

Artículo de Revisión

La economía circular en los procesos productivos: una fuente de sostenibilidad para crear valor en el sector pesquero

The circular economy in production processes: a source of sustainability to create value in the fishing sector

Lisette Gabriela Maldonado Niño¹: Universidad Simón Bolívar, Colombia.

lisette.maldonad@unisimon.edu.co

Ángel Cervera Paz: Universidad de Cádiz, España.

angel.cervera@uca.es

Fecha de Recepción: 13/06/2024

Fecha de Aceptación: 14/07/2024

Fecha de Publicación: 19/07/2024

Cómo citar el artículo

Maldonado Niño, L. G. y Cervera Paz, A. (2024). La economía circular en los procesos productivos: Una fuente de sostenibilidad para crear valor en el sector pesquero. [The circular economy in production processes: a source of sustainability to create value in the fishing sector]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-22. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-334>

Resumen

Introducción: En el sector piscícola, la implementación de prácticas sostenibles puede generar valor económico, social y ambiental, a través de la reutilización de los residuos, la diversificación de otros subproductos contribuyendo con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). **Objetivos:** analizar las estrategias ambientales competitivas de diferenciación; como apuesta a la economía circular (E.C) en el sector pesquero, que contribuyan a una pesca razonable, al aprovechamiento integral, valorización de residuos y energías renovables amigables con el medio ambiente. **Metodología:** se utiliza un enfoque documental y descriptivo, con método cualitativo de revisiones bibliográficas en bases de datos de Wos, Scopus y Google académico. **Resultados:** aportarle al sector desde la resiliencia ecológica con este modelo a la competitividad y sostenibilidad ambiental en sus procesos productivos. Esto

¹ Autor Correspondiente: Lisette Gabriela Maldonado Niño. Universidad Simón Bolívar (Colombia).

producirá un menor costo, excedentes a largo plazo, mayor rentabilidad y oportunidades de creación de valor, empleabilidad, el fortalecimiento piscícola y los beneficios sociales en mejora de la calidad de vida. **Discusión:** este modelo está basado en desafíos ambientales, sociales y de gobernanza, que requieren de alianzas estratégicas, que mitiguen los factores ambientales que afectan la viabilidad y la rentabilidad en el sector pesquero; con una percepción holística de riesgos en oportunidades y estos como impactan en la sostenibilidad empresarial y social.

Palabras claves: Estrategia ambiental de diferenciación; sector Piscícola; objetivos de desarrollo sostenible; generación de valor; economía circular.

Abstract

Introduction: In the fish farming sector, the implementation of sustainable practices can generate economic, social and environmental value, through the reuse of waste, diversification of other by-products, contributing to the Sustainable Development Goals (SDGs). **Objective:** analyze competitive environmental strategies for differentiation; as a commitment to the circular economy (C.E.) in the fishing sector, which contribute to reasonable fishing, integrated use, waste valorization and environmentally friendly renewable energies. **Methodology:** a documentary and descriptive approach is used, with a qualitative method of bibliographic reviews in Wos, Scopus and Google academic databases. **Results:** to contribute to the sector from the ecological resilience with this model to the competitiveness and environmental sustainability in its productive processes. This will produce lower costs, long-term surpluses, greater profitability and opportunities for value creation, employability, strengthening of the fish farming sector and social benefits in terms of improved quality of life. **Discussion:** this model is based on environmental, social and governance challenges, which require strategic alliances to mitigate environmental factors that affect viability and profitability in the fishing sector; with a holistic perception of risks and opportunities and how they impact business and social sustainability.

Keywords: Environmental differentiation strategy; fish farming sector; sustainable development objectives; value generation; circular economy.

1. Introducción

En las últimas décadas, el modelo económico lineal tradicional, basado en el paradigma de “tomar, hacer, desechar”, ha demostrado ser insostenible debido al agotamiento de recursos naturales y la creciente acumulación de residuos. Este enfoque ha generado serios impactos ambientales y ha puesto en riesgo la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Frente a este panorama, la economía circular surge como una alternativa prometedora, orientada a redefinir la producción y el consumo mediante la implementación de ciclos cerrados de materiales y energía, con el objetivo de reducir al mínimo el desperdicio y maximizar la reutilización de recursos.

En esta introducción, se presenta una revisión del concepto de economía circular y su aplicación en el sector pesquero. Se destacan los principios fundamentales de este enfoque, tales como la **eliminación, reducción, reutilización, reciclaje y revalorización**.

Se analizan las oportunidades que ofrece la economía circular para mejorar la sostenibilidad de las actividades pesqueras, incluyendo la **optimización del uso de recursos pesqueros**, la **reducción del impacto ambiental**, la **valorización de subproductos** y la **gestión eficiente de residuos**.

Asimismo, se explora el potencial de la economía circular para crear valor en el sector pesquero. Se discuten estrategias como la **diversificación de productos**, la **diferenciación a través de la calidad y la sostenibilidad**, el **desarrollo de nuevos mercados** y la **promoción del consumo responsable**. Se presentan ejemplos de casos exitosos que demuestran la viabilidad y los beneficios de implementar este enfoque en la industria pesquera.

La economía circular se basa en principios como el diseño para la durabilidad, la reparación, la reutilización y el reciclaje de productos y materiales, promoviendo una transición hacia un modelo más sostenible y resiliente. Este enfoque no solo presenta beneficios ambientales significativos, sino que también ofrece oportunidades económicas al incentivar la innovación, crear nuevos mercados y fomentar la eficiencia en el uso de recursos.

En España, la **Estrategia Española de Economía Circular (EEEC)**, también conocida como **España Circular 2030**, establece una visión a largo plazo para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo. Esta estrategia se alinea con los objetivos de la Unión Europea y busca reducir el consumo de materiales, minimizar la generación de residuos y fomentar la reutilización y reciclaje.

En el sector pesquero, la implementación de principios de economía circular puede ser particularmente transformadora. La industria pesquera, vital para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de numerosas comunidades costeras, enfrenta desafíos críticos relacionados con la sobreexplotación de recursos, la contaminación marina y la generación de residuos.

La adopción de prácticas circulares en los procesos productivos del sector pesquero puede contribuir a una gestión más sostenible de los recursos marinos, mejorar la competitividad del sector y crear valor a través de la valorización de subproductos y residuos.

Este artículo tiene como objetivo explorar cómo la economía circular puede integrarse en los procesos productivos del sector pesquero para promover la sostenibilidad y crear valor. Se analizarán las principales estrategias y prácticas circulares aplicables, los beneficios potenciales y los desafíos asociados a su implementación. Además, se presentarán casos de estudio y ejemplos de éxito que ilustran cómo diversas iniciativas han logrado transformar la gestión de recursos en el sector pesquero, contribuyendo a un desarrollo económico y ambiental más equilibrado.

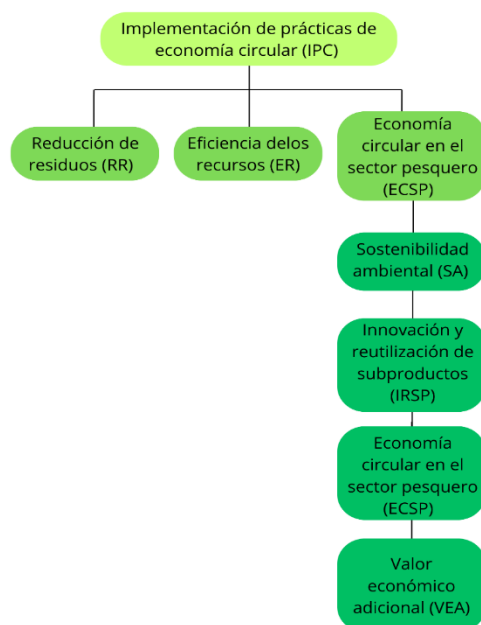
A través de este análisis, se pretende proporcionar una comprensión profunda de las oportunidades que la economía circular ofrece para el sector pesquero y cómo su adopción puede ser un motor clave para la sostenibilidad y la creación de valor en este ámbito. Se espera que esta investigación contribuya a la comprensión de este paradigma alternativo y a la identificación de estrategias para su implementación efectiva en la industria, promoviendo un futuro más sostenible y rentable para el sector pesquero.

