

# Implantación de sistemas sostenibles de gestión de la acuicultura

## Visión general

El cultivo de alimentos acuáticos como peces, mariscos y plantas acuáticas, también conocido como «[acuicultura](#)» se ha desarrollado rápidamente en las últimas décadas y se ha convertido en un componente importante de muchas economías de todo el mundo. La producción de marisco [de acuicultura ha superado recientemente a la de las capturas de peces salvajes](#) contribuyendo ahora a [más de la mitad de los alimentos acuáticos para consumo humano](#) y se espera que esa proporción aumente a casi dos tercios en 2030. A medida que aumentan tanto la población mundial como el consumo per cápita de productos del mar, [la acuicultura se ha convertido en un componente crítico](#) para aliviar parte de la presión sobre las capturas de peces salvajes y garantizar la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia de comunidades de todo el mundo.

Sin embargo, el rápido crecimiento de la acuicultura intensiva también ha tenido consecuencias ambientales, sociales y económicas negativas no deseadas que exigen un cambio hacia prácticas acuícolas más sostenibles. [Los principales problemas medioambientales](#) son la contaminación y el impacto en la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos naturales, la salinización de las aguas subterráneas, el uso de grandes volúmenes de agua dulce y la transmisión de enfermedades a la población de peces salvajes. Se necesitan medidas que garanticen que la acuicultura forma parte de la transición global hacia sistemas alimentarios equitativos y sostenibles, y no un obstáculo para la misma.

## Implantación de medidas concretas

- [Las estrategias alternativas de alimentación](#) pueden mejorar el Índice de [Conversión de Piensos](#) (IRP) y sustituir los insumos insostenibles (por ejemplo, peces salvajes) en la alimentación de la acuicultura:
  - [Proteína vegetal terrestre](#): Complementar las dietas de peces carnívoros con cereales y legumbres y sustituir el aceite de pescado por productos a base de microalgas y levaduras.
  - [Residuos de plantas de procesado de marisco](#) (p. ej., cabezas, vísceras, recortes), y añadiendo algas o levadura de etanol para aumentar el contenido proteínico de los residuos de pescado.
  - [Ingredientes disponibles localmente, baratos e infrautilizados](#) como cáscaras de fruta, salvado de cereales, insectos autóctonos o pérdidas de alimentos a lo largo de la cadena alimentaria.
  - [Fuentes alternativas de proteínas](#) como las harinas de insectos y las proteínas de origen microbiano.
- [Los sistemas de acuicultura de recirculación \(RAS\)](#) recogen y eliminan los

productos de desecho, el pienso no consumido y las bacterias del agua donde viven los peces. Esta tecnología es adecuada para sistemas interiores y exteriores basados en tanques o estanques. La tecnología RAS recicla y purifica el agua dentro de los sistemas de acuicultura, reduciendo así la necesidad de un uso excesivo de agua ([100 veces menos agua por kilo de pescado](#) que los sistemas tradicionales en tierra) y limitando el impacto negativo de la acuicultura en los ecosistemas circundantes. Además, los sistemas RAS pueden ayudar a controlar continuamente la calidad del agua de los sistemas de acuicultura, lo que reduce los riesgos de enfermedades y las necesidades de antibióticos.

- [Acuaponía](#) son sistemas que integran la acuicultura con la hidroponía, creando un sistema de circuito cerrado en el que los desechos de los peces aportan nutrientes para el crecimiento de las plantas, y éstas ayudan a filtrar y purificar el agua para los peces. Este método no sólo maximiza el uso de los recursos, sino que también promueve una relación sinérgica entre la piscicultura y el cultivo de plantas.
- [Acuicultura de precisión](#) es el seguimiento y la gestión en tiempo real de las operaciones acuícolas, para optimizar los regímenes de alimentación, controlar las condiciones ambientales y detectar problemas sanitarios con prontitud, lo que permite mejorar la eficiencia de los recursos y reducir el impacto ambiental.
- [Acuicultura multitrófica integrada \(IMTA\)](#) se refiere a enfoques más diversos y menos costosos que implican el cultivo de múltiples especies en el mismo espacio acuático, creando una relación mutuamente beneficiosa entre ellas. Por ejemplo, la piscicultura puede combinarse con el cultivo de algas y organismos filtradores. Este planteamiento mejora el reciclaje de nutrientes, reduce los residuos y fomenta un ecosistema más equilibrado dentro de los sistemas acuícolas.
- [La acuicultura en alta mar se desplaza de las zonas costeras a mar abierto](#). Los océanos abiertos tienen aguas más prístinas y corrientes más fuertes y constantes que limpian continuamente las piscifactorías de residuos y plagas. Esto proporciona a los peces de piscifactoría una salinidad y temperatura más estables, lo que los hace menos vulnerables a las enfermedades y otros factores de estrés ambiental. Sin embargo, la acuicultura en alta mar no resuelve muchos de los problemas medioambientales asociados a los sistemas costeros convencionales y debe evaluarse y aplicarse cuidadosamente junto con otras medidas de sostenibilidad.
- [La cría selectiva y el cultivo de cepas de peces genéticamente mejoradas](#) contribuyen al desarrollo de especies acuícolas con rasgos deseables, como tasas de crecimiento más rápidas, resistencia a las enfermedades y [un mejor índice de conversión de los piensos](#). Estas mejoras genéticas aumentan la eficacia general y la sostenibilidad de las explotaciones acuícolas. Sin embargo, las medidas para la cría selectiva y el cultivo de cepas de peces genéticamente mejoradas [deben estar vinculadas a una serie de medidas de acompañamiento](#) que incluyan evaluaciones económicas y de riesgos y la creación de capacidad para su gestión específica.

