

IMPACTO AMBIENTAL EN LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA DE JAULAS FLOTANTES

Walter Merma Cruz

Universidad Nacional de Moquegua- Perú
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera
Ciudad de Ilo – Moquegua
ID Scopus: 60122402
<https://orcid.org/0000-0003-3742-6235>

Ronald Ernesto Callacondo Frisancho

Ciudad de Ilo – Moquegua
<https://orcid.org/0000-0001-9619-3668>

Jhoel Cristian Cotrado Zapana

Ciudad de Ilo – Moquegua
<https://orcid.org/0009-0004-0016-3608>

Lucy Goretti Huallpa Quispe

Universidad Nacional de Moquegua- Perú
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
Ciudad de Ilo – Moquegua
<https://orcid.org/0000-0001-7260-2148>

Alfredo Maquera Maquera

Ciudad de Ilo – Moquegua
<https://orcid.org/0000-00033-058-0344>

Elvis Alberto Pareja Granda

Universidad Nacional de Moquegua- Perú
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera
Ciudad de Ilo – Moquegua
<https://orcid.org/0000-0002-1266-7115>

Patricia Matilde Huallpa Quispe

Ciudad de Tacna
<https://orcid.org/0000-0003-1456-2015>

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Brígida Dionicia Huallpa Quispe

Ciudad de Tacna

<https://orcid.org/0000-0002-9729-7482>

Sucy Alicia Caballero Apaza

<https://orcid.org/0000-0002-9719-1258>

Resumen: El objetivo de este trabajo es describir las mitigaciones que se deben considerar después de que se ponga en uso y difunda el proyecto de innovación: “DESARROLLO DE UN SISTEMA TECNOLÓGICO DE JAULAS FLOTANTES EN EL MAR PARA EL CULTIVO DE PECES MARINOS, EN EL LITORAL DE ILO”, ejecutado por docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Moquegua, en base a la contrastación de diferentes trabajos científicos, relacionados al tema de impactos ambientales producidos por el cultivo en jaulas flotantes, en ambientes costeros marinos y así obtener conclusiones, que permitan ser aplicados por pescadores, acuicultores o empresarios que deseen incursionar en esta actividad.

Si bien es cierto, que los cultivos de peces marinos en jaulas flotantes son insignificantes en el Perú, en sus regiones no existe evidencia científica que respalden futuros trabajos para este tipo de acuicultura y sus impactos generados por la piscicultura sobre los ecosistemas marinos. Sin embargo, debido al crecimiento de esta actividad en otros países, si le dan especial atención donde existe abundante información bibliográfica. Las causas y las fuentes de contaminación que los producen han sido descritos en varios trabajos. Aquí se analizan las más importantes investigaciones sobre el impacto ambiental de las jaulas flotantes marinas y se extraen conclusiones que beneficien al sector pesquero y acuícola.

Palabras clave: Impacto ambiental, jaulas flotantes, alimento balanceado

INTRODUCCIÓN

La maricultura inicia su desarrollo en el Perú en la década de 1970, cuando se instala la primera camaronera en Tumbes, sin embargo, desde el año 2000, el cultivo de moluscos se ha desarrollado mucho más en relación a otros

cultivos, seguido por el cultivo de macroalgas y el cultivo de peces. Entre los años 2000 y 2009 la maricultura creció con una tasa anual del 20.86%, desarrollándose principalmente en el Norte del país. No obstante, esta actividad no alcanza su máximo desarrollo y sostenibilidad, por diferentes problemas, entre ellos la contaminación, la inversión en nuevas técnicas sostenibles y la falta de semilla (Benites, 1987).

En los últimos años, la actividad acuícola ha tomado gran valor tecnológico en el sur del Perú, desarrollándose numerosos proyectos destinados a la reproducción de especies de gran interés comercial y valor nutritivo como la corvina, lenguado, sargo, erizo, machas, etc. Investigaciones desarrolladas en acuicultura marina y en particular en el cultivo de peces de alto valor nutricional en jaulas flotantes, tienen el potencial de nutrir de manera equitativa al mundo, sin embargo, su elevado costo los hace poco asequibles a quienes más los necesitan (PRODUCE, 2020).