1.1. Modelo teórico propuesto

- H1: La implementación de prácticas de economía circular en el sector pesquero reduce los residuos y mejora la eficiencia de los recursos.
- H2: La economía circular en el sector pesquero aumenta la sostenibilidad ambiental.
- H3: La economía circular genera valor económico adicional a través de la innovación y la reutilización de subproductos.

Tabla 1

Modelo Teórico propuesto con base en la economía Circular



Fuente: Elaboración propia.

2. Metodología

La presente investigación se basa en una metodología cualitativa, combinando técnicas de investigación primaria y secundaria, para evaluar de manera integral la aplicación de la economía circular en el sector pesquero. Se realizará una revisión bibliográfica de literatura científica, artículos académicos, informes técnicos y publicaciones relevantes sobre economía circular, sostenibilidad y su aplicación en el sector pesquero.

Esta revisión permitirá identificar el estado del arte en la temática, conocer las experiencias y resultados de investigaciones previas, y establecer un marco teórico sólido para el estudio. Se utilizarán herramientas como Bases de datos académicas (Scopus, Web of Science), motores de búsqueda especializados (Google Scholar)

Para evaluar el impacto de la economía circular en el sector pesquero, se utilizarán estudios de caso y análisis de datos empíricos. Los estudios de caso podrían incluir regiones o empresas que hayan implementado prácticas circulares, mientras que el análisis de datos empíricos podría involucrar la recopilación de estadísticas sobre eficiencia de recursos, indicadores de sostenibilidad y resultados económicos.

3. Resultados

El sector pesquero enfrenta numerosos desafíos que ponen en riesgo su sostenibilidad. Entre estos se encuentran la sobreexplotación de recursos marinos, la contaminación, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Además, las prácticas de pesca no sostenibles y el desperdicio de subproductos marinos contribuyen significativamente a la degradación ambiental. Estos problemas resaltan la necesidad urgente de adoptar enfoques más sostenibles y eficientes (Kurniawan, 2023).

La sobreexplotación de recursos marinos ha llevado a la disminución drástica de muchas poblaciones de peces. La falta de regulación adecuada y la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR) agravan la situación, impidiendo la recuperación de especies en peligro y afectando los ecosistemas marinos. La contaminación por desechos plásticos, productos químicos tóxicos y otros contaminantes marinos representa una amenaza grave para la vida acuática (Bhattacharya y Roychoudhury, 2023).

La acumulación de microplásticos en los océanos afecta la cadena alimentaria marina y puede tener repercusiones en la salud humana. La pérdida de biodiversidad es exacerbada por la destrucción de hábitats marinos, como los arrecifes de coral y los manglares, que son cruciales para la reproducción y el crecimiento de muchas especies marinas (El Abed y Özogul, 2023).

El cambio climático está alterando los patrones migratorios y de reproducción de muchas especies marinas debido al aumento de las temperaturas del agua, la acidificación de los océanos y la elevación del nivel del mar. Además, los eventos climáticos extremos, como huracanes y tifones, pueden destruir hábitats marinos y afectar las operaciones pesqueras.

Las prácticas de pesca no sostenibles, como la pesca de arrastre de fondo, no solo capturan especies objetivo sino también una gran cantidad de captura incidental, incluyendo juveniles y especies no deseadas. Esto reduce la capacidad de regeneración de las poblaciones de peces y afecta negativamente a otros organismos marinos (Crear *et al.*, 2023).

El desperdicio de subproductos marinos es otro problema significativo. Una gran parte de las capturas no se utiliza de manera eficiente, ya sea por descarte en el mar o por falta de procesamiento adecuado, lo que representa una pérdida significativa de recursos alimenticios y económicos. Para abordar estos desafíos, es esencial implementar medidas de gestión sostenible de la pesca, como cuotas de captura basadas en datos científicos, áreas marinas protegidas y técnicas de pesca selectivas (Sultan *et al.*, 2023).

Además, se deben promover prácticas de acuicultura sostenible, mejorar la trazabilidad y transparencia en la cadena de suministro pesquero, y fomentar la cooperación internacional para combatir la pesca INDNR. La educación y la concienciación pública también juegan un papel crucial en la promoción de un consumo responsable de productos del mar (Alvarado *et al.*, 2023).

Tabla 2

Riesgos de sostenibilidad que afecta el sector pesquero

Riesgo	Descripción
Sobrepesca	Explotación excesiva que puede agotar las poblaciones de peces
Degradación de ecosistemas	Daño a hábitats marinos por prácticas pesqueras destructivas
Cambio climático	Alteración de distribución y abundancia de especies por calentamiento y acidificación de océanos
Contaminación	Impacto negativo en ecosistemas acuáticos por polución marina
Pesca ilegal	Amenaza a la gestión sostenible por actividades no reguladas
Conflictos por recursos	Tensiones socioeconómicas por competencia entre flotas pesqueras

Fuente: Elaboración propia (2024).

Principios de la economía circular aplicados al sector pesquero

La aplicación de los principios de la economía circular en el sector pesquero puede transformar la forma en que se gestionan los recursos marinos. Algunos de estos principios incluyen:

3.1. *Diseño para la sostenibilidad*

El diseño para la sostenibilidad en el sector pesquero se centra en implementar prácticas de pesca que minimicen el impacto ambiental y aseguren la regeneración de las poblaciones de peces. Para lograr esto, se adoptan diversas estrategias y tecnologías que no solo optimizan la captura de especies objetivo, sino que también protegen los ecosistemas marinos y la biodiversidad.

El uso de artes de pesca selectivas es fundamental para reducir la captura incidental de especies no objetivo y minimizar el daño a los hábitats marinos. Las redes de enmalle, por ejemplo, pueden diseñarse con tamaños de malla específicos para permitir que los peces más pequeños escapen, mientras que los anzuelos circulares están diseñados para reducir la captura de tortugas y otras especies marinas no deseadas.

Estas artes de pesca selectivas ayudan a preservar la biodiversidad al enfocarse únicamente en las especies deseadas y permitir la liberación segura de otras (Lemke y Simpfendorfer, 2023).

Existen dispositivos y técnicas avanzadas para reducir la captura incidental, como los Dispositivos Excluidores de Tortugas (TED, por sus siglas en inglés) utilizados en la pesca de camarón, que permiten la salida de tortugas marinas capturadas accidentalmente.

Además, los Dispositivos de Reducción de Captura Incidental (BRD, por sus siglas en inglés) se pueden incorporar en las redes de arrastre para permitir la liberación de especies no deseadas y juveniles, mejorando así la selectividad y sostenibilidad de las operaciones pesqueras (Jenkins, 2023).

La designación y gestión de áreas marinas protegidas (AMP) es una estrategia crucial para la conservación de los recursos marinos. Estas áreas restringen o prohíben la pesca en zonas específicas para permitir la recuperación de las poblaciones de peces y la regeneración de los hábitats marinos. Las AMPs pueden ser implementadas en conjunto con las prácticas de pesca sostenible para crear corredores ecológicos que favorezcan la biodiversidad y la salud de los ecosistemas marinos (Gonçalves, 2023).

La implementación de sistemas de monitoreo y seguimiento, como el uso de satélites, drones y tecnología GPS, permite a los gestores pesqueros supervisar las actividades de pesca en tiempo real.

Esto facilita la identificación y prevención de la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR), garantizando que las prácticas de pesca se realicen de acuerdo con las regulaciones establecidas y contribuyendo a la sostenibilidad de las poblaciones de peces (Willette *et al.*, 2023).

Establecer cuotas de captura basadas en evaluaciones científicas es esencial para asegurar que las poblaciones de peces no sean sobreexplotadas. Estas cuotas se determinan mediante estudios de stock y modelos de gestión pesquera que consideran factores como la tasa de reproducción, el crecimiento de la población y el impacto ambiental.

