

ECONOMÍA CIRCULAR EN LA INDUSTRIA ACUÍCOLA: INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

CIRCULAR ECONOMY IN THE AQUACULTURE INDUSTRY: INNOVATION AND SUSTAINABILITY

María Oralia Urías Rivas^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6634-3100>. Correo: maria.urias@uas.edu.mx

Lourdes Teresa Lugo Hernández²

² Universidad Autónoma de Sinaloa, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6380-5290>. Correo: lourdeslugo@uas.edu.mx

Manuel Antonio Burgos Soto³

³ Universidad Autónoma de Sinaloa, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8654-0092>. Correo: manuelbrg@outlook.es

Luis Ángel Román Urías⁴

⁴ Universidad Autónoma de Sinaloa, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3688-297X>. Correo: romanuriasluisangel@gmail.com

*** Autor para correspondencia:** maria.urias@uas.edu.mx

Resumen

La investigación destaca la relevancia de la economía circular en la industria acuícola, subrayando su papel en la innovación y sostenibilidad del sector, especialmente en la empresa Desarrollo Integral de Bacurato S.A. de C.V. (DIBSA). El objetivo es analizar cómo la implementación de la economía circular contribuye a la innovación de procesos productivos y al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental y económica en la acuicultura. La metodología adoptada fue el enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos, con un estudio, descriptivo, exploratorio y transversal. Se utilizaron cuestionarios, entrevistas semiestructuradas y observación directa para la recolección de datos, organizados en Excel, realizando un análisis descriptivo a través de tablas y gráficas. Los resultados indican que la empresa implementa prácticas sostenibles como el uso de piensos responsables, monitoreo de la salud de los cultivos acuáticos, sistemas de recirculación de agua (RAS) y tecnologías avanzadas. Estas acciones han mejorado la eficiencia y reducido el impacto ambiental. En conclusiones la adopción de principios de economía circular es fundamental para

una producción acuícola sostenible y eficiente. Las prácticas implementadas por DIBSA no solo mejoran la competitividad de la empresa, sino que también contribuyen a la conservación del medio ambiente. Se recomienda diversificar las especies cultivadas y seguir innovando en tecnologías para reducir el impacto ambiental.

Palabras clave: economía circular; acuicultura; sostenibilidad; innovación.

Abstract

The research highlights the relevance of the circular economy in the aquaculture industry, emphasizing its role in innovation and sustainability within the sector, particularly in the company Desarrollo Integral de Bacurato S.A. de C.V. (DIBSA). The objective is to analyze how the implementation of circular economy principles contributes to the innovation of production processes and the strengthening of environmental and economic sustainability in aquaculture. The adopted methodology was a mixed-methods approach, integrating both qualitative and quantitative methods, with a descriptive, exploratory, and cross-sectional study. Questionnaires, semi-structured interviews, and direct observation were used for data collection. The data were organized in Excel and analyzed descriptively through tables and graphs. The results indicate that the company implements sustainable practices such as the use of responsible feed, monitoring of aquatic crop health, recirculating aquaculture systems (RAS), and advanced technologies. These actions have improved efficiency and reduced environmental impact. In conclusion, the adoption of circular economy principles is essential for sustainable and efficient aquaculture production. The practices implemented by DIBSA not only enhance the company's competitiveness but also contribute to environmental conservation. It is recommended to diversify the cultivated species and continue innovating in technologies to further reduce environmental impact.

Keywords: circular economy; aquaculture; sustainability; innovation.

Fecha de recibido: 15/04/2025

Fecha de aceptado: 24/06/2025

Fecha de publicado: 01/07/2025

Introducción

Durante la última década, la acuicultura se ha consolidado como uno de los sectores de producción animal de más rápido crecimiento a nivel mundial, representando aproximadamente el 49% de la producción acuática total (Obirikorang et al., 2024). Sin embargo, actualmente, los ecosistemas en todo el mundo están sufriendo una rápida y severa degradación debido a múltiples factores provocados por la actividad humana, como la contaminación, la pérdida de hábitats y la introducción de especies invasoras, provocando un deterioro del planeta (Diez et al., 2025). Esto ha provocado una rápida disminución de la biodiversidad, con millones de especies amenazadas de extinción, especialmente en ambientes acuáticos (Maracle et al., 2025). Es por ello,

la importancia de las prácticas de conservación del ecosistema con una producción sostenible en el área acuícola.

Con base en lo anterior, la presente investigación se centra en analizar cómo la implementación de la economía circular en la industria acuícola contribuye a la innovación de procesos productivos y al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental y económica del sector en la empresa DIBSA, encargada de la producción, procesamiento y comercialización de especies de agua dulce, principalmente tilapia y bagre de canal. Además, agrega valor a estos productos al transformarlos en alimentos procesados como hamburguesas, chorizo y albóndigas. Cuenta con instalaciones como estanquería, laboratorio de reproducción, fileteadora, empacadora y fábrica de hielo.

Por consiguiente, se formula la interrogante: ¿Cómo impacta la adopción de prácticas de economía circular en la innovación y sostenibilidad de la industria acuícola? En este contexto, se plantea que la empresa que adopta prácticas de economía circular mejora la innovación y la sostenibilidad, incrementando la eficiencia productiva y reduciendo el impacto ambiental. En este sentido a continuación se sustenta el análisis de los principios de la economía circular, prácticas sostenible e innovación en la producción acuícola.

Alineación con los principios de la Economía Circular.

Las acciones empresariales en acuicultura están cada vez más alineadas a los principios de la economía circular, priorizando la reutilización de materiales, la valorización de residuos y la eficiencia energética. En este contexto, muchas empresas han implementado procesos que permiten recircular el agua, reducir el uso de plásticos y convertir subproductos en recursos útiles. Esta transición fortalece su sostenibilidad operativa y mejora su competitividad frente a mercados más exigentes en términos ambientales (Espinoza et al., 2025). Donde la economía circular consiste en reutilizar, reciclar, reducir y reparar en los procesos de producción para disminuir el impacto ambiental (Valdez y Canobbio 2024).