Los análisis estadísticos demuestran la gran contribución de la acuicultura al suministro mundial de pescado, crustáceos y moluscos, la cual continúa creciendo, ya que desde 1970 a 2002 la producción mundial aumentó de un 3.9 por ciento a un 29.9 por ciento. Este crecimiento es el más rápido conseguido en el sector de producción de alimentos de origen animal (FAO, 2009).

Las jaulas flotantes, son un excelente medio para cultivo de peces que se adaptan fácilmente al cautiverio, por lo cual la acuicultura marina se viene desarrollando intensamente en diferentes espacios marinos en los litorales costeros del mundo. Sin embargo, la acuicultura en jaulas flotantes debe tener en consideración el realizar monitoreos que permitan conocer el grado de impacto generado al medio ambiental, así tomar medidas de mitigación para estas situaciones. Es así que, el desarrollo tecnológico del cultivo

en jaulas flotantes en regiones oceánicas y costeras, ha contribuido al rápido crecimiento del cultivo de peces marinos durante la última década, sobretodo en Asia, Europa y Australia (Aguado, Garcia, & Piedecausa, 2007).

Las costas del litoral de Ilo, no son la excepción en cuanto a crecimiento acuícola se refiere. En los últimos 4 años, se han desarrollado proyectos que apuestan por el cultivo de peces en jaulas flotantes. La Universidad Nacional de Moquegua en cumplimiento con su compromiso social y económico culminó satisfactoriamente con el diseño y funcionamiento del sistema de jaulas flotantes. El desarrollo económico, dependerá del buen funcionamiento y desarrollo sostenible que se practique en posteriores proyectos. Por tal motivo, la importancia de cuantificar el grado de impacto ambiental provocado por esta actividad, con el fin de tomar las acciones correspondientes, sin afectar el crecimiento económico.

El litoral de Ilo en la región Moquegua, presenta características oceanográficas que le dan una ventaja frente a otras regiones costeras. Por tal razón, la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Moquegua en su rol de autoridad en temas de acuicultura, ha iniciado la exploración de nuevas formas de producción piscícola lo que le ha permitido obtener un prototipo funcional que abre camino para desarrollar una alternativa que genere recursos pesqueros de manera sostenible, contribuyendo a la seguridad alimentaria y generando puestos de trabajo. Esto contribuye a que se aproveche de manera sosteniblemente, áreas en el mar donde se pueda cultivar especies las cuales puedan ser disponibilizadas para la población. Este tipo de tecnologías se hacen necesarias de implantar en la región, además de brindar capacitación a aquellos interesados en aprender estas técnicas acuícolas que abren oportunidades de empleo y la obtención de

alimentos de calidad (Merma, 2022).

Por otro lado, es importante mencionar que los cultivos en jaulas flotantes, pueden generar impactos en el área donde se encuentran instaladas, como por ejemplo eutrofización, enfermedades virales y bacterianas, cambios en la diversidad ecosistémica de la zona y acumulación de sedimentos y materia orgánica. Si no se lleva un monitoreo y control apropiado de estos cultivos, se podrían generar conflictos relacionados al uso apropiado del ecosistema, es por esta razón que se hace imprescindible hacer estudios previos de la zona de cultivo buscando la posibilidad de cultivar organismos como los filtradores que permiten disminuir la concentración de materia orgánica.

BASES TEÓRICAS

MARICULTURA

El mar del sur del Perú que baña las costas de Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna alberga una gran variedad de especies como: la corvina, el lenguado, y la lisa, que son fuente de alimentación para los habitantes de las mencionadas regiones. El presente estudio, es un planeamiento estratégico para el desarrollo de la maricultura en la región sur, que propone estrategias necesarias para hacer de esta una actividad sostenible y rentable en nuestro país. Los consumidores demandan con creciente frecuencia productos cuyo proceso de elaboración sea sostenible. La maricultura se presenta como una actividad en crecimiento, por medio de la cual las especies marinas son cultivadas en el mar, de manera que el recurso es creado y explotado. Empezando por el análisis de la situación mundial de la maricultura, para luego examinar nuestra realidad y finalizar con el estudio de la costa sur (Horst & Landa, 1987).