## Establecer medidas de gobernanza

- Distinguir entre sistemas de producción [acuícola extensivos e intensivos](#). Los sistemas

de acuicultura más intensivos tienen más repercusiones negativas en el medio ambiente, mientras que la acuicultura extensiva en estanques puede realizarse de forma más sostenible y favorecer la seguridad alimentaria y nutricional. Los [principios de la agroecología](#) pueden aplicarse para aumentar la sostenibilidad de la producción acuícola.

- Una sólida normativa nacional para el desarrollo responsable de la acuicultura basada en [las directrices técnicas de la FAO para la certificación de la acuicultura](#).
- Mejora de la promoción y el cumplimiento de las normas de bioseguridad, protección medioambiental y zonificación.
- Financiación suficiente para la investigación y el desarrollo de una acuicultura nacional que tenga en cuenta la equidad, incluida la cría de peces y la mejora de las cepas.
- Reforzar el entorno propicio y la inversión en el desarrollo de piensos sostenibles para peces y el sector de producción de piensos.
- Integrar equitativamente a los pequeños acuicultores del sector laboral informal en el sector laboral formal. La integración puede beneficiar a los pequeños productores al proporcionarles seguridad social y un mayor acceso a la financiación para ampliar su negocio.
- Cuidadosa zonificación y selección de emplazamientos para la acuicultura.
- Mejora de la gestión sanitaria de los peces, incluido el seguimiento y la vigilancia continuos de las enfermedades dentro y fuera de las fronteras nacionales, programas de vacunación público-privados, mejora de la resistencia a las enfermedades y refuerzo de la bioseguridad en criaderos y centros de reproducción.
- Desarrollo de capacidades mediante formación profesional y servicios de extensión sobre sostenibilidad para productores acuícolas/ piscicultores.
- Inversión en mejores infraestructuras para las cadenas de frío, con el fin de reducir el deterioro, como el transporte y la electricidad (preferiblemente alimentada por energías renovables).
- Garantizar el buen funcionamiento de los sistemas de datos y seguimiento.
- Mejorar la transparencia y la trazabilidad de la cadena de suministro.
- Desarrollar certificaciones y normas ecológicas obligatorias para los productores acuícolas.
- Fomentar el consumo de organismos de bajo nivel trófico (es decir, herbívoros como ostras y mejillones) entre los consumidores.

## Herramientas y sistemas MRV para hacer un seguimiento de los

## progresos

La FAO está elaborando unas Directrices para la acuicultura sostenible.

El programa de certificación Mejores Prácticas Acuícolas ofrece varios documentos de orientación relacionados con la acuicultura sostenible.

## Beneficios de la mitigación del cambio climático

[Las prácticas acuícolas sostenibles](#) mitigan el cambio climático mediante:

- [Aumento de la absorción del llamado carbono azul](#) es decir, el carbono de los ecosistemas costeros y marinos, si se combina con otras medidas como la restauración de las praderas marinas.
- Reducción de las emisiones de N<sub>2</sub>O gracias al reciclaje de nutrientes.
- Obtención de piensos a partir de cultivos agrícolas producidos de forma sostenible.
- El cambio en la dieta de proteínas animales terrestres a proteínas alimentarias acuáticas a través de la acuicultura y la pesca sostenibles puede conducir a una reducción significativa de las emisiones de GEI para los sistemas alimentarios terrestres a nivel mundial.
- El consumo de productos acuícolas producidos localmente puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los alimentos acuáticos importados con altas emisiones de GEI y largas distancias de transporte.