La adopción de los principios de la economía circular puede generar cambios significativos en la industria pesquera, ya que desempeña un papel clave en la alimentación y en el crecimiento económico, sin embargo, actualmente enfrenta problemas como la sobreexplotación y contaminación. Aplicar prácticas circulares ayudaría a usar mejor los recursos y dar valor a los residuos (Maldonado y Cervera 2024). Es por ello, que lograr una alta eficiencia en la producción ayuda a disminuir los costos y favorece la sostenibilidad, ya que reduce la generación de residuos y el impacto ambiental (Terreros 2025). Al sustituir recursos no renovables por insumos más sostenibles, como el uso de energía solar en sistemas de recirculación y la incorporación de materiales biodegradables en los procesos, no solo obedecen a una responsabilidad ambiental, sino también a una estrategia económica a largo plazo que busca disminuir la dependencia de recursos costosos (United Nations University, 2024). Esta tendencia forma parte de una visión global hacia una acuicultura responsable y resiliente.

Prácticas sostenibles en la producción acuícola.

A lo largo del tiempo, la producción pesquera ha tenido que afrontar diversos desafíos importantes, como la sobrepesca, los impactos ambientales y los cambios climáticos (Yee et al., 2025). Donde las prácticas de uso eficiente de recursos en la acuicultura se centran en optimizar la utilización de insumos clave, como el espacio marino, el agua, la energía y los alimentos, para maximizar la producción sin comprometer la sostenibilidad

ambiental. Dado que los recursos marinos disponibles para la maricultura están cerca de su capacidad máxima, es fundamental implementar tecnologías y métodos que reduzcan el desperdicio y mejoren la productividad, como sistemas de cultivo integrados, monitoreo constante de las condiciones ambientales y avances en alimentación sostenible (Kong y Sun, 2024).

En este sentido, monitorear la salud de los cultivos acuáticos es un desafío debido a que muchos métodos actuales son invasivos, requieren la manipulación directa de los organismos y pueden generarles estrés. Ante esto, se propone el uso de inteligencia artificial, particularmente la visión artificial, como una alternativa innovadora y no invasiva para observar en tiempo real el comportamiento, el crecimiento y otros indicadores de salud, sin necesidad de sacar a los animales del agua. Esta tecnología permite mejorar tanto el bienestar de las especies como la eficiencia del sistema productivo en acuicultura (Zhou et al., 2025).

Estudios realizados indican que la empresa implementa piensos sostenibles en la acuicultura mediante un enfoque integral que prioriza la responsabilidad ambiental y la seguridad alimentaria. Desde la cuidadosa selección de materias primas hasta la operación eficiente de su centro de investigación, la compañía busca reducir su huella ecológica y apoyar a sus clientes en la adopción de prácticas más sostenibles. Este compromiso refleja una visión estratégica en la que la sostenibilidad no es solo un objetivo, sino un principio esencial en toda la cadena de producción acuícola (Alltech Coppens, 2024).

Innovación en la producción sostenible.

La acuicultura moderna ha incorporado tecnologías emergentes como sistemas de recirculación de agua (RAS), sensores de monitoreo continuo y automatización para lograr una producción más sostenible. Estas innovaciones permiten optimizar el uso del agua, controlar la calidad del ambiente acuático y reducir el impacto ambiental, marcando una diferencia significativa frente a los métodos tradicionales. Ya que en este sector las tecnologías y la innovación es clave para la lograr la eficiencia sostenible (Terreros, 2025).

Es por ello, que esta innovación tecnológica del RAS, ayuda a reutilizar el agua y fortalecer las capacidades de adaptación frente a los efectos del cambio climático a través del uso de los sistemas multitrofos integrados (IMTA, Integrated Multi-Trophic Aquaculture), que reciclan desechos entre especies. En el ámbito de nutrición, se buscan alternativas a la harina de pescado, usando ingredientes como microalgas, bacterias e insectos. Además, se desarrollan dietas específicas por especie para mejorar la salud y productividad. En cuanto a la genética, se implementan programas de mejora selectiva y se investigan nuevas especies con alto potencial productivo, promoviendo la sostenibilidad y diversificación del sector (López, 2024).

Bajo esta perspectiva, los residuos líquidos producidos en la acuicultura pueden contaminar cuerpos de agua superficiales debido a la presencia de restos de alimento, desechos metabólicos como amoníaco y urea, así como productos farmacéuticos y otros contaminantes emergentes. Para contrarrestar estos efectos, la industria acuícola ha adoptado progresivamente los RAS, que permiten el tratamiento y la reutilización continua del agua en los tanques de cultivo (Flo et al., 2024).

En este contexto, la acuicultura con este sistema de recirculación utiliza tecnología especializada para conservar y reutilizar el agua, manteniendo condiciones adecuadas para el cultivo intensivo de peces y organismos acuáticos. Este proceso se desarrolla en tanques ubicados en espacios controlados, donde el agua pasa por filtros que retiran los residuos, al tiempo que se enriquecen con oxígeno y nutrientes esenciales.

Gracias a este enfoque, se logra una producción constante y eficiente durante todo el año, con un uso reducido de recursos hídricos y de terreno frente a los métodos tradicionales (Business Research Insights, 2025; Mnyoro et al., 2024).

Entre los beneficios de los sistemas RAS se encuentran la reducción del consumo de agua, mejor control sobre los desechos y el ambiente de cultivo, la posibilidad de ubicar las granjas cerca de los mercados para reducir la huella ambiental, y una menor probabilidad de transmisión de enfermedades o escapes de especies (Water 2024). No obstante, estos sistemas requieren una inversión considerable y una gestión cuidadosa para evitar variaciones en la calidad del agua que puedan afectar la salud de los peces y la calidad del producto final (Boffa et al., 2025).

En este estudio se abordó la problemática relacionada con la economía circular e innovación y sostenibilidad en la producción acuícola, centrándose en las prácticas implementadas por la empresa DIBSA, en Sinaloa, México, dedicada a la producción de tilapia y bagre. El cuerpo del estudio se construyó a partir de una base teórica sustentada y de campo, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. En el análisis se utilizó un software de procesamiento de datos, para organizar la información, calcular promedios y generar gráficas que facilitaron el análisis de los resultados, en cuanto el uso de alimentos provenientes de fuentes responsables, monitoreo constante de la salud de los cultivos, implementación de sistemas de recirculación de agua (RAS) para reducir el consumo hídrico y minimizar los desechos, así como el aprovechamiento e innovación de tecnologías.