GENERALIDADES

Las especies que más se han cultivado por medio de la maricultura son, entre otras, el camarón, el salmón y los ostiones, las cuales son cultivadas desde su fecundación. También existen operaciones que involucran granjas en las cuales se capturan ejemplares de pescado jóvenes, con el fin de mantenerlos en jaulas durante el proceso de engorde. De esta última forma es como se desarrolla, en la gran mayoría de casos, la maricultura de atún (Baltazar, 2014).

SALMONICULTURA

Hasta el momento, la salmonicultura ha sido el tipo de maricultura de pescado más común. El país pionero de la actividad fue Noruega, motivo por el cual también es su mayor productor; el segundo lugar es para Chile, donde esta actividad ha motivado una alta inversión de capital y ha generado muchos empleos. Sin embargo, generando al mismo tiempo un alto costo ambiental y de la salud de las personas por no implementar las medidas sanitarias adecuadas. La salmonicultura es una actividad muy importante en Canadá, Estados Unidos y Escocia; donde se han aprendido muchas lecciones sobre los impactos y la amenaza ambiental de esta actividad (SalmonChile, 2007).

ACUICULTURA A MAR ABIERTO

Un nuevo tipo de maricultura es la "Acuicultura a Mar Abierto" (también denominada AMA), la cual está desarrollándose para intentar evitar algunos de los impactos adversos en ecosistemas marinos y costeros vinculados a la maricultura tradicional. Este tipo de acuicultura, busca instalar proyectos de maricultura en ambientes oceánicos expuestos a grandes corrientes, elemento que la diferencia de la maricultura tradicional. Por eso, los proyectos normalmente se encuentran a distancia

considerable de la costa. En Estados Unidos, por ejemplo, la maricultura a mar abierto se desarrolla en la Zona Económica Exclusiva, mientras que, en España, la Comunidad Autónoma de Andalucía ha desarrollado un proyecto que se localiza a cinco millas del puerto. La acuicultura a mar abierto tiene entre otras ventajas, la generación de una mayor dispersión de los efluentes producidos gracias al aumento de corrientes, lo cual puede reducir los impactos sobre los fondos marinos y por ende de los ecosistemas costeros (InnAqua, 2021).

JAULAS FLOTANTES

Las jaulas hacen más eficiente el proceso de crecimiento de los peces, el cultivo en jaulas incluye el mantenimiento de organismos en cautividad dentro de un espacio cerrado, pero con flujo libre de agua (PRODUCE, 2022).

La piscicultura es la acuicultura de peces, término bajo el que se agrupan una gran diversidad de cultivos muy diferentes entre sí, en general denominados en función de la especie o la familia. Las instalaciones de piscicultura industrial se conocen como piscifactorías, aunque este es un término en desuso, debido a la diversificación que ha sufrido el cultivo, en depósitos, estanques o jaulas flotantes (Buschmann, 2015).

Las jaulas flotantes son estructuras que se colocan dentro del océano, lagunas o lagos, donde los acuicultores “siembran” peces pequeños conocidos como juveniles dentro de estas jaulas, y a través de estarlos alimentando constantemente logran el proceso de crecimiento y engorda para finalmente distribuirlos en el mercado, lo cual permite al acuicultor ahorrar en gastos de producción (PRODUCE, 2022).

CONTAMINACIÓN ACUÍCOLA

La rápida expansión de la acuicultura en los últimos años ha generado una creciente preocupación por las externalidades que esta actividad puede provocar en el medio ambiente. Se hace necesario, el desarrollo de herramientas que nos permitan una correcta gestión de esta actividad, para que llegue a ser sostenible. En el presenta la situación actual de la acuicultura, sus impactos ambientales y las interacciones con otras actividades (Vergara, 2005).

