo, en la almeja *Chionista fluctifraga* y el caracol “chino negro” *Hexaplex nigritus*, el peso de la concha constituye el 59.99% y 63.78% del peso total, respectivamente, mientras que para otros bivalvos como la “almeja generosa” *Panopea globosa* no rebasa el 13% (Tabla I).

Una vez que los organismos son extraídos o cosechados, sus tejidos comestibles son separados de las conchas, las cuales se descartan comúnmente en el fondo marino, esteros o playas. Esta práctica provoca acumulaciones significativas de desechos biogénicos, que alteran los ecosistemas bénticos y costeros, generando contaminación y pérdida de hábitats sin aprovechamiento industrial posterior. Aunque la proporción entre tejido y concha varía entre grupos taxonómicos, se estima que los residuos derivados de las conchas de moluscos superan los 10 millones de toneladas anuales a nivel mundial, con impactos negativos sobre el equilibrio ecológico costero (Zhan *et al.* 2022, Topić-Popović *et al.* 2023).

Tabla I. Comparación de peso total (PT) y peso de las conchas (PC) (g, peso húmedo) de diversas especies de moluscos.

Especie	n	PT(g)	PC(g)	% del PC	Referencia
Almejas					
<i>Panopea globosa</i>	370	618±130.5	75.53±14.89	12.22	Góngora-Gómez <i>et al.</i> (2018a)
<i>Chionista fluctifraga</i>	30	31.07±11.38	18.64±5.51	59.99	Góngora-Gómez <i>et al.</i> (2022)
Ostiones					
<i>Crassostrea corteziensis</i>	30	73.5±18.59	11.8±2.75	16.05	Góngora-Gómez <i>et al.</i> (2018b)
Mejillones					
<i>Mytella strigata</i>	30	7.93±0.14	2.95±0.05	37.20	Góngora-Gómez <i>et al.</i> (2024)
Caracoles					
<i>Phyllonotus erythrostomus</i>	360	97.58±30.50	38.61±15.70	39.56	Cázarez-Villegas <i>et al.</i> (en revisión)
<i>Hexaplex nigritus</i>	30	200.42±67.35	127.84±41.72	63.78	Montoya-Ponce <i>et al.</i> (en revisión)

Continuación de adscripciones...

⁴ Departamento de Ciencias Naturales, Biología, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Guasave, Guasave, Sinaloa, México.
³ Estancias Posdoctorales por México, Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes #250, Colonia San Joaquín, Guasave, Sinaloa, C.P. 81101, México.



Las conchas de los moluscos están constituidas principalmente por carbonato de calcio (CaCO_3) en sus formas cristalinas de aragonita, calcita y vaterita, además de proteínas y quitina, en menores proporciones. Debido a dicha composición, estos subproductos pueden ser revalorizados como materia prima en diferentes industrias, entre ellas la farmacéutica, cosmética, construcción, textil, agrícola y alimentaria (Morris *et al.* 2019, Azarian & Sutapun 2022). Por ejemplo, las conchas tratadas y molidas pueden emplearse en la remediación de suelos agrícolas, aportando una fuente complementaria de carbono que mejora la fertilidad, reduce la acidez, incrementa la retención hídrica y favorece el crecimiento de las plantas (Wang *et al.* 2019). Asimismo, su contenido de CaCO_3 permite estabilizar metales pesados en el suelo, formando compuestos insolubles que evitan la contaminación secundaria.

En la industria de la construcción, las conchas procesadas mediante molienda y calcinación se utilizan como un material bio-mineralizado adhesivo, contribuyendo a la elaboración de cemento, hormigón y yeso (Hart 2020, Peceño *et al.* 2022, Alam *et al.* 2025). En el ámbito médico, las conchas pulverizadas y calcinadas se emplean tradicionalmente en países como la India para el tratamiento de padecimientos respiratorios (Gopal *et al.* 2008). Además de su estructura predominantemente mineral, las conchas contienen elementos como hierro, sodio, potasio, zinc y fósforo, los cuales presentan potencial en la industria de transformación para ser incorporados en suplementos dietéticos y aditivos alimentarios, tanto en la nutrición humana como en la producción animal (Nkansah *et al.* 2021).