Dentro del entorno productivo acuícola, se destaca que la incorporación de principios de economía circular no solo fortalece la competitividad de la empresa, sino que también contribuye a la conservación del medio ambiente. Por lo que, se recomienda diversificar las especies cultivadas, invertir en innovación tecnológica, reforzar las prácticas sostenibles existentes y establecer mecanismos de monitoreo continuo.

Materiales y métodos

Este estudio estuvo conformado por el personal operativo de la empresa DIBSA, dedicada a la producción acuícola. Dado que se trató de un estudio de caso, se trabajó con una muestra no probabilística por conveniencia, integrada por doce trabajadores directamente involucrados en los procesos productivos, quienes proporcionaron información clave para el análisis de la implementación de prácticas de economía circular en el entorno real de la empresa.

Por ende, las investigaciones que adoptan un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos, permiten captar tanto la profundidad de las experiencias como medir ciertos comportamientos y efectos. Este tipo de estudio, caracterizado como mixto, explicativo y transversal, se basa en la recolección de datos en un único momento y sin manipulación de variables, observando los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural (Acosta, 2023). Por lo tanto, los estudios que se sitúa en el nivel exploratorio, permiten aproximarse al fenómeno con el fin de conocer las características generales. En cuanto al nivel descriptivo detallan las prácticas observadas y las percepciones de los participantes y el nivel correlacional analiza posibles relaciones entre variables (Belloso y Lizardo, 2023).

En el caso de la empresa acuícola, se aplicó un enfoque mixto que combinó métodos cualitativos y cuantitativos para conocer y medir las experiencias del personal, comportamientos y resultados relacionados con la economía circular y la sostenibilidad. El estudio se llevó a cabo con un diseño explicativo y transversal, recolectando datos en un solo momento y sin manipular variables, observando los procesos productivos y las prácticas sostenibles. Además, fue exploratoria, ya que permitió inicialmente identificar y comprender las prácticas implementadas. También, descriptivo porque se describió detalladamente las características de la economía circular, su relación con la innovación y sostenibilidad en el desempeño productivo y ambiental. Asimismo, correlacional puesto que se analizó la posible correlación entre estas variables.

En relación con la recolección de datos se emplearon diversas técnicas e instrumentos que combinaron enfoques cuantitativos y cualitativos. Se aplicaron cuestionarios de opción múltiple, diseñados en formularios de Google, para recopilar datos cuantitativos sobre percepciones y conocimientos, lo cual facilitó una recopilación eficiente y organizada. Asimismo, como técnica cualitativa clave se realizaron entrevistas semiestructuradas con base en una guía previamente elaborada, permitiendo profundizar en opiniones y experiencias de los participantes, también se utilizó la observación directa, registrando comportamientos y condiciones reales mediante una tabla tipo Likert, lo que garantizó precisión y sistematización en la información recolectada. Además, para analizar los datos se organizaron mediante el programa Excel, empleando un estudio descriptivo a través de tablas y gráficas que facilitaron la visualización y comprensión de los resultados.

Resultados y discusión

La presente investigación, enfocada en la economía circular como eje de innovación y sostenibilidad en la industria acuícola, permitió identificar, a través de las entrevistas realizadas, diversas acciones y estrategias implementadas por la empresa en áreas clave como la producción, la sostenibilidad ambiental y la vinculación social. De acuerdo con los testimonios obtenidos, la empresa demuestra un compromiso integral con la mejora continua, el control de producción y la sostenibilidad. También, participa en programas de capacitación con instituciones como CONACYT ahora SECIHTI y colabora con universidades. Su impacto regional es significativo, ya que alrededor del 80% de la población local depende directamente de sus actividades. Asimismo, implementa tecnologías limpias, gestiona adecuadamente los residuos y promueve el bienestar comunitario mediante acciones en salud, educación y formación. A continuación, se presentan los resultados de las encuestas.

1. Producción Acuícola Sostenible

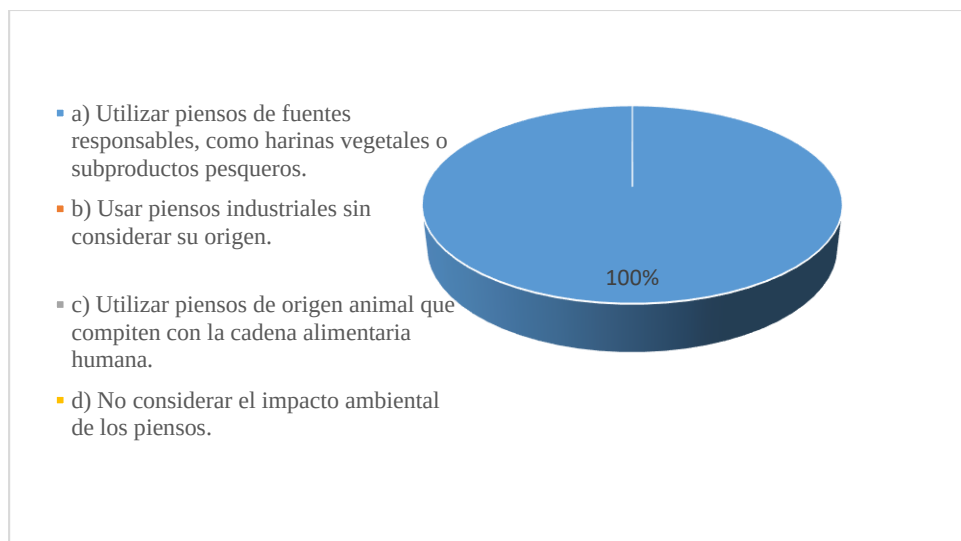


Figura 1. Pienso sostenible emplea la empresa en la acuicultura.

El figura 1 muestra que el 100% de los encuestados señala que la empresa acuícola utiliza pienso proveniente de fuentes responsables, como harinas vegetales y subproductos pesqueros. Esto refleja un compromiso con la sostenibilidad en la alimentación acuícola, priorizando insumos que minimizan el impacto ambiental y favorecen el equilibrio en los ecosistemas marinos. Ya que, en este contexto, la práctica de la acuicultura ha contribuido a ciertos efectos negativos en el entorno natural, como la acumulación de desechos orgánicos en el fondo acuático, lo que perjudica la pureza del agua y desestabiliza el ecosistema (Gualán et al., 2025).