Las cuotas científicamente fundamentadas ayudan a mantener las poblaciones de peces en niveles sostenibles y aseguran la viabilidad a largo plazo de las pesquerías (Bi *et al.*, 2023).

La pesca artesanal suele tener un impacto ambiental menor en comparación con la pesca industrial a gran escala. Apoyar y fomentar la pesca artesanal mediante políticas favorables, financiamiento y capacitación en prácticas sostenibles puede contribuir significativamente a la sostenibilidad del sector pesquero. Las comunidades pesqueras locales, con su conocimiento tradicional y métodos de pesca de bajo impacto, juegan un papel crucial en la conservación de los recursos marinos (Ruiz *et al.*, 2022).

La formación y la concienciación de los pescadores y las comunidades costeras sobre la importancia de las prácticas de pesca sostenible es esencial. Programas educativos que aborden la identificación de especies, el manejo de capturas y el impacto ambiental pueden promover una mayor responsabilidad y compromiso hacia la sostenibilidad. Además, la participación comunitaria en la gestión de recursos pesqueros puede fortalecer la implementación de prácticas sostenibles (Buana y Barlian, 2023).

3.2. Maximización del uso de recursos

Maximizar el uso de recursos en el sector pesquero implica aprovechar al máximo cada captura y reducir el desperdicio mediante la utilización efectiva de subproductos. Este enfoque no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también puede generar valor económico adicional. A continuación, se detallan varias estrategias y ejemplos de cómo se puede lograr esta maximización de recursos.

Una de las formas más efectivas de aprovechar los subproductos de la pesca es mediante la producción de harina y aceite de pescado. Estos productos se obtienen a partir de cabezas, espinas y vísceras, que de otro modo serían descartados.

La harina de pescado se utiliza ampliamente en la alimentación de animales, especialmente en la acuicultura, debido a su alto contenido proteico y su perfil nutricional equilibrado. El aceite de pescado, rico en ácidos grasos omega-3, se utiliza tanto en la alimentación animal como en suplementos alimenticios para humanos, lo que ayuda a mejorar la salud cardiovascular y cerebral (Raeesi *et al.*, 2023).

Además, los subproductos de la pesca pueden ser utilizados para la elaboración de productos de valor añadido como suplementos alimenticios y cosméticos. Por ejemplo, los colágenos y gelatinas extraídos de las pieles y huesos de pescado son ingredientes valiosos en la industria cosmética para la producción de cremas antienvjecimiento y productos para el cuidado de la piel. También se pueden desarrollar productos nutraceuticos que aprovechen las propiedades bioactivas de ciertos compuestos marinos, beneficiando tanto la salud humana como animal (Taroncher *et al.*, 2023).

Otra estrategia importante es el desarrollo de procesos para extraer proteínas y otros nutrientes de los desechos marinos para su uso en la alimentación animal y la agricultura. Por ejemplo, las hidrolizadas de proteínas de pescado pueden ser utilizadas como ingredientes en piensos para aves de corral, ganado y mascotas, proporcionando una fuente de proteínas de alta calidad.

Los fertilizantes orgánicos y bioestimulantes derivados de residuos marinos también pueden mejorar la productividad agrícola, promoviendo un crecimiento más saludable de las plantas y reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos (Rasool *et al.*, 2023).

La innovación en el procesamiento de productos marinos también puede contribuir a la maximización del uso de recursos. La tecnología de biorefinería, que permite la conversión de biomasa en múltiples productos valiosos, puede aplicarse a los subproductos marinos para extraer una variedad de compuestos útiles. Por ejemplo, los biopolímeros como el quitosano, derivado de los caparazones de crustáceos, tienen aplicaciones en la medicina, la agricultura y la industria alimentaria (González *et al.*, 2023).

La optimización de la cadena de suministro es otra área clave para maximizar el uso de recursos. Mejorar la logística y el almacenamiento, así como implementar tecnologías de refrigeración y congelación avanzadas, puede reducir significativamente el desperdicio de pescado fresco.

Además, el desarrollo de técnicas de procesamiento innovadoras, como la liofilización y la irradiación, puede extender la vida útil de los productos pesqueros, asegurando que más del pescado capturado llegue a los consumidores en condiciones óptimas (Thakur *et al.*, 2021).

El reciclaje y la reutilización de materiales y productos dentro del sector pesquero también contribuyen a la maximización del uso de recursos. Las redes de pesca y otros equipos pueden ser reciclados para fabricar nuevos productos, como alfombras, ropa y materiales de construcción. Esta práctica no solo reduce la cantidad de desechos marinos, sino que también disminuye la demanda de materiales nuevos y la presión sobre los recursos naturales (Koziol *et al.*, 2022).

Además, la educación y la concienciación sobre la importancia de la reducción del desperdicio y el aprovechamiento completo de los recursos pesqueros son esenciales para promover prácticas sostenibles en la industria. Programas de formación y campañas de sensibilización pueden ayudar a pescadores, procesadores y consumidores a adoptar enfoques más eficientes y responsables en el manejo de los productos marinos (Buana y Barlian, 2023).

3.3. Ciclo de vida prolongado

Prolongar el ciclo de vida de los productos pesqueros es esencial para reducir el desperdicio y mejorar la sostenibilidad en el sector. Esto se puede lograr mediante el desarrollo y la implementación de tecnologías y métodos avanzados de conservación, procesamiento, embalaje y transporte. A continuación, se presentan varias estrategias y ejemplos específicos para lograr este objetivo.

Mejorar las técnicas de conservación y procesamiento es fundamental para mantener la calidad del pescado durante más tiempo. Una de las técnicas más efectivas es la refrigeración y congelación avanzadas. La refrigeración inmediata del pescado después de la captura puede retardar el crecimiento de bacterias y enzimas que causan deterioro.

Métodos avanzados de congelación, como la congelación rápida o ultrarrápida (flash freezing), permiten que los productos pesqueros mantengan su textura y sabor originales al evitar la formación de cristales de hielo grandes que pueden dañar las células del pescado (Dhanapal y Kumar, 2023).

El uso de atmósferas modificadas (MAP, por sus siglas en inglés) es otra técnica efectiva para prolongar la vida útil de los productos pesqueros. Este método consiste en envasar el pescado en un entorno donde la composición de gases se ajusta para retardar el crecimiento microbiano y la oxidación.

Por ejemplo, la reducción del oxígeno y el aumento del dióxido de carbono en el envase pueden inhibir la proliferación de bacterias y mohos, manteniendo el pescado fresco por más tiempo (Amaral *et al.*, 2021).

La innovación en el embalaje es crucial para prolongar la frescura de los productos pesqueros. Los materiales de embalaje biodegradables y compostables, que son seguros para el medio ambiente, están ganando popularidad. Estos materiales no solo protegen el pescado de la contaminación y el deterioro, sino que también reducen el impacto ambiental asociado con los residuos de embalaje.

Además, el uso de embalajes inteligentes, que incluyen sensores para monitorear la frescura y las condiciones del producto, puede proporcionar información en tiempo real sobre la calidad del pescado, permitiendo a los minoristas y consumidores tomar decisiones informadas sobre su consumo (Mohan *et al.*, 2023).

La optimización del transporte es otra área clave para prolongar el ciclo de vida de los productos pesqueros. El desarrollo de cadenas de frío eficientes, que aseguren que el pescado se mantenga a temperaturas óptimas desde el punto de captura hasta el consumidor final, es esencial. Las tecnologías de monitoreo de temperatura y los sistemas de logística avanzada pueden ayudar a prevenir interrupciones en la cadena de frío, garantizando que el pescado llegue fresco y en buen estado (Pedro *et al.*, 2023).

Además, la implementación de técnicas de procesamiento innovadoras puede extender la vida útil de los productos pesqueros. La liofilización, por ejemplo, es un proceso que elimina la humedad del pescado mediante congelación y sublimación, produciendo un producto seco que puede rehidratarse fácilmente y tiene una vida útil prolongada sin necesidad de refrigeración. La irradiación de alimentos es otra técnica que utiliza radiación ionizante para eliminar microorganismos y parásitos, prolongando la vida útil y mejorando la seguridad alimentaria (Yehia *et al.*, 2022).