## Otros beneficios medioambientales

La acuicultura sostenible ayuda a [reducir la contaminación marina y limitar la degradación de los hábitats costeros](#).

## Beneficios de la adaptación

- Prácticas acuícolas sostenibles, como el uso de sistemas de recirculación y [enfoques multitrofos integrados](#) pueden [mejorar la resistencia de los sistemas de acuicultura a los retos relacionados con el clima](#) garantizando la continuidad de la producción de alimentos.
- La acuicultura también puede [reducir la presión sobre los ecosistemas marinos](#) de la pesca y [contribuir](#) a la conservación de los ecosistemas.

## Otros beneficios del desarrollo sostenible

- [Seguridad alimentaria mundial](#) mejorada: La acuicultura sostenible es una forma eficiente de producir alimentos nutritivos y ricos en proteínas. Si los sistemas de acuicultura en tierra se despliegan cerca de las zonas urbanas, pueden mejorar la

seguridad alimentaria y la nutrición urbanas.

- [Conservación de los hábitats acuáticos y marinos y de la biodiversidad](#):
  - Adoptar métodos sostenibles ayuda a minimizar la huella ecológica de la acuicultura, garantizando que los ecosistemas acuáticos se mantengan sanos y resistentes. Esto es crucial para la salud a largo plazo de los entornos marinos y de agua dulce.
  - La acuicultura sostenible puede ayudar a aliviar la presión sobre la pesca natural proporcionando una fuente alternativa y controlada de marisco. Esto es esencial para mantener la salud y la biodiversidad de los océanos y las masas de agua continentales.
  - Los métodos sostenibles de producción acuícola integrada pueden incluso ayudar a restaurar la función de los ecosistemas, por ejemplo plantando manglares en los diques de los estanques y mejorando la biodiversidad de los ecosistemas.
- Mejora de [oportunidades económicas y medios de subsistencia](#): La acuicultura es un importante motor económico, especialmente en las comunidades costeras y rurales. Las prácticas sostenibles no sólo contribuyen al bienestar económico de quienes participan directamente en la acuicultura, sino que también apoyan a las industrias relacionadas, como la transformación, el transporte y la comercialización.
- [Equidad social y bienestar comunitario](#): Las prácticas acuícolas sostenibles dan prioridad a las consideraciones sociales, incluida la distribución equitativa de los beneficios, las prácticas laborales justas y seguras y la participación de la comunidad. Al fomentar la equidad social, la acuicultura responsable contribuye al bienestar general de las comunidades, creando un impacto positivo tanto en los individuos como en la sociedad.
- Equidad de género: Dado que las mujeres desempeñan un papel significativo en la producción acuícola mundial, la acuicultura sostenible tiene un alto potencial para apoyar la independencia económica de las mujeres como agentes a pequeña escala.
- [Consumo sostenible](#): La adopción de prácticas acuícolas sostenibles no sólo responde a las expectativas de los consumidores -cada vez más orientados hacia opciones más sostenibles-, sino que también abre oportunidades de acceso al mercado mediante certificaciones y etiquetas que denotan una producción responsable y respetuosa con el medio ambiente.

## Principales retos de implantación y posibles externalidades negativas y compensaciones

- [Elevados costes de implementación](#): La aplicación de prácticas acuícolas sostenibles suele implicar importantes inversiones iniciales en tecnologías como los sistemas de acuicultura asistida por ordenador, equipos de precisión y fórmulas sostenibles de alimentación animal. Esta barrera financiera puede ser un reto para los pequeños

agricultores o las explotaciones con recursos limitados.

