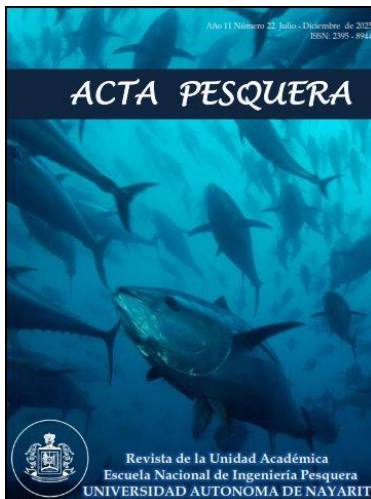




Acta Pesquera

Volumen 11, No 22

ISSN: 2395-8944

Periodo: julio – diciembre de 2025

Universidad Autónoma de Nayarit

Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera

Pp. 13 - 18

Recibido: octubre 10 de 2025

Aceptado: diciembre 15 de 2025

DOI: 10.60113/ap.v11i22.156

“Economía circular y aprovechamiento de subproductos acuícolas”

“Circular economy and use of aquaculture by-products”

Josué Ernesto López-Camarena¹, ENIP - UAN, acua.lopez.camarena@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0009-8384-4682>



La distribución de este artículo es bajo la
Licencia de Reconocimiento- No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).





ACTA PESQUERA



“Economía circular y aprovechamiento de subproductos acuícolas”

“Circular economy and use of aquaculture by-products”

Josué Ernesto López-Camarena¹, acua.lopez.camarena@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0009-8384-4682>

RESUMEN

El presente trabajo analiza los principios de la economía circular en los sistemas acuícolas y examina diversas estrategias orientadas al aprovechamiento de residuos derivados del procesamiento de organismos acuáticos, incluyendo peces, crustáceos y moluscos, así como residuos agrícolas con potencial aplicación en la formulación de alimentos funcionales. Asimismo, se discuten ejemplos representativos de valorización de subproductos, además de la aplicación de procesos biotecnológicos, como la fermentación, para incrementar su valor agregado. Además de identificar retos y limitaciones para la implementación de estos enfoques, entre los que destacan las barreras tecnológicas, normativas y de capacitación. En conjunto, la adopción de estrategias circulares en la acuicultura representa una oportunidad clave para mejorar la sostenibilidad ambiental, fortalecer la competitividad del sector y avanzar hacia sistemas productivos más eficientes.

Palabras clave: *eficiencia productiva, gestión de residuos, sistemas productivos, transferencia tecnológica, valorización de subproductos.*

SUMMARY

This paper analyzes the principles of the circular economy in aquaculture systems and examines various strategies aimed at utilizing waste derived from the processing of aquatic organisms, including fish, crustaceans, and mollusks, as well as agricultural waste with potential applications in the formulation of functional foods. Representative examples of byproduct valorization are also discussed, along with the application of biotechnological processes, such as fermentation, to increase their added value. Furthermore, challenges and limitations for the implementation of these approaches are identified, including technological, regulatory, and training barriers. Overall, the adoption of circular strategies in aquaculture represents a key opportunity to improve environmental sustainability, strengthen the sector's competitiveness, and move toward more efficient production systems.

Index words: *productive efficiency, waste management, production systems, technology transfer, and valorization of by-products.*



La distribución de este artículo es bajo la
Licencia de Reconocimiento- No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).



INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la acuicultura como actividad productiva es cada vez más diversa y reconocida a nivel mundial ofreciendo beneficios tanto sociales como económicos en gran variedad de países y comunidades, gracias al valor nutricional y económico de esta actividad representando una oportunidad para mejorar y para fortalecer la seguridad alimentaria, los medios de vida y la protección del medio ambiente. Este aumento es debido a una gran demanda mundial de recursos acuáticos aunado a esto la producción acuícola plantea retos relacionados al manejo de los residuos generados en las fases de cultivo y procesamiento. Los subproductos del procesamiento de alimentos acuáticos han sido tradicionalmente considerados de bajo valor y, en muchos casos, descartados como residuos; sin embargo, estos materiales representan una oportunidad significativa para la industria. Optimizar su aprovechamiento resulta fundamental no solo desde una perspectiva económica, sino también por sus implicaciones ecológicas y sociales. (FAO,2024).