La biotecnología también ofrece soluciones prometedoras para prolongar la vida útil de los productos pesqueros. Por ejemplo, la aplicación de recubrimientos comestibles a base de biopolímeros y extractos naturales puede actuar como una barrera protectora contra la oxidación y la deshidratación, manteniendo la calidad y frescura del pescado. Estos recubrimientos pueden estar enriquecidos con antimicrobianos naturales, como aceites esenciales, que inhiben el crecimiento de patógenos (Ruelas *et al.*, 2020).

La educación y la concienciación sobre las mejores prácticas de manipulación y almacenamiento también son esenciales para prolongar la vida útil de los productos pesqueros. Capacitar a los pescadores, procesadores y minoristas sobre la importancia de mantener la cadena de frío, las técnicas de embalaje adecuadas y los métodos de conservación puede ayudar a reducir el desperdicio y asegurar que el pescado llegue a los consumidores en las mejores condiciones posibles (Speranza *et al.*, 2021).

3.4. Reciclaje y reutilización

El reciclaje y la reutilización son estrategias clave para promover la sostenibilidad en el sector pesquero, ya que permiten reducir la cantidad de residuos generados, disminuir la necesidad de nuevos materiales y aprovechar al máximo los recursos disponibles. A continuación, se amplía la información sobre cómo estas prácticas pueden ser implementadas y sus beneficios.

Una de las principales áreas de enfoque es el reciclaje de redes de pesca y otros equipos utilizados en la industria pesquera. Las redes de pesca, especialmente las de materiales sintéticos como el nylon, pueden tener una vida útil limitada, después de la cual suelen ser descartadas. Sin embargo, estas redes en desuso pueden ser recolectadas y recicladas para fabricar nuevos productos.

Por ejemplo, se pueden transformar en alfombras, ropa, calzado y otros artículos textiles. Este proceso no solo reduce la cantidad de desechos marinos, que pueden ser perjudiciales para la vida marina y los ecosistemas, sino que también disminuye la demanda de materias primas vírgenes, contribuyendo a la conservación de recursos naturales (Gilman *et al.*, 2021).

Otra iniciativa importante es el reciclaje de otros equipos y materiales utilizados en la pesca, como boyas, cuerdas, aparejos y contenedores. Estos materiales pueden ser procesados y reutilizados en diversas aplicaciones industriales y comerciales. Por ejemplo, los plásticos reciclados de estos equipos pueden ser utilizados para fabricar muebles de exterior, elementos de construcción y productos de consumo. Al fomentar el reciclaje de estos materiales, se puede reducir significativamente el impacto ambiental asociado con su producción y eliminación (Lionetto *et al.*, 2021).

El aprovechamiento de subproductos de la pesca es otro aspecto crucial del reciclaje y la reutilización en el sector pesquero. Los subproductos como las cabezas, espinas, pieles y vísceras, que tradicionalmente se consideran residuos, pueden ser transformados en productos valiosos. Por ejemplo, la harina y el aceite de pescado producidos a partir de estos subproductos se utilizan ampliamente en la alimentación animal, especialmente en la acuicultura. Además, los colágenos y gelatinas extraídos de las pieles y huesos de pescado tienen aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (Desai *et al.*, 2022).

La biotecnología ofrece oportunidades innovadoras para el reciclaje y la reutilización de subproductos pesqueros. Por ejemplo, los residuos de pescado pueden ser utilizados para producir biopolímeros como el quitosano, derivado de los caparazones de crustáceos. El quitosano tiene múltiples aplicaciones, incluyendo la fabricación de envases biodegradables, filtros de agua y productos médicos. La producción de biogás a partir de desechos orgánicos de pescado es otra aplicación prometedora, que no solo reduce los residuos sino que también proporciona una fuente de energía renovable (Raut, 2022).

La educación y la concienciación son componentes esenciales para el éxito del reciclaje y la reutilización en el sector pesquero. Es importante capacitar a los pescadores, procesadores y otros actores de la cadena de suministro sobre las prácticas sostenibles y los beneficios del reciclaje.

Programas educativos y campañas de sensibilización pueden ayudar a cambiar las actitudes y comportamientos, promoviendo una mayor adopción de estas prácticas. Además, la colaboración entre el sector privado, las organizaciones no gubernamentales y las autoridades gubernamentales puede facilitar el desarrollo e implementación de iniciativas de reciclaje efectivas (Fraj-Andrés *et al.*, 2023).

3.5. Innovación en la acuicultura

La innovación en la acuicultura sostenible puede desempeñar un papel crucial en la economía circular del sector pesquero, promoviendo prácticas que minimicen el impacto ambiental y utilicen los recursos de manera eficiente.

A continuación, se detallan diversas estrategias y ejemplos de cómo la acuicultura sostenible puede integrarse y beneficiarse de los principios de la economía circular.

La cría de especies marinas en entornos controlados, conocida como acuicultura, ofrece una alternativa sostenible a la pesca extractiva, que a menudo está asociada con la sobreexplotación de los recursos marinos. Para que la acuicultura sea verdaderamente sostenible, es esencial implementar prácticas y tecnologías que reduzcan el impacto ambiental.

Esto incluye el uso de sistemas de recirculación de acuicultura (RAS, por sus siglas en inglés), que permiten reutilizar el agua dentro del sistema, reduciendo así el consumo de agua y la liberación de desechos al medio ambiente. Los RAS también pueden controlar mejor las condiciones del agua, lo que mejora la salud y el crecimiento de los peces (Yucel-Gier *et al.*, 2019).

La integración de sistemas de acuicultura multitrófica integrada (IMTA) es una estrategia innovadora que mejora la eficiencia y reduce los residuos. En los sistemas IMTA, diferentes especies se cultivan juntas en un ciclo cerrado de nutrientes. Por ejemplo, los peces que producen desechos orgánicos pueden ser cultivados junto con moluscos y algas que utilizan estos desechos como nutrientes. Este enfoque no solo reduce los residuos y mejora la calidad del agua, sino que también diversifica la producción y aumenta la resiliencia económica del sistema acuícola (Poorbagher *et al.*, 2021).

La selección de especies cultivadas es otro factor crucial para la sostenibilidad. La cría de especies autóctonas y resistentes, que se adaptan mejor a las condiciones locales y requieren menos intervención química (como antibióticos y fertilizantes), puede minimizar el impacto ambiental. Además, el desarrollo de piensos sostenibles, utilizando ingredientes alternativos como insectos, subproductos agrícolas y proteínas vegetales, en lugar de harina y aceite de pescado, puede reducir la presión sobre las pesquerías silvestres y mejorar la sostenibilidad de la acuicultura (Johnson, 2021).

La tecnología también juega un papel importante en la innovación acuícola. La acuicultura de precisión, que utiliza sensores y sistemas automatizados para monitorear y controlar las condiciones del agua, la alimentación y la salud de los peces, puede optimizar la producción y reducir el desperdicio. Los sistemas de monitoreo en tiempo real y la inteligencia artificial pueden detectar problemas rápidamente, permitiendo a los acuicultores tomar decisiones informadas y reducir las pérdidas (Das *et al.*, 2022).

El uso de materiales sostenibles y reciclables en las infraestructuras acuícolas también es vital. Las jaulas y redes de cultivo hechas de materiales duraderos y reciclables no solo tienen una vida útil más larga, sino que también son menos propensas a contribuir a la contaminación marina una vez que se desechan. Además, los residuos generados por la acuicultura, como las cáscaras de moluscos y los desechos orgánicos, pueden ser reciclados y utilizados en otras industrias, como la agricultura (para fertilizantes) y la construcción (para materiales compuestos) (Gündüz *et al.*, 2018).

3.6. Educación y concienciación

La educación y la concienciación juegan un papel crucial en la promoción de la economía circular dentro del sector pesquero. Estas iniciativas están diseñadas para informar y capacitar tanto a los pescadores como a las empresas y consumidores sobre la importancia de adoptar prácticas sostenibles y reducir los residuos, promoviendo así un cambio cultural hacia una mayor responsabilidad ambiental.