Específicamente, la pesca de caracoles marinos —grupo más diverso

y abundante en especies de moluscos— se práctica básicamente en todas las regiones costeras del mundo donde estos invertebrados habitan. Históricamente, estos gasterópodos han sido incorporados en la gastronomía tradicional de las comunidades ribereñas, y sus conchas —su exoesqueleto— se han empleado con fines ornamentales (bisutería), artesanales (elaboración de utensilios y objetos decorativos), musicales y religiosos. Un caso emblemático es el del caracol rosado o abanico (*Strombus gigas*), cuyas conchas han sido empleadas en culturas, como la maya, mexica, azteca e inca, con significados asociados a la fertilidad, la vida y la comunicación con lo divino (Carter *et al.* 2019).

No obstante, el volumen de conchas reutilizadas en las actividades mencionadas resulta insignificante en comparación con la cantidad total de caracoles extraídos anualmente. La mayoría de las conchas son desechadas sin ningún tipo de tratamiento, acumulándose en las zonas de procesamiento pesquero, donde se generan los denominados “cementeros de conchas de almejas y caracoles” (Fig. 1). Estas acumulaciones constituyen focos de contaminación tanto olfativa —ya que es común que una parte de la carne del animal quede dentro de la concha y se descomponga generando fétidos olores en la cercanía— como visual, debido a que tales aglomeraciones deterioran la calidad paisajística de las zonas costeras.

En la actualidad, los exoesqueletos de caracoles que presentan características morfológicas adecuadas (completas, coloración y forma) se someten a tratamientos de limpieza convencionales y, ocasionalmente, a tratamientos de barnizado para su incorporación en diversas industrias, tales como la bisutería (aretes, pulseras, collares, botones y

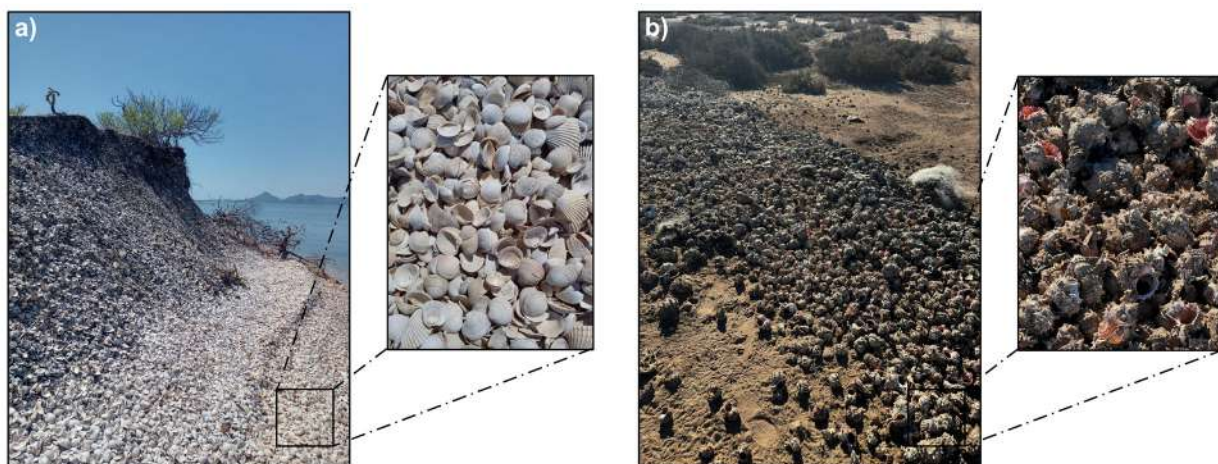


Figura 1. Acumulación de conchas de moluscos marinos desechadas en zonas costeras, comúnmente denominadas “cementeros de conchas”: a) bivalvos, b) gasterópodos.



Figura 2. Ejemplos de objetos decorativos elaborados con conchas de moluscos marinos.



amuletos), la decoración (pisapapeles, material didáctico y lámparas) y la elaboración de instrumentos musicales (Fig. 2).

Existen prácticas constructivas regionales que aprovechan las conchas de los moluscos por su composición química —principalmente carbonato de calcio— como componentes de compactación en la fabricación de ladrillos, azulejos y pisos con decoración, sin requerir procesamiento previo. En algunas zonas costeras —beneficiadas por la presencia y pesca de este recurso—, las conchas fragmentadas se utilizan para cubrir caminos de terracería que conectan comunidades pesqueras con carreteras pavimentadas. De esta forma, se contribuye a la compactación del terreno y a la reducción de la erosión ocasionada por el viento, la lluvia y el cotidiano tránsito vehicular y peatonal (Fig. 3). Sin embargo, estas prácticas tradicionales carecen de valor agregado y no representan un aprovechamiento industrial significativo.