En este contexto, la economía circular aplicada a la acuicultura se presenta como una alternativa al modelo de economía lineal, cuyo objetivo principal es cerrar el ciclo de vida de los productos. Este enfoque se fundamenta en tres principios básicos: reducir, reutilizar y reciclar, lo que permite disminuir la generación de residuos y optimizar el uso de los recursos. Asimismo, la economía circular se concibe como un modelo económico orientado a la optimización de la cadena de suministro mediante la reutilización de materias primas y productos, así como al aprovechamiento de la capacidad restaurativa de los recursos naturales, promoviendo el desarrollo de técnicas eficientes que garanticen un uso sostenible de los recursos a largo plazo (Falappa et al., 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica sistematizada con el objetivo de identificar estrategias y casos de éxito en el aprovechamiento de subproductos acuícolas bajo el enfoque de economía circular. La búsqueda de información se llevó a cabo en bases de datos científicas especializadas considerando publicaciones comprendidas entre los años 2010 y 2025.

La información recopilada fue analizada de manera cualitativa, clasificando las estrategias identificadas según el tipo de subproducto, tecnología aplicada y potencial de valorización.

Economía circular en a la acuicultura

La acuicultura, como medio productivo, ha sido tradicionalmente gestionada bajo un modelo de economía lineal ha sido tradicionalmente gestionada bajo un modelo de economía lineal, bajo una lógica de “extraer–producir–desechar”. Este punto de vista se asocia con el incremento constante de la productividad, provocando un uso desmedido de los recursos naturales, representando una amenaza para la sostenibilidad de los ecosistemas.

El termino lineal hace referencia a que el sistema productivo cuenta con un inicio y un fin definido, en el que los productos, una vez cumplidos su función, serán desechados y convertidos en desechos, terminando con el ciclo de vida de las materias primas involucradas.

Este modelo se fundamenta en los principios de la búsqueda de un crecimiento económico continuo, generalmente acompañado de un deterioro ambiental progresivo, y el fomento de un consumo creciente (Castaño,2023).

La economía circular, en contraste con el modelo lineal, busca maximizar el aprovechamiento de los recursos mediante la revalorización y reutilización de estos. Este enfoque implica el diseño de modelos productivos que permitan reciclar residuos, así como nutrientes y agua, transformándolos en materiales de valor. La implementación de estas estrategias contribuye a la reducción de residuos, disminuye la dependencia de insumos externos y fortalece la sostenibilidad ambiental y económica de los sistemas acuícolas (Ortega-Clemente et al., 2025).

Estrategias circulares en sistemas acuícolas

La implementación de estrategias y tecnologías acuícolas alienadas a los principios de la economía circular deben de ser orientadas a optimizar el uso de los recursos y minimizar la generación de residuos.

La implementación de alternativas para la revalorización de subproductos acuícolas y pesqueros ya sean víseras, hueso, sangre, etc. Para consumo humano directo es limitado actualmente, estas siguen presentando un amplio potencial de valorización, pues contiene minerales, vitaminas, proteínas y lípidos de alto valor que pueden ser aprovechadas en diversos productos y mercados. En el contexto acuícola, al igual que en otros sistemas producción de alimentarios cuenta con márgenes de procesamiento reducidos, Por lo que la innovación en el aprovechamiento de los residuos se convierte en un elemento estratégico para mejorar la competitividad y asegurar la rentabilidad a largo plazo (Stevens et al., 2018).

Es importante señalar que las estrategias de valorización y aprovechamiento de residuos no sea limitado a subproductos provenientes de peces. Estas estrategias también pueden aplicarse a otros residuos como los de crustáceos y moluscos. Materiales como caparazones, conchas, exoesqueletos y restos orgánicos constituyen fuentes importantes de compuestos de alto valor, por lo que su aprovechamiento representa una oportunidad relevante para mejorar la sostenibilidad del sector.

Ejemplo representativo es el de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), especie cuyo procesamiento para su comercialización genera volúmenes de residuos que pueden representar entre el 80 y el 85 % del peso total. Ante este escenario, se han desarrollado diversos esfuerzos orientados al aprovechamiento de dichos subproductos, mediante estudios que han demostrado la viabilidad de elaborar harina con alto contenido proteico a partir de la parte blanda, así como su uso como sustrato para la producción de microalgas y la elaboración de conservas destinadas al consumo humano (Copa et al., 2022).