Para los pescadores y trabajadores del sector, los programas de formación son fundamentales. Estos programas enseñan técnicas de pesca sostenible, como el uso de artes selectivas para minimizar la captura incidental y proteger los hábitats marinos. Además, capacitan en la gestión eficiente de los recursos y en la reutilización de subproductos de la pesca, como las cabezas y vísceras, para la producción de harina y aceite de pescado, entre otros productos de valor añadido (Doza *et al.*, 2022).

Las campañas de sensibilización están dirigidas a empresas y consumidores, promoviendo el consumo de productos pesqueros obtenidos mediante prácticas sostenibles. Estas campañas utilizan etiquetas y certificaciones para identificar productos responsables ambientalmente, ayudando a los consumidores a tomar decisiones informadas. Además, educan sobre los principios de la economía circular, destacando cómo pueden aplicarse en el sector pesquero para mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental (Ezdini, 2023).

La colaboración entre academia, sector privado y gobiernos es fundamental. Se establecen alianzas para la investigación, desarrollo de tecnologías innovadoras y la implementación de políticas que incentiven prácticas sostenibles. Estas acciones, respaldadas por monitoreo y evaluación continuos, aseguran que los programas educativos y de concienciación cumplan con sus objetivos y contribuyan efectivamente a la transición hacia una economía circular en el sector pesquero (Österblom *et al.*, 2020).

3.7. Colaboración y políticas públicas

La implementación efectiva de los principios de la economía circular en el sector pesquero requiere una colaboración estrecha entre gobiernos, organizaciones internacionales, la industria y las comunidades locales. Establecer políticas públicas que promuevan la pesca sostenible, incentiven la innovación y apoyen la investigación y desarrollo en tecnologías verdes es crucial para crear un entorno propicio para la economía circular.

Los gobiernos desempeñan un papel fundamental al establecer regulaciones que fomenten prácticas de pesca responsable, como cuotas basadas en la ciencia y vedas temporales para permitir la recuperación de poblaciones de peces. Además, pueden ofrecer incentivos económicos, como subsidios y exenciones fiscales, para empresas que adopten tecnologías limpias y prácticas sostenibles (Brehm *et al.*, 2022).

Las organizaciones internacionales, como la FAO, proporcionan directrices globales para la gestión sostenible de los recursos pesqueros y apoyan la implementación de estándares internacionales que protejan los océanos y promuevan la equidad en el acceso a los recursos (Zhang, 2021).

La industria pesquera y acuícola tiene el potencial de liderar la innovación tecnológica mediante la adopción de prácticas más sostenibles y la inversión en investigación y desarrollo. La colaboración entre la industria y el sector académico puede resultar en el desarrollo de métodos de pesca y acuicultura que minimicen el impacto ambiental y mejoren la eficiencia (Napier *et al.*, 2020).

Las comunidades locales, especialmente las costeras, son esenciales ya que dependen directamente de la salud de los ecosistemas marinos para su sustento. Involucrar a estas comunidades en la planificación y ejecución de políticas y proyectos sostenibles garantiza que las soluciones sean adaptadas a las realidades locales y promuevan el desarrollo económico sostenible (Sugandi *et al.*, 2022).

En conjunto, las políticas públicas deben fomentar un entorno propicio para la economía circular en el sector pesquero, asegurando que se adopten prácticas más sostenibles y se reduzca la huella ambiental. Esto incluye desde regulaciones ambientales e incentivos económicos hasta el apoyo a la educación y capacitación en prácticas responsables. Un monitoreo constante y evaluación de impacto son fundamentales para ajustar las estrategias según sea necesario y garantizar progresos continuos hacia una pesca y acuicultura más sostenibles a largo plazo (Colombo *et al.*, 2023).

Por ende, la adopción de los principios de la economía circular en el sector pesquero representa una oportunidad significativa para mejorar tanto la sostenibilidad ambiental como para generar beneficios económicos y sociales sustanciales. Este enfoque no solo se centra en la conservación de los recursos marinos, sino que también promueve prácticas que maximizan el uso eficiente de los recursos, reducen el desperdicio y fomentan la innovación en toda la cadena de valor pesquero (Barón *et al.*, 2022).

Primero, desde una perspectiva ambiental, la economía circular busca mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas marinos mediante prácticas de pesca sostenible que minimizan la captura incidental y preservan los hábitats marinos. La implementación de tecnologías avanzadas de conservación y procesamiento, junto con el uso de embalajes biodegradables y sistemas de refrigeración eficientes, contribuye significativamente a reducir la huella ambiental de la industria pesquera (Fletcher *et al.*, 2021).

En términos económicos, la economía circular ofrece oportunidades para reducir costos operativos a largo plazo al optimizar el uso de los recursos disponibles. Por ejemplo, el aprovechamiento de subproductos de la pesca, como las cabezas, espinas y vísceras, para la producción de harina y aceite de pescado no solo reduce el desperdicio, sino que también crea nuevas corrientes de ingresos y empleo en la industria. Además, el desarrollo de mercados para productos derivados de estos subproductos, como suplementos alimenticios y cosméticos, amplía las posibilidades económicas dentro del sector (Konash y Nasr, 2022).

3.8. Beneficios de la economía circular en el sector pesquero

1. Sostenibilidad ambiental

La EC ayuda a reducir la presión sobre los recursos marinos al promover prácticas de pesca sostenibles y minimizar el desperdicio. Esto contribuye a la conservación de los ecosistemas marinos y la biodiversidad, garantizando la disponibilidad de recursos para las futuras generaciones (Lakra y Krishnani, 2022).

2. Beneficios económicos

Adoptar un enfoque circular puede generar nuevas oportunidades económicas y mejorar la rentabilidad del sector pesquero. La valorización de subproductos y la creación de nuevos mercados para productos reciclados y reutilizados pueden aumentar los ingresos y reducir los costos operativos (Ismoyowati *et al.*, 2023).

3. Resiliencia y adaptabilidad

La EC puede hacer que el sector pesquero sea más resiliente y adaptable a los cambios ambientales y económicos. Al diversificar las fuentes de ingresos y reducir la dependencia de los recursos primarios, las empresas pesqueras pueden mitigar los riesgos asociados con la sobreexplotación y la variabilidad del mercado (Ouchi *et al.*, 2022).

3.9. Economía Azul y Economía Verde

Tabla 3

Economía azul y de economía verde

Enfoque Económico	Autor y Año	Contribución
Economía Azul	Gunter Pauli (2010)	Publicó "La economía azul", proponiendo un modelo económico basado en la imitación de ecosistemas naturales
Economía Verde	John Elkington (1994)	Introdujo el concepto del "triple resultado" (triple bottom line)
Economía Verde	Herman Daly (años 70)	Pionero en economía ecológica, desarrollo sostenible y economía de estado estacionario
Economía Clásica	Karl Marx (1867)	Publicó "El Capital", influyendo en el pensamiento económico
Economía Clásica	Max Weber (1905)	Publicó "La ética protestante y el espíritu del capitalismo", analizando la relación entre economía y sociedad

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1. La economía azul

Se centra en el uso sostenible de los océanos y los recursos marinos para fomentar el desarrollo económico. Este concepto fue popularizado por Gunter Pauli en su libro "The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs" (2010). Pauli aboga por un modelo económico que imita los ecosistemas naturales y utiliza recursos locales para generar empleo y sostenibilidad sin depender de subsidios.

Otro autor relevante es Charles Colgan, quien ha realizado investigaciones en economía costera y marina, destacando la importancia de las economías costeras en el desarrollo regional y la sostenibilidad marina. Kristian Teleki, director del programa de Economía Azul en el World Resources Institute, también ha contribuido significativamente, integrando la gestión sostenible de los océanos en la política económica global.