La gran cantidad de Nitrógeno y Fósforo concentrado en las descargas de las granjas marinas son una amenaza para estos ambientes. El enriquecimiento en nutrientes puede provocar alteraciones en las comunidades, tanto en la columna de agua como en el bento y poner en peligro comunidades frágiles como las fanerógamas marinas (Molina, 2004). Tabla 1.

MEDIDAS A TOMAR EN CUENTA

El mantenimiento de altas densidades de organismos en cautiverio atrae a depredadores causando muerte, heridas y estrés a los organismos cultivados, dispersión de enfermedades y daños en las estructuras y sistemas de cultivo. Estos ataques pueden tener efectos significativos en la productividad de una empresa, y alterar la estructura de la población local. Las instalaciones han de estar diseñadas para evitar este problema. Los elementos que recubren las jaulas flotantes, para prevenir el ataque de depredadores no deben causar daño a los mismos y constituir una simple barrera.

“Huella ecológica”

Este término se refiere al requerimiento de espacio, tanto de agua como de tierra, necesario para proveer de recursos, servicios y energía a un área productiva determinada.

Estudios realizados en diferentes partes

Especie	FCR	N	P	Referencia
Salmónidos <i>O. mykiss</i> y <i>S.salar</i>	1.5	63 -93	6.6 – 12.5	Ackefors y enell, 1990
Salmónidos <i>O. mykiss</i> y <i>S.salar</i>	0.9 – 1.8	35 - 100	7 - 18	Gebauer, 1990
Salmón <i>S.salar</i>	1.3	53	9.5	Ackefors, 1990
Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i>	1.6	98	-	Beveridge y PhUlips, 1993
Dorada <i>S.aurata</i>	1.92	93	13.4	Vergara, Haroum y Gonzales 2005
Lubina <i>D.labrax</i>	2.84	140	19	Vergara, Haroum y Gonzales 2005

Tabla 1. Índices de conversión (FCR) y cantidades totales de kg de Nitrógeno (N) y fósforos vertidos al medio por toneladas de peces producidos, para diferentes especies publicados por diversos autores.

Nota. Evaluación de Impacto Ambiental de Acuicultura en Jaulas en Canarias (2005).



Figura 1 Zona habilitada para el cultivo en jaulas flotantes de la Universidad Nacional de Moquegua (10 hectáreas).