Así mismo la cascara de camarón representa un gran potencial de aprovechamiento, esto por su elevado contenido de quitina. Este material puede ser valorizado mediante diversas aplicaciones, entre las que destacan su uso en compostaje, la formulación de fertilizantes, la alimentación animal y el tratamiento de aguas residuales. En particular, la extracción de quitosano a partir de la cáscara de camarón ha cobrado relevancia, ya que este biopolímero puede emplearse eficazmente en procesos de remoción de metales pesados, como arsénico (As) y cobre (Cu), presentes en aguas contaminadas (Chancusig y Tipanguano, 2023).

Adicionalmente, la cáscara de camarón presenta desde una perspectiva culinaria, han demostrado que puede transformarse en ingredientes innovadores, tales como harinas proteicas para el enriquecimiento de productos de panificación y pastas, sazónadores y bases

concentradas que intensifican el sabor umami, así como fondos, caldos y sopas con perfiles aromáticos de alta calidad (García-Vera et al., 2025).

En el marco de la transición hacia sistemas acuícolas más sostenibles, resulta pertinente incorporar el aprovechamiento de residuos agrícolas como una estrategia complementaria

La industria agrícola, en conjunto con la comunidad científica, ha orientado sus esfuerzos hacia el desarrollo de métodos de revalorización de compuestos obtenidos a partir de residuos agroindustriales, los cuales pueden contener elevados niveles de materia orgánica, nutrientes y otros compuestos bioactivos con potencial para favorecer el crecimiento y la salud de los organismos. Estos enfoques buscan destinar dichos compuestos a la formulación de alimentos funcionales. En este contexto, el sector acuícola enfrenta la necesidad de identificar compuestos naturales de bajo costo que puedan incorporarse como aditivos alimentarios, capaces de mejorar el desempeño productivo, promover el bienestar y preservar la calidad nutricional de los organismos de cultivo (Pesante et al., 2022, Sulaiman et al., 2025).

En este sentido, el aprovechamiento de residuos vegetales como fuentes de aditivos funcionales representa una alternativa técnicamente viable; sin embargo, estos materiales requieren una caracterización adecuada. Asimismo, la aplicación de procesos biotecnológicos, como la fermentación, permite la transformación y estabilización de estos residuos, facilitando su conversión en ingredientes de alto valor agregado. Bajo este enfoque, los residuos dejan de ser considerados desechos y se integran como insumos estratégicos dentro de esquemas de economía circular aplicados a la acuicultura (Bermúdez et al., 2014).

Retos y limitaciones

En la actualidad se desperdicia una gran cantidad de subproductos del pescado o para producción de bajo valor, Existiendo un gran potencial para reducir este desperdicio y aprovechar estos subproductos para productos de valor añadido destinados al consumo humano. Por lo que es necesario desarrollar tecnologías que gestionen los subproductos y tecnologías sencillas para producir productos a granel que se utilicen para su posterior refinación (Rustad y Rustad, 2011).

La formulación de estrategias de economía circular en el sector acuícola exige considerar el contexto territorial y político, la definición de objetivos, y la priorización de subsectores, así como un análisis del sector que incluya el uso de materiales y la articulación entre actores clave, apoyada por instrumentos normativos que otorguen seguridad jurídica, incentiven prácticas sostenibles y garanticen la resiliencia de los recursos naturales (Neyra, 2020).

La transición hacia una economía circular requiere una acción coordinada y responsable entre las administraciones públicas, los distintos sectores económicos y la sociedad en su conjunto. Para materializar este potencial, es fundamental que las empresas que se encuentran a la vanguardia tecnológica cuenten con una mano de obra calificada que les permita optimizar procesos y reducir el uso de recursos naturales no renovables. Asimismo, resulta clave fomentar el intercambio de buenas prácticas en economía circular entre los principales actores involucrados, con el fin de generar sinergias que impulsen y consoliden dicha transición (Rodríguez, 2022).