3.9.2. La economía verde

Se enfoca en reducir las emisiones de carbono, aumentar la eficiencia energética y promover el uso de recursos renovables. Este enfoque busca alinear el crecimiento económico con la sostenibilidad ambiental y la equidad social. Tim Jackson, en su libro "Prosperity without Growth: Economics for a Finite Planet" (2009), critica el crecimiento económico tradicional y promueve un modelo de prosperidad sostenible sin dependencia del crecimiento económico ilimitado.

Pavan Sukhdev, autor del informe "The Economics of Ecosystems and Biodiversity" (TEEB), se centra en la valorización económica de los ecosistemas y la biodiversidad, proponiendo la integración del capital natural en la contabilidad nacional. Herman Daly, en su libro "Steady-State Economics" (1977), introduce la idea de una economía del estado estacionario, argumentando que el crecimiento económico tiene límites y que la sostenibilidad a largo plazo es esencial.

Nicholas Stern, en “The Stern Review on the Economics of Climate Change” (2006), analiza los impactos económicos del cambio climático y la necesidad de políticas para reducir emisiones y fomentar energías renovables.

3.9.3. Casos de éxito

Existen numerosos ejemplos de iniciativas exitosas que han implementado los principios de la economía circular en el sector pesquero. Por ejemplo:

Proyectos de bioeconomía: Utilización de subproductos marinos para la producción de bioplásticos, biodiésel y otros productos biotecnológicos.

Iniciativas de reciclaje de redes: Programas de reciclaje de redes de pesca que convierten los materiales descartados en productos útiles, como ropa y accesorios.

Empresas de productos de valor añadido: Compañías que elaboran suplementos alimenticios, productos farmacéuticos y cosméticos a partir de subproductos de la pesca, generando valor añadido y reduciendo el desperdicio.

4. Discusión

4.1. Políticas Públicas

El establecimiento de políticas públicas sólidas y efectivas es esencial para fomentar la adopción de prácticas sostenibles y de economía circular en el sector pesquero. Estas políticas deben incluir incentivos fiscales y financieros que favorezcan a las empresas que implementen tecnologías y procesos sostenibles. Por ejemplo, las subvenciones para la modernización de equipos de pesca, así como créditos con tasas de interés preferenciales para inversiones en infraestructuras sostenibles, pueden ser mecanismos efectivos.

Asimismo, es crucial desarrollar marcos regulatorios que promuevan la gestión responsable de los recursos pesqueros. Esto incluye la implementación de cuotas de pesca basadas en principios de sostenibilidad, que aseguren la explotación responsable de las poblaciones de peces y eviten la sobrepesca. Las regulaciones deben también enfocarse en la gestión de residuos, promoviendo prácticas que minimicen el desperdicio y favorezcan la reutilización y el reciclaje de subproductos pesqueros.

4.2. Innovación Tecnológica

La innovación tecnológica juega un papel crucial en la transición hacia una economía circular en el sector pesquero. Invertir en tecnologías avanzadas puede mejorar significativamente la eficiencia de las operaciones pesqueras y reducir su impacto ambiental. Tecnologías como los sistemas de rastreo y monitoreo en tiempo real permiten una gestión más precisa y sostenible de las actividades pesqueras, asegurando que se respeten las cuotas y se evite la pesca ilegal.

Además, el desarrollo y adopción de equipos de pesca selectiva pueden minimizar la captura incidental de especies no deseadas, protegiendo así la biodiversidad marina. La innovación en el procesamiento de residuos es igualmente importante; tecnologías que conviertan los desechos en productos valiosos, como harina y aceite de pescado, bioplásticos, y fertilizantes orgánicos, pueden transformar los residuos en fuentes de ingresos adicionales y reducir el impacto ambiental.

4.3. Educación y Capacitación

La formación continua de pescadores y trabajadores del sector pesquero es fundamental para la implementación exitosa de prácticas de economía circular. Programas de capacitación específicos deben ser desarrollados para proporcionar conocimientos y habilidades en técnicas de pesca sostenible, gestión eficiente de recursos, y procesamiento y reutilización de residuos. Estas iniciativas educativas pueden ser impulsadas a través de colaboraciones con instituciones académicas y centros de investigación especializados.

La sensibilización sobre los beneficios económicos y ambientales de la economía circular es también esencial para motivar a los trabajadores del sector a adoptar estas prácticas. Programas de educación ambiental que resalten la importancia de la sostenibilidad y la protección de los ecosistemas marinos pueden contribuir a un cambio cultural dentro del sector, promoviendo una mentalidad de responsabilidad y conservación.

4.4. Colaboración

La cooperación entre los diferentes actores del sector pesquero es crucial para el éxito de la economía circular. Esta colaboración puede materializarse en asociaciones público-privadas, redes de intercambio de información, y proyectos conjuntos de investigación y desarrollo. La creación de plataformas de colaboración donde pescadores, empresas de procesamiento, instituciones de investigación, organizaciones no gubernamentales y gobiernos puedan compartir conocimientos, recursos y experiencias es fundamental para fomentar la innovación y las mejores prácticas.

Por ejemplo, las alianzas estratégicas entre empresas y centros de investigación pueden facilitar el desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías sostenibles. Del mismo modo, la cooperación entre diferentes regiones y países puede promover el intercambio de mejores prácticas y la adopción de estándares internacionales de sostenibilidad.

4.5. Impacto Socioeconómico y Ambiental

La adopción de la economía circular en el sector pesquero puede generar importantes beneficios socioeconómicos y ambientales. La reducción de residuos y la optimización de recursos no solo disminuyen los costos operativos, sino que también abren nuevas oportunidades de mercado. La creación de productos de valor añadido a partir de residuos pesqueros puede incrementar la rentabilidad de las empresas y contribuir al desarrollo económico de las comunidades costeras.

Desde una perspectiva ambiental, la economía circular promueve la conservación de los ecosistemas marinos y la sostenibilidad de las poblaciones de peces, asegurando la viabilidad a largo plazo del sector pesquero. La protección de la biodiversidad marina y la reducción del impacto ambiental son beneficios cruciales que contribuyen al bienestar global y la resiliencia de los ecosistemas.

5. Conclusiones

La economía circular en el sector pesquero posee un inmenso potencial para generar valor sostenible al reducir los residuos, conservar los recursos naturales y crear nuevas oportunidades económicas y sociales. Este enfoque promueve la reutilización y el reciclaje de subproductos pesqueros, minimizando así el desperdicio y maximizando la eficiencia de los recursos disponibles.

Esta transformación no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también impulsa la eficiencia económica del sector, permitiendo la creación de productos valiosos a partir de residuos, como la harina de pescado, bioplásticos y fertilizantes orgánicos. Esto reduce el impacto ambiental y abre nuevas fuentes de ingresos.

La innovación tecnológica y la adopción de prácticas sostenibles pueden transformar el sector pesquero, creando nuevas industrias y mercados. La industria de bioproductos marinos, por ejemplo, puede experimentar un crecimiento significativo, generando empleo y aumentando los ingresos en las comunidades pesqueras. Además, la formación y educación en prácticas sostenibles mejoran las competencias de los trabajadores, fomentando una mayor conciencia y responsabilidad ambiental, lo cual fortalece la cohesión social y contribuye a la creación de comunidades más resilientes y sostenibles.

Sin embargo, para maximizar los beneficios de la economía circular en el sector pesquero, es fundamental una colaboración efectiva entre todas las partes interesadas. Los gobiernos deben establecer marcos regulatorios y políticas públicas que incentiven las prácticas sostenibles, proporcionando apoyo financiero y técnico. Las empresas del sector tienen la responsabilidad de invertir en innovación y adoptar tecnologías avanzadas que promuevan la sostenibilidad. Las comunidades pesqueras deben participar activamente en este proceso, recibiendo la formación y los recursos necesarios para implementar prácticas sostenibles de manera efectiva.

La colaboración entre estos actores es esencial para facilitar el intercambio de conocimientos y recursos, impulsar la innovación y asegurar la implementación exitosa de la economía circular. En resumen, la economía circular en el sector pesquero ofrece una oportunidad significativa para generar un valor sostenible, pero su éxito depende de un esfuerzo conjunto y coordinado entre gobiernos, empresas y comunidades pesqueras. Solo a través de esta colaboración se puede asegurar que las prácticas de economía circular se implementen de manera efectiva, contribuyendo a la sostenibilidad del sector pesquero y al bienestar de las generaciones futuras.