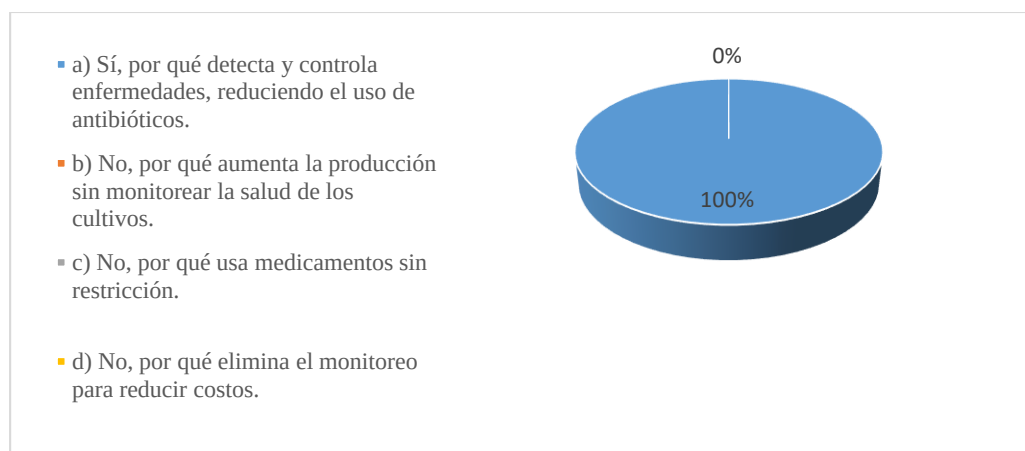


Figura 2. Monitorear la salud de los cultivos acuáticos.

El figura 2 refleja que el 100% de los encuestados indica que la empresa acuícola monitorea la salud de los cultivos acuáticos. La principal razón mencionada es la detección y control de enfermedades, lo que permite reducir el uso de antibióticos, promoviendo así prácticas más sostenibles en la producción acuícola.

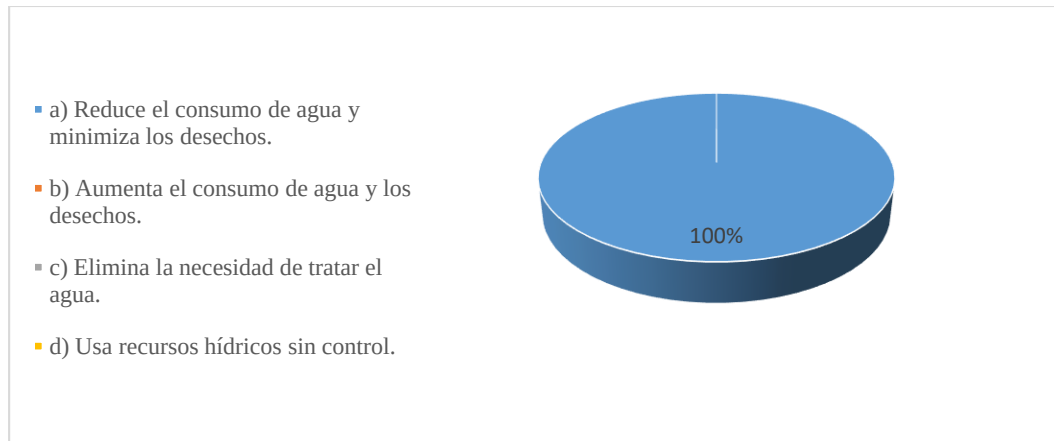


Figura 3. Implementación del sistema de recirculación de aguas (RAS) en la empresa acuícola.

El figura 3 expone que el 100% de los encuestados reconoce que la empresa acuícola implementa el sistema de recirculación de agua (RAS) como una estrategia para la sostenibilidad, destacando su efectividad en la reducción del consumo de agua y la minimización de desechos. Esto indica que la empresa adopta prácticas responsables en la gestión de los recursos hídricos, optimizando su uso y disminuyendo el impacto ambiental de la producción acuícola.

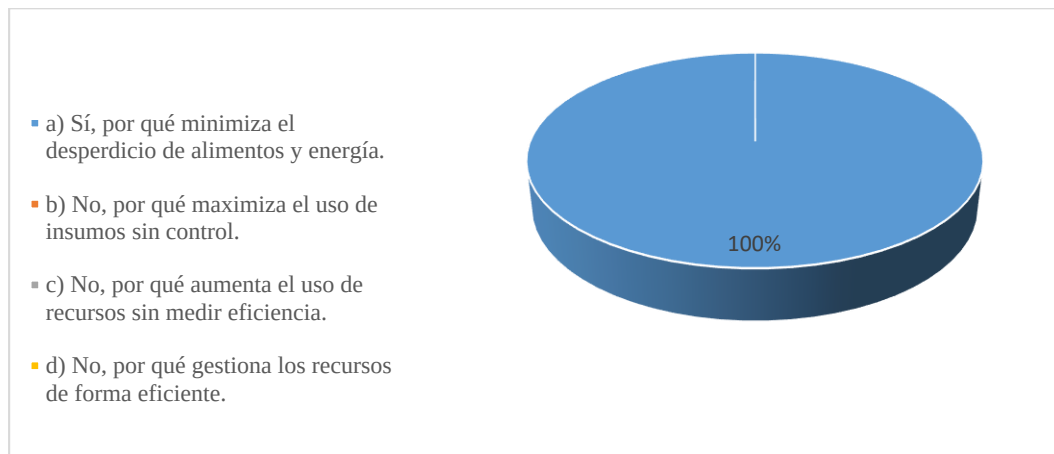


Figura 4. Prácticas de uso eficiente de recursos

El figura 4 evidencia que el 100% de los encuestados afirma que la empresa acuícola practica el uso eficiente de recursos en la acuicultura, destacando la minimización del desperdicio de alimentos y energía. Esto indica un compromiso con la sostenibilidad, optimizando el manejo de insumos para reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia en la producción.