CONCLUSION

La acuicultura se consolida como una actividad estratégica, sin embargo, su crecimiento sostenido ha intensificado el uso de recursos naturales y la generación de residuos a lo largo de la cadena productiva. En este contexto, la adopción de los principios de la economía circular surge como una alternativa viable al modelo lineal tradicional, al promover la reducción de desperdicios, la optimización de insumos y la revalorización de subproductos acuícolas y agroindustriales. La evidencia disponible demuestra que los residuos generados durante el cultivo y procesamiento de organismos acuáticos, incluidos peces, crustáceos y moluscos, así como los residuos agrícolas, poseen un alto potencial para su transformación en productos de gran valor. No obstante, la implementación efectiva de estas estrategias enfrenta retos tecnológicos, económicos y normativos, por lo que su consolidación requerirá un enfoque integral que articule investigación científica, innovación tecnológica, marcos regulatorios adecuados y la participación de los actores de la cadena productiva, con el fin de avanzar hacia sistemas acuícolas más sostenibles y eficientes.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

"No aplicable"

CONFLICTO DE INTERESES

"Los autores declaran que no tienen intereses en competencia"

FINANCIACIÓN

"No aplicable"

LITERATURA CITADA

- Bermúdez, R. C., García Oduardo, N., Serrano Alberni, M., Rodríguez Castro, M. I., & Mustelier Valenzuela, I. (2014). Conversión de residuales agroindustriales en productos de valor agregado por fermentación en estado sólido. *Tecnología química*, 34(3), 263-274.
- Carrión Marotta, C. G., Mayama, J. A., Sánchez Zegarra, J. O., & Vargas Carrión, E. F. (2015). Plan estratégico para el sector pesquero con enfoque de economía circular.
- Castaño, M. B. (2023). De economía lineal a economía circular, una transición necesaria: relación con el concepto de sostenibilidad y visión de las nuevas unidades de negocios del último siglo. Obtenido de <https://repositorio.uai.edu.ar/handle/123456789/1711>
- Chancusig, J. E., y Tipanguano, T. S. (2023). Aprovechamiento de la cáscara de camarón para la obtención de quitosano y su potencial aplicación en la remoción de metales pesados, provincia de Cotopaxi en el periodo 2022-2023.
- Copa, J. C., Puelles, C. A., Rivas, W. T., & La Chira Perales, L. V. (2022). Aprovechamiento de subproductos de concha de abanico (*argopecten purpuratus*) para la elaboración de nuevos productos. *Revista Ciencia UNEMI*, 15(40).
- Falappa, M. B., Lamy, M., Vazquez, M., & BOHM, L. E. (2019). De una Economía Lineal a una Circular, en el siglo XXI. Obtenido de Universidad Nacional de Cuyo: https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/14316/falappa-fce.pdf.
- FAO. (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- García-Vera, E. P., Romero-Almeida, M. R., Moreno, C., & Robles-Cumbe, M. D. L. Á. (2025). Economía circular con el aprovechamiento de las cáscaras de camarón, como innovación culinaria sostenible. *Prohominum. Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 7(4), 278-290.
- Neyra, P. C. D. (2020). Consideraciones para la elaboración de la estrategia peruana de economía circular en el sector pesquero. *Revista de derecho administrativo*, (19), 313-342.
- Ortega-Clemente, L. A., Hernández-Vergara, M. P., & Pérez-Rostro, C. I. (2025). Economía circular en la acuicultura: una nueva visión hacia la sostenibilidad. *Revista CienciaUANL*, 28(134), 28-37.
- Pesante, G., Zuliani, A., Cannone, E., Greco, F., Tesoriero, C., Vettori, A., & Frison, N. (2022). Biological conversion of agricultural residues into microbial proteins for aquaculture using PHA-producing mixed microbial cultures. *Journal of Cleaner production*, 378, 134554.
- Rodríguez, M. del R. (2022). El papel de la economía circular en la economía azul y la transición ecológica. Informe de sostenibilidad en España 2022: Indicadores, retos y oportunidades de la economía azul. Universidad de Cádiz
- Rustad, T., Storro, I., y Rustad, R. (2011). Possibilities for the utilisation of marine by-products. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(10), 2001–2014.
- Stevens, J. R., Newton, R. W., Thlusty, M., & Little, D. C. (2018). The rise of aquaculture by-products: Increasing food production, value, and sustainability through strategic utilisation. *Marine Policy*, 90, 115-124.
- Sulaiman, M. A., Nin, L. Y., Amin, S. N., Fotedar, R., Yusoff, F. M., & Moh, J. H. Z. (2025). Assessment of fruit waste as feed additives in aquafeed for growth performance and health benefits of fishes under biofloc technology. *Reviews in Aquaculture*, 17(2), e70000.