6. Referencias

- Alvarado-Ramírez, L., Santiesteban-Romero, B., Poss, G., Sosa-Hernández, J. E., Iqbal, H. M., Parra-Saldívar, R., Bonaccorso, A. D. y Melchor-Martínez, E. M. (2023). Sustainable production of biofuels and bioderivatives from aquaculture and marine waste. *Frontiers in Chemical Engineering*, 4, 1072761. <https://doi.org/10.3389/fceng.2022.1072761>
- Amaral, R. A., Pinto, C. A., Lima, V., Tavares, J., Martins, A. P., Fidalgo, L. G., Silva, A. M., Gil, M. M., Teixeira, P., Barbosa, J., Barba, F. J. y Saraiva, J. A. (2021). Chemical-Based methodologies to extend the shelf life of fresh fish – A review. *Foods*, 10(10), 2300. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/10/2300>
- Barón Dorado, A., Giménez Leal, G. y de Castro Vila, R. (2022). Environmental policy and corporate sustainability: The mediating role of environmental management systems in circular economy adoption. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(4), 830-842. <https://doi.org/10.1002/csr.2238>
- Bhattacharya, A. y Roychoudhury, A. (2023). Microplastics in the Aquatic Environment- Effects on Ocean Carbon Sequestration and Sustenance of Marine Life. *Microplastics in the Ecosphere: Air, Water, Soil, and Food*, 189-200. <https://doi.org/10.1002/9781119879534.ch12>

- Bi, R., Collier, C., Mann, R., Mills, K. E., Saba, V., Wiedenmann, J. y Jensen, O. P. (2023). How consistent is the advice from stock assessments? Empirical estimates of inter-assessment bias and uncertainty for marine fish and invertebrate stocks. *Fish and Fisheries*, 24(1), 126-141. <https://doi.org/10.1111/faf.12714>
- Brehm, J. M., Bulengela, G. y Onyango, P. (2022). Beyond rules and regulations: understanding the cultural and social significance of beach seine fishery on lake tanganyika, Tanzania. *Maritime Studies*, 21(1), 115-130. <https://doi.org/10.1007/S40152-021-00249-8>
- Buana, Y. y Barlian, E. (2023). Fostering community engagement towards sustainability in small-scale fisheries. In *E3S Web of Conferences*, 388, 04001. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338804001>
- Colombo, S. M., Roy, K., Mraz, J., Wan, A. H., Davies, S. J., Tibbetts, S. M., Øverland, M., Francis, D. S., Rocker, M. M., Gasco, L., Spencer, E., Metian, M., Trushenski, J. T. y Turchini, G. M. (2023). Towards achieving circularity and sustainability in feeds for farmed blue foods. *Reviews in Aquaculture*, 15(3), 1115-1141. <https://doi.org/10.1111/raq.12766>
- Crear, D. P., Curtis, T. H., Hutt, C. P. y Lee, Y. W. (2023). Climate-influenced shifts in a highly migratory species recreational fishery. *Fisheries Oceanography*, 32(4), 327-340. <https://doi.org/10.1111/fog.12632>
- Das, B. K., Meena, D. K., Das, A. y Sahoo, A. K. (2022). Prospects of Smart Aquaculture in Indian Scenario: A New Horizon in the Management of Aquaculture Production Potential. In *Smart and Sustainable Food Technologies* (pp. 59-85). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1746-2_3
- Desai, A. S., Brennan, M., Gangan, S. S. y Brennan, C. (2022). Utilization of fish waste as a value-added ingredient: sources and bioactive properties of fish protein hydrolysate. In *Sustainable Fish Production and Processing* (pp. 203-225). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824296-4.00004-9>
- Dhanapal, K. y Kumar, G. P. (2023). Freezing of Fish and Fishery Products: Basics and Advancements. In *Advances in Fish Processing Technologies* (pp. 53-74). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003300595-4>
- Doza, S., Bovbjerg, V. E., Vaughan, A., Nahorniak, J. S., Case, S. y Kincl, L. D. (2022). Health-related exposures and conditions among US fishermen. *Journal of agromedicine*, 27(3), 284-291. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2021.1944416>
- El Abed, N. y Özogul, F. (2023). The risks of marine micro/nano-plastics on seafood safety and human health. In *Advances in Food and Nutrition Research*, 103, 229-271. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2022.08.004>
- Ezdini, I. (2023). Companies' actions for more sustainable consumption. *Prosperitas*, 10(1), 1-19. https://doi.org/10.31570/prosp_2022_0024
- Fletcher, C. A., St Clair, R. y Sharmina, M. (2021). Seafood businesses' resilience can benefit from circular economy principles. *Nature Food*, 2(4), 228-232. <https://doi.org/10.1038/S43016-021-00262-4>

- Fraj-Andrés, E., Herrando, C., Lucia-Palacios, L. y Pérez-López, R. (2023). Informative initiatives as a useful tool to raise awareness of food waste. An application to higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(4), 840-858. <https://doi.org/10.1108/ijshe-03-2022-0103>
- Gilman, E., Musyl, M., Suuronen, P., Chaloupka, M., Gorgin, S., Wilson, J. y Kuczenski, B. (2021). Highest risk abandoned, lost and discarded fishing gear. *Scientific Reports*, 11(1), 7195. <https://doi.org/10.1038/S41598-021-86123-3>
- Gonçalves, E. J. (2023). Marine protected areas as tools for ocean sustainability. *Blue Planet Law*, 131. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24888-7_11
- González-Camejo, J., Andreola, C., Maceratesi, V., Toscano, G., Eusebi, A. L. y Fatone, F. (2023). Biorefineries to improve water and resource recovery in the seafood-processing industry. In *Advanced Technologies in Wastewater Treatment* (pp. 127-154). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-88510-2.00002-6>
- Gündüz, H., Öztürk, F., Hamzaçebi, S. y Akpınar, M. D. (2018). The assessment of seafood processing waste. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(1), 1-5. <https://doi.org/10.18864/ASE201801>
- Ismoyowati, D., Mafruhah, I., Istiqomah, N. y Mulyani, N. S. (2023). Implementation of Reuse and Recycle Models as an Effort to Fulfill Fish Feed for Fisherman's Cage in Kedung Ombo. *Journal of Innovation and Community Engagement*, 4(1), 61-77. <https://doi.org/10.28932/ice.v4i1.5586>
- Jenkins, L. D. (2023). Turtles, TEDs, tuna, dolphins, and diffusion of innovations: key drivers of adoption of bycatch reduction devices. *ICES Journal of Marine Science*, 80(3), 417-436. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac210>
- Johnson, M. P. (2021). Farm Production Diversity in Aquaculture Has Been Overlooked as a Contributor to Sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 655346. <https://doi.org/10.3389/FSUFS.2021.655346>
- Konash, A. y Nasr, N. (2022). The circular economy and resource use reduction: A case study of long-term resource efficiency measures in a medium manufacturing company. *Cleaner Production Letters*, 3, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100025>
- Kozioł, A., Paso, K. G. y Kuciel, S. (2022). Properties and recyclability of abandoned fishing net-based plastic debris. *Catalysts*, 12(9), 948. <https://doi.org/10.3390/catal12090948>
- Kurniawan, Z. (2023). Fisheries Business Management In The Globalization Era. *Barakuda'* 45, 5(1), 114-122. <https://doi.org/10.47685/barakuda45.v5i1.371>
- Lakra, W. S. y Krishnani, K. K. (2022). Circular bioeconomy for stress-resilient fisheries and aquaculture. In *Biomass, biofuels, biochemicals* (pp. 481-516). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-89855-3.00010-8>
- Lemke, L. R. y Simpfendorfer, C. A. (2023). Gillnet size selectivity of shark and ray species from Queensland, Australia. *Fisheries Management and Ecology*, 30(3), 300-309. <https://doi.org/10.1111/fme.12620>