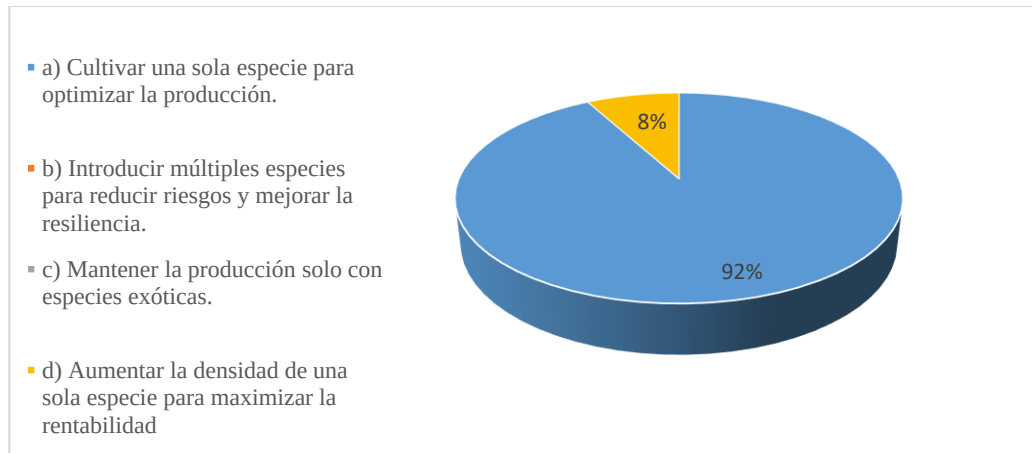


Figura 5. Prácticas de producción en la empresa acuícola.

El figura 5 exhibe que el 91.7% de los encuestados indica que la empresa acuícola cultiva una sola especie para optimizar la producción. Esto sugiere que la estrategia de la empresa se centra en la especialización en lugar de la diversificación de especies, priorizando la eficiencia y el control de los procesos productivos. Mientras que el 8.3% indica que priorizar una sola especie mejora la rentabilidad.

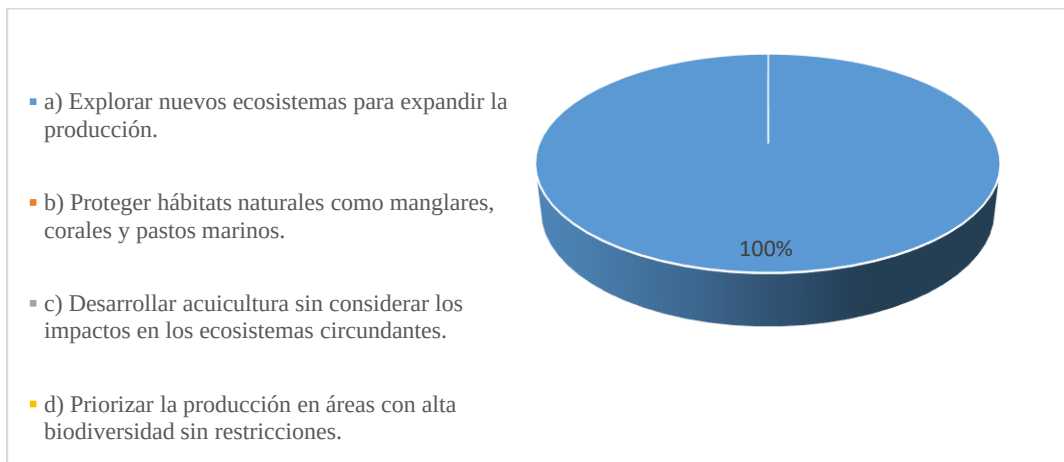


Figura 6. Prácticas de conservación de los ecosistemas.

El gráfico 6 muestra que el 100% de los encuestados indica que la empresa acuícola explora nuevos ecosistemas para expandir la producción. Esto sugiere que la estrategia de la empresa está enfocada en la búsqueda de nuevas áreas para la acuicultura, lo que puede representar oportunidades de crecimiento, pero también desafíos en términos de sostenibilidad y conservación ambiental.

2. Innovación y Tecnología

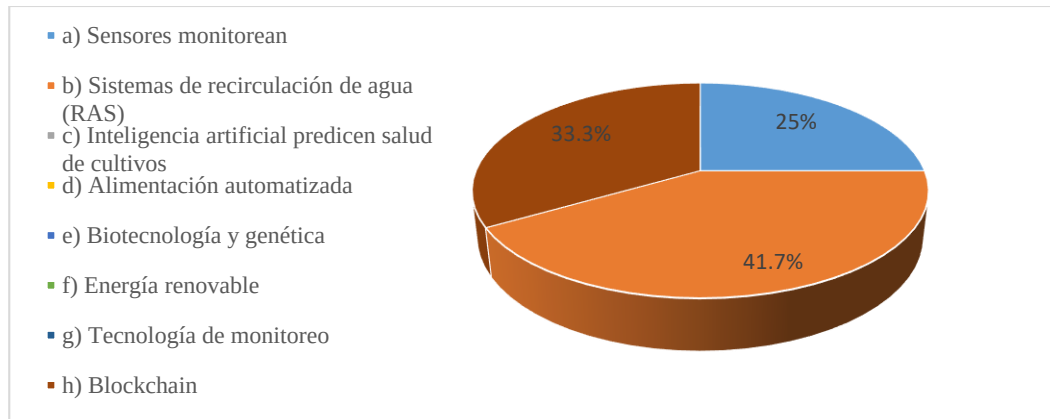


Figura 7. Uso de nuevas tecnologías para la producción sostenible en acuicultura.

El figura 7 revela que el 25%, de los encuestados señalan que las nuevas tecnologías que utiliza la empresa para mejorar la producción sostenible en acuicultura son los sensores de monitoreo ambiental, por otro lado, un 41.7% expresa que los sistemas de recirculación de agua (RAS) ayuda a reducir los desechos. Además, un 33.3% dice que blockchain, ayuda asegurar las prácticas sostenibles en cada suministro de la empresa. Estas tecnologías son esenciales para controlar la calidad del agua, reducir el uso de recursos y asegurar prácticas sostenibles en la cadena de suministro. Por lo tanto, no se reportan otras tecnologías significativas como la inteligencia artificial, sistemas de alimentación automatizados, biotecnología, energía renovable o monitoreo remoto, lo que indica que el enfoque está principalmente en el control ambiental y la trazabilidad.