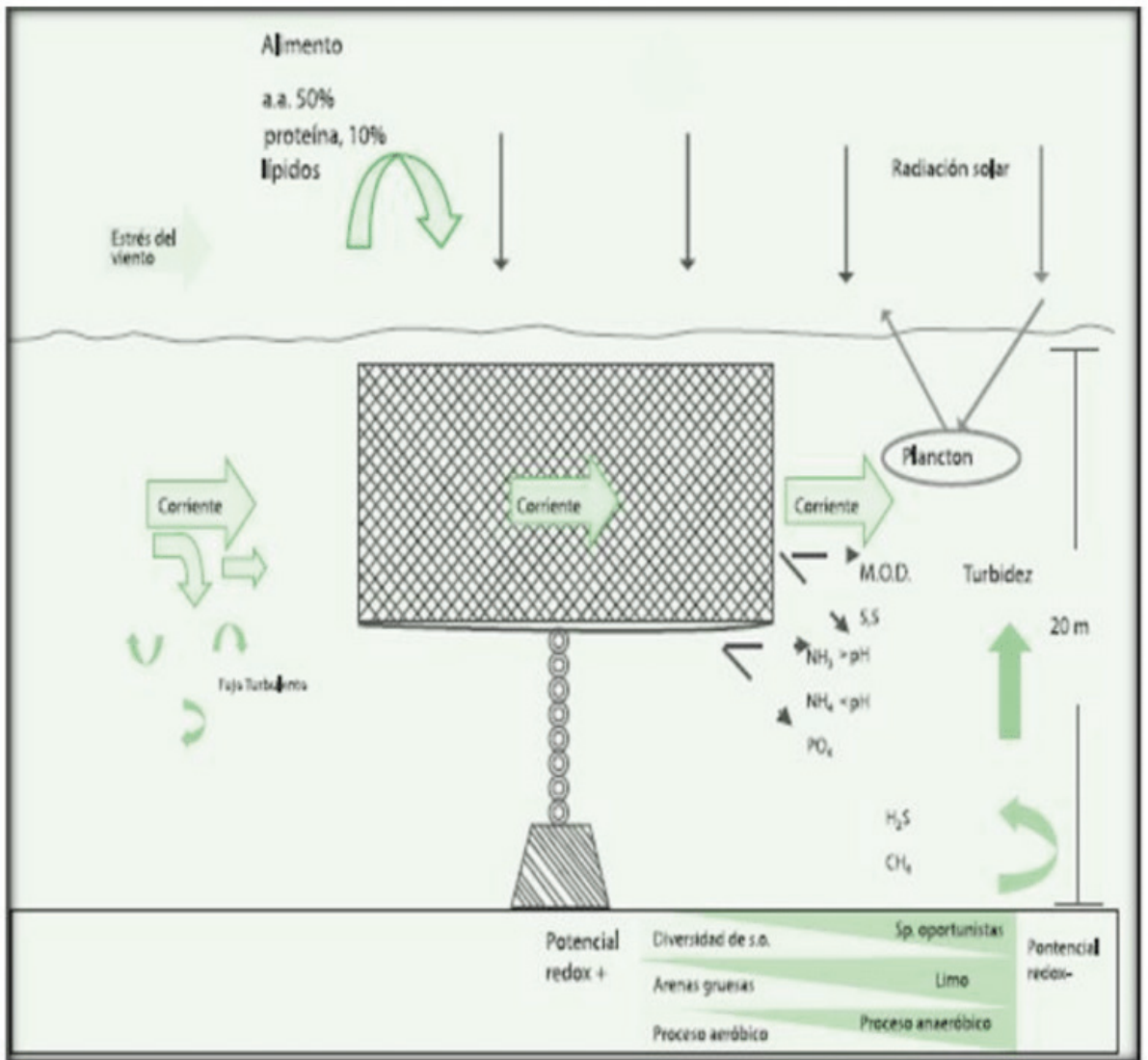


Figura 2 Esquema simplificado de las relaciones que se pueden establecer entre los ciclos biogeoquímicos la operación de las jaulas.

Nota. Modificado a partir de “The Fishprint of Aquaculture Can the Blue Revolution be Sustainable”. K. Wolowicz

del mundo indican que el área requerida para garantizar el funcionamiento de una hectárea de cultivo de salmones es una superficie al menos 10 mil veces superior

Soluciones

El montaje de jaulas debe cumplir con una serie de requisitos en torno a corrientes (promedio anual cercano a 1 nudo), profundidad (entre 30 y 50 metros o en su defecto que exista una distancia mínima de 15 m entre el fondo de la jaula y el fondo marino), características del fondo (son preferibles aquellos de arenas gruesas y que no presenten ecosistemas sensibles como arrecifes coralinos y praderas de fanerógamas) y ubicación (en zonas que no sean áreas protegidas ni de tránsito de embarcaciones y que estén alejado de efluentes (líquidos) contaminantes que aseguren óptimas condiciones de cultivo y una apropiada dispersión de los desechos metabólicos de los peces y residuos de alimento no consumido con el fin de generar mínimos impactos en el medio ambiente circundante

Integración de la acuicultura como una actividad para el interés turístico.