- Lionetto, F., Bagheri, S. y Mele, C. (2021). Sustainable materials from fish industry waste for electrochemical energy systems. *Energies*, 14(23), 7928. <https://doi.org/10.3390/EN14237928>
- Mohan, C. O., Remya, S., Sreelakshmi, K. R., Elavarasan, K. y Ravishankar, C. N. (2023). Emerging Fish Processing and Packaging Technologies: An Overview. *Advances in Fish Processing Technologies*, 75-100. <https://doi.org/10.1201/9781003300595-5>
- Napier, J. A., Haslam, R. P., Olsen, R. E., Tocher, D. R. y Betancor, M. B. (2020). Agriculture can help aquaculture become greener. *Nature Food*, 1(11), 680-683. <https://doi.org/10.1038/S43016-020-00182-9>
- Österblom, H., Cvitanovic, C., van Putten, I., Addison, P., Blasiak, R., Jouffray, J. B. Bebbington, J., Hall, J., Ison, S., LeBris, A., Mynott, S., Reid, D. y Sugimoto, A. (2020). Science-industry collaboration: sideways or highways to ocean sustainability?. *One Earth*, 3(1), 79-88. <https://doi.org/10.1016/J.ONEEAR.2020.06.011>
- Ouchi, S., Wilson, L., Wabnitz, C. C., Golden, C. D., Beaudreau, A. H., Kenny, T. A., Singh, G. G., Cheung, W. W. L., Man Chan, H. y Salomon, A. K. (2022). Opposing trends in fisheries portfolio diversity at harvester and community scales signal opportunities for adaptation. *FACETS*. <https://doi.org/10.1139/facets-2022-0048>
- Pedro, A. L., Rodolfo, R. V., Arturo, M. H. P., Nazmín, T. G. D. y Antonio, S. J. L. (2023). Cold chain relevance in the food safety of perishable products. *Foods and Raw materials*, 11(1), 116-128. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-559>
- Poorbagher, H., Rafiee, G., Rezaei Tavabe, K. y Moezzi, F. (2021). Abatement of water nutrient load in a fish culture system using the aquatic trophic levels. *Water Environment Research*, 93(12), 3011-3022. <https://doi.org/10.1002/WER.1652>
- Raeesi, R., Shabanpour, B. y Pourashouri, P. (2023). Use of fish waste to silage preparation and its application in animal nutrition. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 13(2), 79-88. <https://doi.org/10.51227/ojafr.2023.13>
- Rasool, K., Hussain, S., Shahzad, A., Miran, W., Mahmoud, K. A., Ali, N. y Almomani, F. (2023). Comprehensive insights into sustainable conversion of agricultural and food waste into microbial protein for animal feed production. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 22(2), 527-562. <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09651-6>
- Raut, P. D. (2022). Biotechnology in Waste Management. In *Emerging Trends in Environmental Biotechnology* (pp. 23-32). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003186304-3>
- Ruelas-Chacon, X., Aguilar-González, A., de la Luz Reyes-Vega, M., Peralta-Rodríguez, R. D., Corona-Flores, J., Reboloso-Padilla, O. N. y Aguilera-Carbo, A. F. (2020). Bioactive protecting coating of guar gum with thyme oil to extend shelf life of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. *Polymers*, 12(12), 3019. <https://doi.org/10.3390/POLYM12123019>

- Ruiz-Jarabo, I., Partida, B., Page, M., Madera, D., Saiz, N., Alonso-Gómez, A., Herrera-Castillo, L., Isorna, E., Alonso-Gómez, A. L., Valenciano, A. I., de Pedro, N., Saez, J. y Delgado, M. J. (2022). Economic improvement of artisanal fishing by studying the survival of discarded *Plectorhinchus mediterraneus*. *Animals*, 12(23), 3423. <https://doi.org/10.3390/ani12233423>
- Speranza, B., Racioppo, A., Bevilacqua, A., Buzzo, V., Marigliano, P., Mocerino, E., Scognamiglio, R., Corbo, M. R., Scognamiglio, G. y Sinigaglia, M. (2021). Innovative preservation methods improving the quality and safety of fish products: Beneficial effects and limits. *Foods*, 10(11), 2854. <https://doi.org/10.3390/FOODS10112854>
- Sugandi, I., Abdoellah, O. S. y Gunawan, B. (2022). Analysis of the sustainable development policies of local communities in Indonesia. *Transformasi: Jurnal Manajemen Pemerintahan*, 101-118. <https://doi.org/10.33701/jtp.v14i2.2258>
- Sultan, F. A., Routroy, S. y Thakur, M. (2023). Understanding fish waste management using bibliometric analysis: a supply chain perspective. *Waste Management & Research*, 41(3), 531-553. <https://doi.org/10.1177/0734242X221122556>
- Taroncher, M., Rodríguez-Carrasco, Y., Barba, F. J. y Ruiz, M. J. (2023). Enhancement of the antioxidant effect of natural products on the proliferation of Caco-2 cells produced by fish protein hydrolysates and collagen. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(7), 6871. <https://doi.org/10.3390/ijms24076871>
- Thakur, M., Cowan, E., Widell, K. N., Mozuraityte, R. y Slizyte, R. (2021). A multidisciplinary approach for improving resource efficiency in the Indian surimi supply chain. *Applied Sciences*, 11(22), 10984. <https://doi.org/10.3390/APP112210984>
- Willette, D. A., Ababouch, L., Barber, P. H., Bunje, P. M., Cauzac, J. P., Conchon, A., & Trenkel, V. M. (2023). Emerging monitoring technologies to reduce illegal fishing activities at sea and prevent entry of fraudulent fish into markets. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1166131. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1166131>
- Yehia, H. M., Alkhuriji, A. F., Al-Masoud, A. H., Tsiraki, M. y Mosilhey, S. H. (2022). The quality of handling and extended the shelf life and preservation of lagoon mullets fish (*Mugil cephalus*). *Food Science and Technology*, 42, e53722. <https://doi.org/10.1590/fst.53722>
- Yucel-Gier, G., Eronat, C. y Sayin, E. (2019). The impact of marine aquaculture on the environment; the importance of site selection and carrying capacity. <https://doi.org/10.4236/AS.2019.103022>
- Zhang, L. (2021). Global fisheries management and community interest. *Sustainability*, 13(15), 8586. <https://doi.org/10.3390/SU13158586>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos: El presente artículo nace en el marco del proyecto de la estrategia ambiental en el marco de la diferenciación competitiva, para la rentabilidad del sector piscícola; tesis de doctorado en Administración y de las alianzas para hacer movilizaciones doctorales en convenio de cotutela que existe entre los doctorados de Administración de la Universidad Simón Bolívar- Colombia y de la Universidad de Cádiz- España.

Agradezco al coordinador de mi pasantía doctoral por su apoyo y aportes de conocimiento dados.

AUTOR/ES:

Lisette Gabriela Maldonado Niño
Universidad Simón Bolívar, Colombia.

PhD[©] Administración de la universidad Simón Bolívar y Magister en administración e innovación, especialista en gerencia Financiera, Contador Público de profesión de la universidad Libre, investigador Junior categorizado por Colciencias, adscrita al grupo de investigación Gilocni de la Universidad Francisco de Paula Santander. Docente con 11 años de experiencia, diplomados en docencia y didáctica académica.

lisette.maldonad@unisimon.edu.co

Índice H: 4

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4920-3955>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=bmSO9aMAAAAJ&hl=es>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Lisette-Gabriela-Maldonado-Nino>

Ángel Cervera Paz

Universidad de Cádiz, España.

Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Cádiz; Licenciado en CC. Económicas y Empresariales, docente de la escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz Grupo Investigación Gestión Lean de la Producción y de la Logística Integrada Universal Hiperconectada. Áreas PAIDI: Ciencias Sociales, Económicas y Jurídicas.

angel.cervera@uca.es

Índice H: 6

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0850-7020>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202985349>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=btnLUYYAAAAJ>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Cervera-Angel>