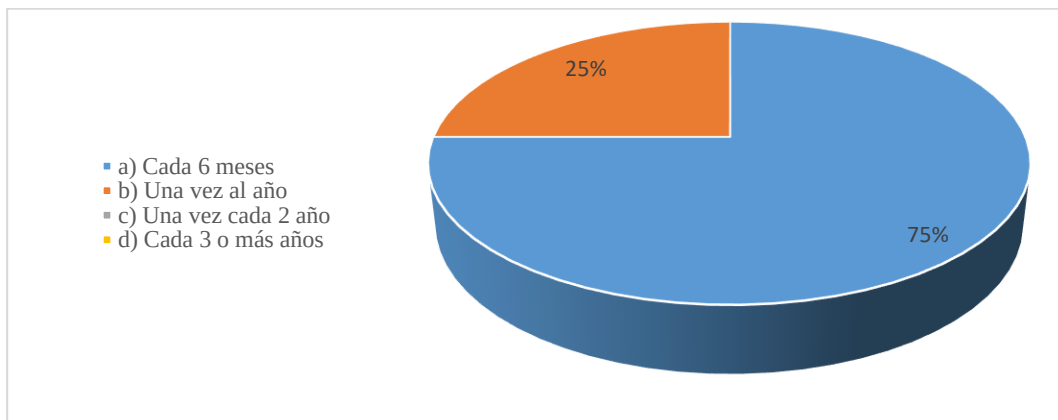


Figura 8. Frecuencia de adquisición de nuevas tecnologías para la producción sostenible en acuicultura.

El figura 8 muestra que la mayoría de los encuestados un 75%, indica que la empresa adquiere nuevas tecnologías para mejorar la producción sostenible en acuicultura cada 6 meses. Un 25% menciona que la adquisición de tecnologías ocurre una vez al año, mientras que no se reportan adquisiciones a intervalos de 2 años o más, lo que sugiere que la empresa mantiene una frecuencia relativamente alta de actualización tecnológica.

3. Prácticas Sostenibles Implementadas

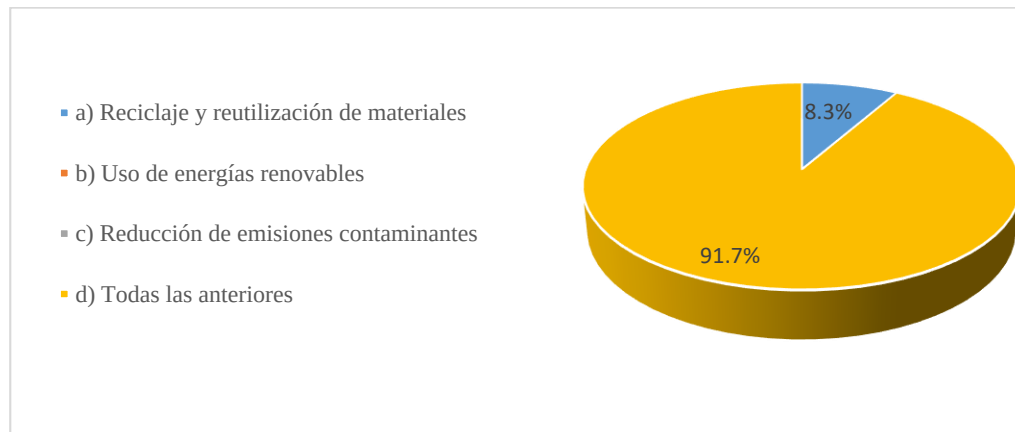


Figura 9. Prácticas sostenibles aplicadas en la producción de la empresa.

De acuerdo al figura 9 se observa que el 91.7% de los encuestados indica que la empresa aplica todas las prácticas sostenibles mencionadas en su producción, que incluyen el reciclaje y reutilización de materiales, el uso de energías renovables y la reducción de emisiones contaminantes. Esto sugiere que la empresa tiene un enfoque integral hacia la sostenibilidad, adoptando múltiples prácticas para minimizar su impacto ambiental. Solo un 8.3% menciona que se aplica el reciclaje y reutilización de materiales, lo que indica que las otras prácticas sostenibles son también de gran relevancia en la producción de la empresa.

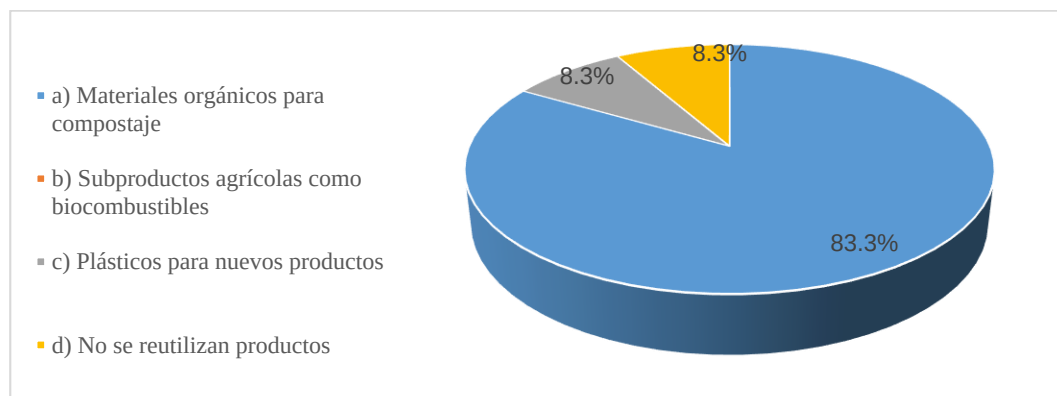


Figura 10. Tipos de productos o procesos reutilizados dentro de la empresa.

El figura 10 expone que el 83.3% de los encuestados indica que la empresa reutiliza materiales orgánicos para compostaje. En menor medida, un 8.3% señala que se reutilizan plásticos para la fabricación de nuevos productos. Esto sugiere que la empresa tiene un enfoque predominante en la reutilización de materiales orgánicos, aunque también hay algo de reutilización de plásticos en sus procesos. Con un 8.3% se también se señala la reutilización de otros productos o subproductos, esto resalta su compromiso de aprovechar los recursos lo mejor posible.