- Impartir cursos de formación ambiental a los trabajadores de las instalaciones.
- Planificación a nivel eco-regional, de la ubicación de los viveros, incluyendo estudios batimétricos (profundidad marina), hidrodinámicos (dinámica de aguas) y ecológicos para evitar cualquier efecto perjudicial sobre los ecosistemas próximos.
- Estudios de Impacto Ambiental para prever cualquier posible efecto sobre el ecosistema.
- Integración la acuicultura marina en la Gestión Integrada Zonas Costeras
- Acuicultura integrada

METODOLOGÍA

Para la realización del presente documento se revisó, analizó y gestionó la información de diferentes autores; a fin de recopilar aquellos trabajos que permitan reconocer los posibles cambios ambientales inducidos por la acuicultura en jaulas flotantes.

Como se explicó líneas arriba, la Universidad Nacional de Moquegua cuenta con un sistema de jaulas flotantes instalado en la playa las enfermeras, situado al norte de Ilo a 1.5 km mar adentro (latitud -17.471018° , Longitud -71.376109°), las instalaciones todavía no ha entrado en operación por tal motivo se realizó el presente estudio, para conocer los efectos de contaminación que traería: a su entorno, al hábitat, a las especies, etc., así como disipar sus efectos y consecuencias del impacto ambiental si entraría en funcionamiento, para ello, es necesario conocer las experiencias de otros investigadores que vienen realizando cultivos de peces marinos en jaulas flotantes. figura 1

Nuestra labor como universidad, es evaluar los resultados obtenidos en los diferentes estudios realizados y extraer las conclusiones más importantes, así como también, contrastar los resultados entre diferentes autores y establecer las diferencias según su zona geográfica. Con los valores encontrados, debemos contribuir con los agentes involucrados en temas acuícolas, para recomendarles las medidas que deben aplicar, para evitar futuros impactos ambientales en sus cultivos marinos, que finalmente les produciría sanciones de parte de las autoridades ambientales y en consecuencia perdidas de índole económico. figura 2

RESULTADOS

Después de realizada una exhaustiva revisión bibliográfica la mayoría de autores coinciden en:

- Uno de los principales efectos que presenta la construcción de jaulas flotantes sobre las masas de agua son: Alteración de los flujos de agua (de ello depende el transporte de oxígeno, sedimentos, plancton y larvas de peces) y tiene repercusión en el aspecto estético del lugar (Buschmann, 2001).
- El cultivo en jaulas flotantes puede causar trastornos en el agua donde se encuentren, debido a la presencia de residuos de alimentos concentrados y materia orgánica depositada en el fondo del cuerpo de agua, lo que puede generar problemas de acumulación de metales y cambios químicos dentro de la columna de agua (Maldonado et al., 2005) como en los sedimentos subyacentes (Aksu y Kocatas, 2007), (Gonzales 2017).
- La acuicultura intensiva en jaulas flotantes tiene impactos ambientales locales, ya que aumenta las cargas de nitrógeno y fosfatos y la huella de las jaulas (Soto y Norambuena, 2004). Dentro de esta huella, se observan cambios ecológicos y se producen cambios de especies en los sedimentos. Se ha demostrado que estos efectos pueden ser reversibles con un control y una gestión eficaz (Black, 2001).
- Las jaulas flotantes pueden afectar los cuerpos de agua tanto por su presencia física en un sitio como por los cambios que pueden causar en las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, dependiendo del método de cultivo (extensivo/semiintensivo/intensivo) y la especie. Siendo cultivado. (FAO 2002. La acuicultura también afecta a la fauna y la

flora y conduce a una disminución de la diversidad, incluido el plancton. (Sanz-Lazaro y Marín, 2011).