- **Complejidad técnica:** Algunas prácticas sostenibles, como la acuicultura de precisión y la genética avanzada para la cría selectiva, requieren conocimientos especializados y experiencia técnica. Los pequeños agricultores o los agricultores tradicionales pueden tener dificultades para adoptar y adaptarse a estas sofisticadas tecnologías, lo que limita su aplicación generalizada.
- **Disponibilidad limitada de piensos alternativos:** Aunque existe un interés creciente por sustituir la harina de pescado tradicional por fuentes proteínicas alternativas en los piensos acuícolas, la disponibilidad generalizada y la rentabilidad de estas alternativas siguen siendo un reto. Aumentar la producción de piensos alternativos (como harinas de insectos o proteínas vegetales) para satisfacer la demanda de la industria acuícola puede llevar tiempo.
- **Gestión de enfermedades:** Las prácticas acuícolas intensivas, sobre todo en sistemas cerrados, pueden crear condiciones propicias para la propagación de enfermedades. Los brotes de enfermedades suponen un riesgo importante para la sostenibilidad de las explotaciones acuícolas, por lo que se necesitan estrategias eficaces de gestión de enfermedades que equilibren las preocupaciones medioambientales con la necesidad de controlar las enfermedades.
- **Desafíos de certificación:** Aunque sistemas de certificación como el [Consejo de Administración de la Acuicultura \(ASC\)](#) y [Buenas Prácticas Acuícolas \(BAP\)](#) tienen como objetivo promover la sostenibilidad, conseguir y mantener la certificación puede resultar difícil y costoso para algunos productores. El cumplimiento de normas rigurosas puede exigir esfuerzos administrativos adicionales y disuadir a algunos productores de participar. A los pequeños productores acuícolas puede resultarles especialmente difícil cumplir los requisitos de certificación, lo que bloquea su acceso a los mercados de los países industrializados.
- Los sistemas acuapónicos pueden carecer de rentabilidad económica y resultar menos atractivos para las grandes explotaciones industriales; sin embargo, estos sistemas pueden ser adecuados para pequeñas explotaciones agrícolas con acceso a tecnología de análisis de agua y electricidad.
- **Sobrepesca:**
  - Para producir peces carnívoros tan populares como el salmón o la lubina, se capturan grandes cantidades de peces forrajeros más pequeños y se transforman en harina de pescado (es decir, pescado molido) y aceite de pescado. Algunos peces forrajeros están siendo sobreexplotados en el proceso, lo que tiene implicaciones para toda la red alimentaria.
  - Junto a los efectos negativos sobre la red trófica, y como consecuencia de ellos, la sobrepesca amenaza especialmente la seguridad alimentaria y nutricional de las comunidades costeras que dependen de los productos de la pesca.
- La pesca de peces pequeños para la alimentación de la acuicultura también agrava la

inseguridad alimentaria de las comunidades locales donde se produce, ya que los peces capturados son de calidad alimentaria y pueden constituir importantes fuentes de proteínas para las poblaciones locales.

- Riesgos de la acuicultura marina:

- Escape de especies no autóctonas o peces modificados genéticamente: competencia por el alimento y el hábitat entre los peces de piscifactoría escapados y las especies autóctonas. Impacto potencialmente negativo en la diversidad genética de la población local de peces si los peces de piscifactoría escapan y se reproducen con especies salvajes.
- La contaminación del medio acuático por el uso de medicamentos (por ejemplo, antibióticos, hormonas, anestésicos, pigmentos o vitaminas utilizados para controlar la salud de la población de peces de piscifactoría) y herbicidas (utilizados para controlar el crecimiento de algas en los corrales de red) produce efectos negativos en la biodiversidad acuática local y la vida marina.
- Contaminación del medio acuático por nutrientes procedentes de las aguas residuales de los peces (por ejemplo, desechos de pescado o restos de piensos): Esto puede provocar el agotamiento del oxígeno en el agua, lo que puede estresar o matar a las criaturas acuáticas. Además, los nutrientes se hunden en el fondo del océano, donde pueden afectar a la biodiversidad.
- Introducción de nuevas enfermedades y parásitos por las poblaciones de peces: Los peces hacinados en redes o corrales son más susceptibles al estrés, lo que puede fomentar enfermedades y parásitos que luego pueden propagarse a las especies salvajes.

- Desventajas de la acuicultura en tierra:

- Intensidad energética:
  - Algunas prácticas sostenibles, en particular las que implican sistemas intensivos de recirculación, pueden consumir mucha energía. Los requisitos energéticos para mantener la calidad del agua y regular las condiciones medioambientales pueden aumentar los costes operativos y contribuir a la huella de carbono global de las operaciones acuícolas.
  - Los sistemas de producción como el RAS y la acuaponía requieren un acceso constante a la electricidad. En muchas comunidades rurales, el acceso a la electricidad es inexistente o esporádico, lo que debilita el sistema de producción y lo hace inviable.
- Conversión, destrucción y agotamiento de los ecosistemas terrestres:
  - América del Sur experimenta altas tasas de deforestación para adecuar la tierra a la producción de soja que se utiliza como alimento para peces. El cambio a piensos alternativos, predominantemente vegetales, puede incluso

aumentar las preocupaciones medioambientales relacionadas con el cambio de uso de la tierra para la producción de materias primas.

- En todo el mundo, los manglares son sustituidos por instalaciones para la cría de camarones en aguas costeras saladas.
- [Conflictos por el uso de la tierra y el agua](#): Puede surgir competencia por los recursos terrestres e hídricos, sobre todo en zonas con alta densidad de población o donde la acuicultura compite con otros usos del suelo. Equilibrar las necesidades de la acuicultura con las de otros sectores, como la agricultura y la conservación, puede resultar complejo y dar lugar a conflictos sobre la asignación de recursos.