4. Alineación con los Principios de la Economía Circular

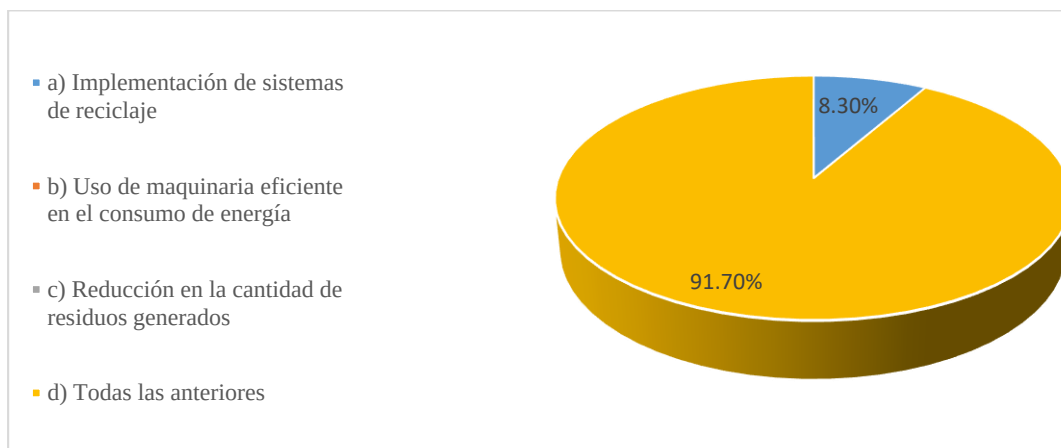


Figura 11. Acciones de la empresa para reducir el uso de recursos no renovables.

El figura 11 refleja que el 91.7% de lo encuestado expresan que la empresa implementa todas las acciones mencionadas para reducir el uso de recursos no renovables. Estas acciones incluyen la implementación de sistemas de reciclaje, el uso de maquinaria eficiente en el consumo de energía y la reducción en la cantidad de residuos generados. Esto sugiere que la empresa está adoptando un enfoque integral para minimizar su dependencia de recursos no renovables y mejorar la sostenibilidad en sus operaciones. Un 8.3% señaló que la implementación de sistemas de reciclaje es importante.

Tabla 1. Promedio general de la implementación de la economía circular e innovación y sostenibilidad.

N.0	Descripción	Porcentaje (%)
1	Piensos sostenibles empleados	100%
2	Monitoreo de la salud de los cultivos	100%
3	Implementación del sistema RAS	100%
4	Uso eficiente de recursos	100%
5	Cultivo de una sola especie	91.7%
6	Exploración de nuevos ecosistemas	100%
7	Uso de nuevas tecnologías	83.3%
8	Frecuencia de adquisición de nuevas tecnologías	75%
9	Prácticas sostenibles aplicadas	91.7%
10	Reutilización de materiales orgánicos	83.3%
11	Acciones para reducir el uso de recursos no renovables	91.7%
Promedio total		92.4%

Nota: Los datos corresponden a ítems evaluados en la empresa DIBSA en el marco del estudio.

La tabla 1 presenta un promedio general del 92.4 % en las prácticas implementadas por la empresa en relación con la economía circular, la innovación y la sostenibilidad. Este resultado evidencia un alto nivel de compromiso por parte de la organización. Esta ejecución ha permitido optimizar el uso de recursos, mejorar la eficiencia productiva y reducir el impacto ambiental, contribuyendo así a una acuicultura más sostenible y competitiva. Sin embargo, aún es necesario fortalecer otras áreas y mantenerse en constante desarrollo e incorporación de nuevos métodos y técnicas relacionados con la economía circular y la sostenibilidad, con el fin de asegurar la mejora continua de los procesos productivos.

En este escenario, la implementación de la economía circular en la empresa DIBSA ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la sostenibilidad y la innovación en la producción acuícola. El uso de piensos sostenibles, sistemas de recirculación de agua (RAS) y tecnologías de monitoreo ambiental ha permitido reducir el impacto ambiental y optimizar el uso de recursos. Estas prácticas no solo mejoran la eficiencia y competitividad de la empresa, sino que también contribuyen significativamente a la conservación del medio ambiente, alineándose con los principios de la economía circular y promoviendo un modelo de producción más responsable y sostenible.

Por lo tanto, esta teoría se confirma con el respaldo de la revisión de la literatura y la evidencia obtenida en el trabajo de campo, lo que permite afirmar que la adopción de prácticas de economía circular en la empresa impulsa la innovación y la sostenibilidad, mejora la eficiencia productiva y reduce el impacto ambiental.

Conclusiones

Las prácticas aplicadas por DIBSA reflejan un enfoque estratégico orientado a la sostenibilidad, fortaleciendo su competitividad y reduciendo su impacto ambiental. La investigación evidencia que la economía circular en la industria acuícola desempeña un papel clave al fomentar la innovación y la eficiencia en los procesos productivos. La incorporación de piensos provenientes de fuentes responsables, el monitoreo constante de la salud de los cultivos, el uso de sistemas de recirculación de agua (RAS) y la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y la automatización, permiten optimizar recursos y avanzar hacia una acuicultura más sustentable y tecnológica.

Sin embargo, la especialización en una sola especie para optimizar la producción puede limitar la resiliencia del ecosistema acuícola y aumentar los riesgos asociados con la monocultura. La exploración de nuevos ecosistemas para expandir la producción también plantea desafíos en términos de conservación ambiental. Es esencial equilibrar la expansión y la sostenibilidad para evitar la degradación de los hábitats naturales.

En este contexto, se concluye que la adopción de principios de economía circular en la acuicultura es fundamental para lograr una producción sostenible y eficiente. Las prácticas implementadas por la empresa DIBSA muestran un enfoque integral hacia la sostenibilidad, incluyendo el reciclaje y reutilización de materiales, el uso de energías renovables y la reducción de emisiones contaminantes. Estas acciones no solo mejoran la competitividad de la empresa, sino que también contribuyen a la conservación del medio ambiente.

Por consiguiente, para que la empresa continúe con la sostenibilidad, es necesario seguir innovando en tecnologías y métodos que reduzcan el impacto ambiental y promuevan la diversificación de especies. La

economía circular ofrece una vía prometedora para transformar la industria acuícola, haciendo posible una producción más responsable y resiliente.