- Los cambios en la flora y la fauna de las aguas que están asociados con el cultivo en recintos cerrados fueron observados por primera vez por Vaas y Sachlan (1957), que estudiaron los efectos del cultivo extensivo de carpas en la biota de los cursos de agua. Estudios hechos por Murphy y Lipper (1970) y Liao (1970) demostraron que el cultivo intensivo de peces tenía como consecuencia la producción de grandes cantidades de desechos por unidad de peso vivo, mayor que en el caso de otros animales, como pollos, cerdos o vacunos. En algunas investigaciones se han hecho comparaciones entre el ambiente en el lugar donde se hallan las jaulas y una zona testigo situada a cierta distancia de las jaulas, mientras en otras se ha procedido a estudiar el lugar antes de la introducción de las jaulas y durante el período de cultivo y después de él (Kilambi et al, 1976; M. Phillips).
- Todos los autores, coinciden en señalar que el principal problema en el cultivo de jaulas flotantes, es generado por el enriquecimiento en nutrientes y materia orgánica disuelto o en forma de partículas. La introducción en el ambiente de nutrientes y piensos, que acompaña siempre a las operaciones de explotación intensiva, es quizás elemento que más impacta el medio en que se desarrolla este tipo de producciones, muchos autores han mencionado las pérdidas de piensos desde los años 70 (Beveridge y Muir, 1982).
- Aquellos nutrientes sobrantes durante la alimentación o no consumidos por los peces, trae consigo problemas de

contaminación, los nutrientes: Nitrógeno y Fósforo son elementos esenciales en la dieta de los peces. En general, alrededor de una cuarta parte de los nutrientes en los alimentos son almacenados por los peces, mientras que los restantes se liberan al medio ambiente tanto en forma disuelta como en forma de partículas. Nuevas formulaciones y mejoras en los procesos de producción de alimentos tienen como objetivo reducir el contenido de nitrógeno y fósforo de los alimentos, así como las tasas de conversión, factores que reducen la cantidad de residuos disueltos en el agua.

CONCLUSIONES

Finalmente concluimos que lo expuesto en este documento, ha sido elaborado a partir de las publicaciones de investigadores de amplia experiencia a nivel mundial, lo cual nos permite afrontar de manera puntual los desafíos que implica la actividad acuícola teniendo como objetivo principal generar puestos de trabajo, alimento de buena calidad para la población y mantener saludable el ecosistema bentónico. Nuestro compromiso es mantener una armonía entre la acuicultura y la calidad ambiental del medio marino, por tal motivo, se plantea una evaluación exhaustiva de los parámetros ambientales y la biodiversidad del medio antes y durante el cultivo a fin de observar los cambios en su

estructura y composición.

Como una medida de prevención, todo acuicultor que cuente con jaulas flotantes o desee incursionar en la actividad acuícola, es importante que observe el comportamiento de la alimentación de los peces para evitar la sobrealimentación. Si se produce una sobrealimentación, los pellets no consumidos se hunden en el fondo marino y dañan potencialmente el hábitat bentónico. Además, cualquier alimento que no sea consumido por los peces de cultivo es una pérdida de dinero: determinar la eficiencia alimentaria adecuada es beneficioso para el productor y el medio ambiente.

Si bien es cierto que la mayoría de estudios referidos al cultivo de especies hidrobiológicas, indican que el efecto de las descargas de nutrientes de los cultivos en las jaulas flotantes afecta a los sedimentos cercanos a las instalaciones, concretamente en los contenidos de materia orgánica y nitrógeno, produciendo la eutrofización de la zona, aparición de enfermedades en los peces y otros impactos ambientales. Es importante que las empresas acuícolas cuenten con protocolos de bioseguridad requisito indispensable para asegurar el manejo del cuidado del medio ambiente basados en la Ley General de Acuicultura y su Reglamento Decreto Legislativo N° 1195 Decreto Supremo N° 003-2016-PRODUCE instrumentos de cumplimiento obligatorio.

REFERENCES

Aguado, G. F., Carballeri, O. A., Collado, S. C., Gonzales, H. N., & Sanchez, J. P. (2012). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PLANES DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LOS CULTIVOS MARINOS EN JAULAS FLOTANTES. *JACUMAR*, 178.

Aguado, G. F., Garcia, G. B., & Piedecausa, M. A. (2007). *Evidencias de la difusión de nutrientes a largo alcance desde granjas marinas en mar abierto, en el límite inferior de una pradera de Posidonia oceanica*. Vigo: Libro de Resúmenes del X Congreso.