## Medidas para afrontar los retos y las externalidades negativas y compensaciones

- Muchos de los retos mencionados pueden superarse creando unas condiciones marco favorables a las prácticas acuícolas sostenibles. Esto incluye el apoyo técnico y financiero a los pequeños productores, la investigación y el desarrollo relacionados con la salud de las poblaciones y los piensos alternativos para peces, la zonificación adecuada y la selección de los lugares de producción o la mejora de la aplicación de la legislación nacional pertinente. Véase [Medidas de gobernanza](#).
- Los sistemas de acuicultura cerrados en tierra pueden evitar algunos de los efectos negativos de la acuicultura marina, como la contaminación mínima del medio ambiente local por residuos y nutrientes, la ausencia de escapes de peces y la propagación limitada de enfermedades. Sin embargo, pueden consumir grandes cantidades de agua dulce, compitiendo con otros usos y ecosistemas naturales.
- Las explotaciones acuícolas sostenibles deben [aumentar la eficiencia](#) (por ejemplo, reduciendo el uso de energía en las granjas; cambiando a fuentes de energía de bajas emisiones; utilizando o reutilizando materiales duraderos y de bajas emisiones para las infraestructuras de cultivo) y reducir los aportes de nutrientes y los residuos que provocan emisiones de gases de efecto invernadero, al tiempo que se trabaja por la neutralidad de carbono utilizando biocombustibles y fuentes de energía limpia para alimentar las operaciones en las granjas.

## Costes de implementación

- Las prácticas acuícolas sostenibles suelen conllevar [importantes costes de inversión inicial](#). Sin embargo, no se dispone de estimaciones de los costes de aplicación de prácticas específicas de acuicultura sostenible.

## La intervención en la práctica

- Desde 2017, en las tierras altas de Madagascar, una región con mayor inseguridad alimentaria y nutricional, el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ), a través de la GIZ, apoya a los productores de arroz para que integren la

piscicultura en sus explotaciones. La piscicultura de arroz permite añadir directamente la producción piscícola a los arrozales existentes. Mediante cursos de formación y ejemplos prácticos, los arroceros aprenden a identificar los arrozales adecuados, a utilizarlos de forma óptima para la cría de arroz y peces y a producir alevines de calidad. La aplicación de fertilizantes y pesticidas está prohibida, ya que los peces se alimentan de caracoles e insectos, mientras que los desechos de los peces aportan nutrientes. Por término medio, los cultivadores de arroz en el programa pudieron cosechar 50 kilos de pescado además de la cosecha de arroz, y la producción de arroz aumentó entre un 10% y un 20%.

- En el este de Canadá, la empresa [Cooke Aquaculture Inc.](#) está aplicando la acuicultura multitrófica integrada con el apoyo de la Universidad de Nuevo Brunswick. La empresa cría especies de distintos niveles de la cadena alimentaria de forma integrada. Los mejillones azules y las algas se crían río abajo de los criaderos de salmón. Los mejillones se alimentan de los desechos del salmón, mientras que las algas absorben nutrientes inorgánicos. Los erizos y los pepinos de mar consumen partículas más grandes del fondo oceánico. El salmón y los mejillones se venden como alimentos, mientras que las algas se utilizan en restaurantes y en la fabricación de cosméticos.

## References

1. Ahmed, N. et al. (May 2017). Can greening of aquaculture sequester blue carbon? *Ambio*, 46(4), 468-477. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5385666/>
2. Cho, R. (2016, April 13). Making Fish Farming More Sustainable. <https://news.climate.columbia.edu/2016/04/13/making-fish-farming-more-sustainable/>
3. HLPE (2023). *Reducing inequalities for food security and nutrition*. Rome, CFS HLPE-FSN. Available from <https://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/insights/news-insights/news-detail/reducing-inequalities-for-food-security-and-nutrition/en>.
4. Jones, A. R. (February 2022). Climate-Friendly Seafood: The Potential for Emissions Reduction and Carbon Capture in Marine Aquaculture. *BioScience*, 72(2), 123-143. <https://academic.oup.com/bioscience/article/72/2/123/6485038>
5. Khan, R. (2023). Sustainable Aquaculture Practices for Food Security and Livelihoods. *International Journal of Agro Studies and Life Sciences*, 2(2), 7-13. <https://edupublications.com/index.php/ijasls/article/view/57>
6. Ragasa, C. et al. (February 2022). Sustainable aquaculture development in sub-Saharan Africa. *Nature Food*, 3, 92-94. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00467-1>