El manejo efectivo de los residuos derivados de la pesca de caracoles marinos —tanto orgánicos como inorgánicos— constituye una necesidad ambiental y socioeconómica urgente. La reutilización de las conchas puede contribuir significativamente a la mitigación del impacto ecológico, al tiempo que se alinea con los principios de la novedosa espiral conocida como “economía circular”. Este modelo productivo nace de la necesidad de etiquetar la reutilización de los desechos (principalmente orgánicos) generados por las actividades productivas (agricultura, acuicultura, ganadería y pesca, entre otras), maximizando el aprovechamiento de los recursos naturales y fomentando la generación de beneficios económicos sostenibles (Cooney *et al.* 2023).

Aunque la reutilización de materiales no es un concepto nuevo —pues desde hace décadas se practica el reciclaje de desechos orgánicos e inorgánicos como plásticos, metales o papel—, la economía circular



Figura 3. Fragmentos de conchas de diversos moluscos, incluidos caracoles, empleados como material de relleno en un camino de terracería.

ofrece un marco teórico que formaliza y optimiza dichas prácticas. En este contexto, durante el siglo XVIII, el químico Antoine Laurent de Lavoisier acuñó una frase que fue, es y será vigente por siempre: “la materia ni se crea ni se destruye, solo se transforma”, que homologa el principio del reciclado de basura y, ahora, se empata con la reutilización de todos los desperdicios orgánicos que resultan del aprovechamiento y/o industrialización de los productos a los que tenemos alcance visual. Actualmente, la transformación de materiales, especialmente aquellos de origen inorgánico (como textiles sintéticos, automotrices y componentes electrónicos), presentan mayores desafíos debido a su baja biodegradabilidad y elevado potencial contaminante. Frente a ello, la valorización de residuos naturales, como las conchas de moluscos, representa una alternativa viable y ambientalmente compatible.

Conclusión

La reutilización de conchas de moluscos marinos constituye una estrategia complementaria dentro de la urgencia que exige la sustentabilidad ecológica actual. Su incorporación en modelos de “economía circular” permite afiliar los beneficios nutricionales de estos organismos con el aprovechamiento integral de sus subproductos, fomentando la creación de industrias orientadas al desarrollo de productos nuevos, biodegradables, no tóxicos, ecológicamente sustentables y de bajo costo. Esta posibilidad no solo promueve la conservación ambiental, sino que también abre oportunidades económicas emergentes para regiones pesqueras y sectores productivos asociados, reafirmando el principio fundamental de la economía circular: proteger el medio ambiente mediante la

generación de valor económico sostenible.

Referencias

- Alam, K., S. Hossain, T.H. Parhad, S.P. Saikat, T.Q. Tazim, M.S. Bashar, N.M. Bahadur & S. Ahmed. 2025. Utilization of solid marine wastes from snail and cockle shells for the sustainable synthesis of nanocrystalline Gypsum. *Sustainable Chemistry for the Environment* 11: 100281.
- Azarian, M.H. & W. Sutapun. 2022. Biogenic calcium carbonate derived from waste shells for advanced material applications: A review. *Frontiers in Materials* 9: 1024977. <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.1024977>
- Carter, B., E. Garrison & A. Rodríguez. 2019. Symbolism and ritual use of marine shells in pre-Columbian America. *Journal of Archaeological Science: Reports* 25: 122-134. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.03.018>
- Cázarez-Villegas, E.J., A.M. Góngora-Gómez, Y.L. Guerrero-Beltrán, C.H. Sepúlveda, L.C. Villanueva-Fonseca, B.P. Villanueva-Fonseca, M.I. Sotelo-Gonzalez, J.A. Hernández-Sepúlveda, T.E. Isola & M. García-Ulloa. Predicting relative growth in the marine snail, *Phyllonotus erythrostomus*, based on operculum analysis. Ciencias Marinas, en revisión.
- Cooney, R., D.B. de Sousa, A. Fernández-Ríos, S. Mellett, N. Rowan, A.P. Morse, M. Hayes, J. Laso, L. Regueiro, A.H.L. Wan & E. Clifford. 2023. A circular economy framework for seafood waste: valorization of by-products. *Journal of Cleaner Production* 392: 136283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136283>
- FAO. 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. Blue Transformation in action. Rome. Consultado el 25 de octubre de 2025: <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- Góngora-Gómez, A.M., M.I. Sotelo-Gonzalez, A. Santamaría-Miranda & M. García-Ulloa. 2018a. Morphometric relationships of the siphon clam *Panopea globosa* (Bivalvia: Hiatellidae) in the southeasternmost of the Gulf of California, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 53(3): 363-366.
- Góngora-Gómez, A.M., A.L. Leal-Sepúlveda, M. García-Ulloa, E.A. Aragón-Noriega & W. Valenzuela-Quinónez. 2018b. Morphometric relationships and growth models for the oyster *Crassostrea corteziensis* cultivated at the southeastern coast of the Gulf of California, Mexico. *Latin*