Con base en los hallazgos obtenidos en la investigación sobre economía circular en la industria acuícola, se plantean diversas recomendaciones para fortalecer la sostenibilidad del sector. Es fundamental diversificar las especies cultivadas, lo que permite reducir los riesgos ecológicos y económicos asociados a la monocultura. Asimismo, se recomienda seguir invirtiendo en innovación tecnológica, incorporando herramientas como sensores ambientales, sistemas de recirculación de agua (RAS) e inteligencia artificial para mejorar la eficiencia operativa.

También es necesario reforzar prácticas sostenibles mediante el reciclaje, la reutilización de materiales, el uso de energías limpias y la disminución de emisiones contaminantes. La capacitación constante del personal y la sensibilización de la comunidad en torno a la economía circular juegan un papel clave, al igual que la colaboración entre empresas, centros de investigación y organizaciones ambientales para generar sinergias e impulsar soluciones innovadoras. También, se sugiere establecer sistemas de monitoreo y evaluación continua que permitan medir el impacto de las acciones implementadas y realizar ajustes estratégicos en tiempo real. Estas recomendaciones son clave para transitar hacia un modelo acuícola más responsable, eficiente y comprometido con el entorno.

Referencias

- Acosta Faneite, S. F. (2023). Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(8), 82–95. <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>
- Alltech Coppens. (2024). Alltech Coppens Sustainability Report. *Feed y Additive Magazine*, Issue 52, 98–105. https://www.feedandadditive.com/digital-magazines/Issue52_May2025/98/Feed & Additive Magazine+1aquafeed.com+1
- Belloso, G., y Lizardo, A. (2023). El proceso de investigación científica en las ciencias políticas: enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto. *Revista de artes y humanidades UNICA*, 24(51), 250-266. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10059973>
- Boffa, V., Fabbri, D., Calza, P., Revelli, D., y Christensen, P. V. (2022). Potential of nanofiltration technology in recirculating aquaculture systems in a context of circular economy. *Chemical Engineering Journal Advances*, 10, 100269. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.100269>
- Business Research Insights, (2025). Descripción general del informe de mercado, sistema integrado de recirculación de acuicultura (RAS). <https://www.businessresearchinsights.com/es/market-reports/integrated-recirculating-aquaculture-system-ras-market-108949>
- Diez, J. I., Tedesco, L., y Imaz-Harguindeguy, A. (2025). Economía circular y ambiente: una evaluación económico-financiera para la instalación de una planta de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Revista de Ciencias Ambientales*, 59(1). <https://doi.org/10.15359/rca.59-1.2>
- Espinoza-Vaca, J. S., Solis-Llerena, J. G., Aguirre Muñoz, A. A., y Frutos Pinto, J. V. (2025). Sostenibilidad y sustentabilidad agronómico y pecuario. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 7(1), 134–139. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v7i1.1370>

- Flo, V. Ø., Cavois-Rogacki, T., Hansen, J. Ø., Vigen, J., Gitlesen, T., y Lekang, O.-I. (2024). RAS-designed diets result in lower accumulation of nitrogen, phosphorus, and zinc in recirculating aquaculture system compared with traditional flow-through designed diets. *Fishes*, 9(8), 300. <https://doi.org/10.3390/fishes9080300>
- Gualán Salinas, J. M., Romero Requielme, A. J., y Sorroza Ochoa, L. S. (2025). Evaluación de un Consorcio de *Bacillus* Aisladas del Manglar de Puerto Hualtaco para Reducir la Materia Orgánica en Sedimentos Acuícolas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 6895-6910. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16376
- Kong, J., y Sun, Y. (2024). Technological progress bias and its impact on resource efficiency in China's mariculture industry. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1519162. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1519162>
- López Camarena, J. E. (2024). Futuras innovaciones en el sector acuícola. *Acta Pesquera*, 10(19). 17-25. <https://doi.org/10.60113/ap.v10i19.134>
- 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>
- Maracle, S. R., Maracle, J. T., y Loughheed, S. C. (2025). Understanding Indigenous knowledge of conservation and stewardship before implementing co-production with Western methodologies in resource management: A focus on fisheries and aquatic ecosystems. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 14(1), 75–86. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2025.141.024>
- Mnyoro, M. S., Munubi, R. N., Chenyambuga, S. W., & Pedersen, L.-F. (2024). Comparison of four different types of biomedica during start-up in a recirculating aquaculture system with rainbow trout. *Journal of Water Process Engineering*, 68, 106549. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.106549>
- Obirikorang, K. A., Quagrainie, K., Kassah, J. E., y Von Ahnen, M. (2024). Editorial: Sustainable aquaculture production for improved food security. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1485956. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1485956>
- Terreros Ponce, F. A. (2025). Eficiencia productiva en la industria camaronera del Ecuador: Influencia de factores tecnológicos y ambientales en su Competitividad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 1696-1713. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15939
- United Nations University. (2024, mayo 15). Integrating sustainability into material selection is an ethical and strategic obligation. <https://unu.edu/article/integrating-sustainability-material-selection-ethical-and-strategic-obligation>
- Valdez, I., y Canobbio Rojas, C. (2024). Economía circular en empresas exportadoras agroindustriales en Sinaloa, México: grado de implementación y desafíos. *Estudios De La Gestión: Revista Internacional De Administración*, (17), 111–136. <https://doi.org/10.32719/25506641.2025.17.6>
- Water (2024). Máxima Eficiencia: Cómo los Sistemas de Acuicultura de Recirculación Revolucionan la Cría de Peces. https://www.ewater-ras.com/es/blog/Maximizing-Efficiency-How-Recirculating-Aquaculture-Systems-Revolutionize-Fish-Farming?utm_source=chatgpt.com
- Yee-Duarte, J. A., Velázquez-Miranda, P., y Collins-Hernández, N. D. (2025). La pesca artesanal y la acuicultura como herramientas interdisciplinarias en la educación: integrando saberes tradicionales.

Revista Eduscientia. Divulgación De La Ciencia Educativa, 8(15), 212–223. Recuperado a partir de <https://www.eduscientia.com/index.php/journal/article/view/569>

Zhou, J., Wang, L., y Li, H. (2025). Machine Vision Applications for Welfare Monitoring in Aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*, 6(2), 123–130. <https://doi.org/10.1002/aff2.70036>Wiley Online Library