AquaFeed. (2020). *Fish Farming Technology - International Aqua Feed*. Obtenido de Aquafeed.co: <https://aquafeed.co/entrada/una-visi-n-sobre-el-cultivo-en-jaula-19745/>

- Baltazar, P. (2014). Producción, comercialización y perspectivas de desarrollo de la acuicultura peruana. *Revista Científica*, 11, 118 – 133.
- Benites, C. (1987). El desarrollo de la maricultura en el Peru con énfasis en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y langostinos (*Pennaeus*). *Boletín del Instituto del Mar del Peru*, 195-201.
- Beveridge, M., M. Beveridge y J.F. Muir, 1982 Cage fish culture and Loch Lomond. Informe encargado por Central Scotland Water Development Board. Stirling, Escocia, Institute of Aquaculture, University of Stirling, 68 p.
- Black, K., (2001). Environmental impacts of aquaculture. Sheffield, UK: Sheffield Academic. pp. 73–94
- Buschmann, A. (2015). Impacto ambiental de la acuicultura, el estado de la investigación en Chile y el mundo. *Chile: Terram Publicaciones*. Obtenido de [http://www.cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ ImpactoChileacuicultura.pdf](http://www.cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ImpactoChileacuicultura.pdf)
- FAO. (noviembre de 2009). Aspectos de las políticas, programas, presupuestos y actividades de la FAO encaminados a contribuir a un desarrollo viable. *Documento para el 94º periodo de sesiones del consejo de la FAO*, 15-25.
- González, E.A. 2017. Impacto ambiental de la acuicultura intensiva en los componentes agua y sedimento en el Lago Guamez Nariño. Tesis de Maestría. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. (Inedito)
- Horst, S., & Landa, A. (1987). Recursos y Dinámica . *Memorias del 2do congreso latinoamericano sobre ciencias del mar (Colacmar)*, 8.
- InnAqua. (4 de noviembre de 2021). *Acuicultura en mar abierto: grandes expectativas para el mar*. Obtenido de Aquaculture Innovation Conference: <https://aquahoy.com/acuicultura-mar-abierto-grandes-expectativas/>
- Kilambi, R.V. et al., (1976). Effects of cage culture fish production upon the biotic and abiotic environment of Crystal Lake, Arkansas. Final report to Arkansas Game and Fish.
- Liao, P.B. (1970). Pollution potential of salmonid fish hatcheries. *Water Sewage Works*, 117:290–7
- Merma, W. (2022). Desarrollo de un sistema tecnológico de jaulas flotantes en el mar para el cultivo de peces marinos dentro del litoral de Ilo.
- Molina, L. (2004). Impacto ambiental de un cultivo de jaulas en la Bahía de Melenara. Canarias: Informes técnicos del Instituto Canario de Ciencias Marinas.
- Murphy, J.P. y Lippeer R.I. (1970). BOD production of channel catfish. *Prog.FishCult.*, 32:195–8.
- PRODUCE. (2020) La acuicultura continental y no la maricultura es la que alimentará al mundo. Red Nacional de Información Acuicola RNIA
- PRODUCE. (2022). Sistema Nacional de Acuicultura elabora manuales para el desarrollo de la acuicultura. *Red Nacional de Información - Acuicola*, 10.
- SalmonChile. (2007). Informe Económico Salmonicultura. *Salmon Chile Asociación de la Industria del Salmon de Chile A.G.*, 72.
- Soto, D y Norambuena, F. (2004). Evaluating salmon farming nutrient input effects in southern Chile inland seas: a large scale mensurative experiment. *J. Appl. Ichthyol.*, 33: 1–9.
- Vaas, K.R. y Sachlan, M. (1957). Cultivation of common carp in running water in West Java. *Proc.IPF*, 6 (1–2):187
- Vergara, J. M. (2005). Evaluación de impacto ambiental de acuicultura en jaulas en Canarias. *Oceanográfica*, 110.