- American Journal of Aquatic Research* 46(4): 735-743.
- Góngora-Gómez, A.M., M.J. Acosta-Campos, M.F. Navarro-Chávez, H. Rodríguez-González, L.C. Villanueva-Fonseca, B.P. Villanueva-Fonseca, M.II. García-Ulloa, J.A. Hernández-Sepúlveda & M. García-Ulloa. 2022.** Optimizing harvest time through absolute and relative growth of the black clam, *Chionista fluctifraga*, cultivated in the intertidal along the southeastern coast of the Gulf of California. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 22(2): TRJFAS19537.
- Góngora-Gómez, A.M., J.A. Hernández-Sepúlveda, T.E. Isola, C.H. Sepúlveda, C.O. Montoya-Ponce & M. García-Ulloa. 2024.** Phenotypic plasticity of shell shape and growth of mussels to environmental conditions: *Mytella strigata* in the southeast Gulf of California. *Latin American Journal of Aquatic Research* 52(5): 690-702.
- Gopal, R., M. Vijayakumaran, R. Venkatesan & S. Kathirolu. 2008.** Marine organisms in Indian medicine and their future prospects. *Natural Product Radianee* 7(2): 139-145.
- Hart, A. 2020.** Mini-review of waste shell- derived materials' applications. *Waste Management Research* 38: 514-527.
- Montoya-Ponce, C.O., A.M. Góngora-Gómez, Y.L. Guerrero-Beltrán, C.H. Sepúlveda, L.C. Villanueva-Fonseca, B.P. Villanueva-Fonseca, M.I. Sotelo-Gonzalez, J.A. Hernández-Sepúlveda, T.E. Isola, V.M. Peinado-Guevara & M. García-Ulloa.** Morphometry and allometry of *Hexaplex nigritus* (Gastropoda: Muricidae) from a coastal lagoon of the Gulf of California. *Latin American Journal of Aquatic Research*, en revisión.
- Morris, J.P., T. Backeljau & G. Chapelle. 2019.** Shells from aquaculture: a valuable biomaterial, not a nuisance waste product. *Reviews in Aquaculture* 11: 42-58.
- Nkansah, M.A., E.A. Agyei & F. Opoku. 2021.** Mineral and proximate composition of the meat and shell of three snail species. *Heliyon* 7: e08149.
- Peceno, B., J. Bakit, N. Cortes, B. Alonso-Fariñas, E. Bonilla & C. Leiva. 2022.** Assessing durability properties and economic potential of aquaculture waste in construction: towards a circular economy. *Sustainability* 14(14): 8383. <https://doi.org/10.3390/su14148383>
- Singh, A. & R. Singh-Rawat. 2022.** Molluscs: Distribution and Feeding Habits. Scope and Challenges of Science, Engineering and Technology. Anvil books and Publishers. Phillippines.
- Topić-Popović, N., V. Lorencin, I. Strunjak-Perović & R. Čož-Rakovac. 2023.** Shell waste management and utilization: mitigating organic pollution and enhancing sustainability. *Applied Sciences* 13(1): 623. <https://doi.org/10.3390/app13010623>
- Wang, A.Y., X.L. Zhao, J.L. Sun, H. Li & X. Luo. 2019.** Effect of soil conditioner of biogas slurry on acid soil improvement in Jiaodong area. *China Biogas* 37(4): 98-102.
- Zhan, J., J. Lu & D. Wang. 2022.** Review of shell waste reutilization to promote sustainable shellfish aquaculture. *Reviews in Aquaculture* 14: 477-488.