



ALLIANCE™

(<https://www.globalseafood.org>).

---



# ¿Qué sucede con los nutrientes en los sistemas acuícolas?

5 August 2024

By Ana Paula Dalbem Barbosa, M.Sc.

**El uso de fertilizantes y alimentos acuícolas posiblemente puede optimizarse, reduciendo los costos operativos y los posibles impactos en el medio ambiente y las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero**



Estudio muestra que los peces solo asimilan hasta el 20 por ciento del carbono, el 45 por ciento del nitrógeno y el 60 por ciento del fósforo. Es fundamental conocer mejor el destino de los nutrientes en los estanques de peces desde una perspectiva de sostenibilidad, ya que es probable que se pueda optimizar el uso de fertilizantes y alimentos, reduciendo los costos operativos y el posible impacto en el medio ambiente circundante y las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero. Foto de Darryl Jory.

Los peces tienen la tasa de conversión alimenticia (FCR) más baja entre los animales criados, lo que indica una utilización eficiente del alimento por gramo de peso vivo. A pesar de que se considera que el pescado es una fuente de proteína ambientalmente más sostenible, la retención de nutrientes en el peso vivo de los peces es baja en comparación con la cantidad de nitrógeno excretado en forma de amoníaco y urea.

Por ejemplo, se ha estimado que la tilapia del Nilo alimentada comercialmente retiene el 35 por ciento del nitrógeno (N) y el 28 por ciento del fósforo (P) en la biomasa de los peces, mientras que el resto del N y el P del alimento se convierte en desechos. Y se informa que la asimilación de nutrientes en la tilapia del Nilo alimentada con fertilizantes es incluso menor, ya que solo el 10 por ciento del N y el 5 por ciento del P se incorporan a la biomasa de los peces, mientras que el **resto se pierde** ([https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00467-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00467-8)) en el sistema de cultivo.

Los bajos porcentajes de nutrientes asimilados ponen de relieve que, con mucho, la mayor parte de los nutrientes aplicados a los cultivos de peces se pierde. Esta pérdida puede producirse en forma de desechos (emisiones a través de aguas residuales o, en el caso del carbono y el nitrógeno, a la atmósfera y la sedimentación) o ser asimilada por la biota no objetivo. Dado que el alimento suele ser el principal coste operativo, esto implica una enorme pérdida económica. Además, los aportes de nutrientes en la acuicultura son motivo de preocupación debido a la eutrofización de los estanques de peces y de las aguas receptoras, y como **fuentes antropogénicas de emisiones de gases de efecto invernadero** (<https://doi.org/10.1038/s41558-019-0425-9>).

El conocimiento de los flujos de nutrientes, en combinación con diferentes técnicas de gestión, podría contribuir a optimizar el crecimiento de los peces y minimizar los posibles impactos ambientales. Una comprensión integral de la dinámica de los nutrientes en la acuicultura es esencial para desarrollar estrategias de gestión de nutrientes eficaces que minimicen el impacto ambiental y promuevan la viabilidad a largo plazo de la acuicultura.



(<https://bspcertification.org/>).

Este artículo – **resumido** (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) de la **publicación original** (<https://doi.org/10.3390/app14146056>). (Barbosa, A.P.D. et al. 2024. From Feed to Fish—Nutrients’ Fate in Aquaculture Systems. *Appl. Sci.* 2024, 14(14), 6056 – presenta los resultados de una descripción general de los estudios sobre los presupuestos de nutrientes de los estanques de peces de tierra de agua dulce, que son las instalaciones más utilizadas para producir peces de aleta a nivel mundial.

## Configuración del estudio

Las principales preguntas abordadas en este estudio fueron: “¿Cómo afectan las prácticas de gestión en los sistemas de acuicultura de agua dulce a los flujos de nutrientes, y qué prácticas se pueden implementar para optimizar estos parámetros y promover la sostenibilidad de estos sistemas?”

Para responderlas, los autores revisaron la literatura de los últimos 40 años, con el objetivo de incluir los 20 años anteriores al rápido aumento de la producción de peces, así como investigaciones recientes. La búsqueda se realizó en Scopus, ScienceDirect y Web of Science utilizando búsquedas avanzadas, con combinaciones de los siguientes términos de búsqueda junto con los operadores booleanos AND y OR: estanque de peces O “estanque de peces” Y agua dulce Y carbono Y nitrógeno Y fósforo y “presupuesto de nutrientes” Y acuicultura encontrados en los títulos o palabras clave de los artículos. Los artículos seleccionados fueron ordenados y analizados.

Para obtener información detallada sobre el diseño del estudio, las búsquedas bibliográficas y los análisis de datos, consulte la publicación original.



## Nitrógeno, fósforo, eutrofización y estándares de efluentes para certificación acuícola

El Prof. Boyd habla sobre la eutrofización de cuerpos de agua, efluentes y nutrientes de las instalaciones acuícolas, y de la certificación acuícola, junto con las dificultades para desarrollar límites de concentración máximos aceptables y límites de carga para la descarga de nitrógeno y fósforo.



Global Seafood Alliance

## Resultados y discusión

Una comparación de los presupuestos de nutrientes y los flujos individuales utilizando datos de todo el mundo puede ser compleja, pero brinda información sobre cómo los FCR, así como los “flujos de desechos” (incluida la sedimentación, la salida de aguas superficiales y las emisiones gaseosas) varían entre las especies de peces, los sistemas de estanques y las prácticas de gestión. Este tipo de análisis se necesita con urgencia para hacer que la producción acuícola sea más sostenible. Sin embargo, los análisis globales son desafiantes debido a las diferencias en la disponibilidad y calidad de los datos, y algunos presupuestos son más completos que otros.

Los autores sostienen que, a pesar de las variaciones en los datos disponibles en los distintos estudios, las comparaciones son reveladoras cuando se consideran la calidad de los datos y las metodologías de muestreo. Sin duda, la práctica más sostenible en una región puede no ser directamente aplicable a otras regiones debido a factores que escapan al control del piscicultor, incluidos el clima, la geología, la hidrología y las prácticas de uso de la tierra. Además, los factores socioeconómicos y culturales pueden dar lugar a una gran variación en las estrategias de producción acuícola (por ejemplo, mano de obra, recursos disponibles, especies de peces adecuadas para la región climática).

Los alimentos acuícolas y los fertilizantes representaron el aporte de nutrientes más sustancial (a menudo más del 70 por ciento del aporte total). Las malas prácticas de gestión, como la sobrealimentación y la fertilización excesiva, pueden aumentar la contribución de estos términos

presupuestarios a los presupuestos totales de nutrientes e incluso más a los costos financieros. Cuando el pienso es la fuente principal de suplementación de nutrientes, la sobrealimentación se puede mitigar simplemente mediante mejores prácticas de mantenimiento de registros y una mejor capacitación de los piscicultores.

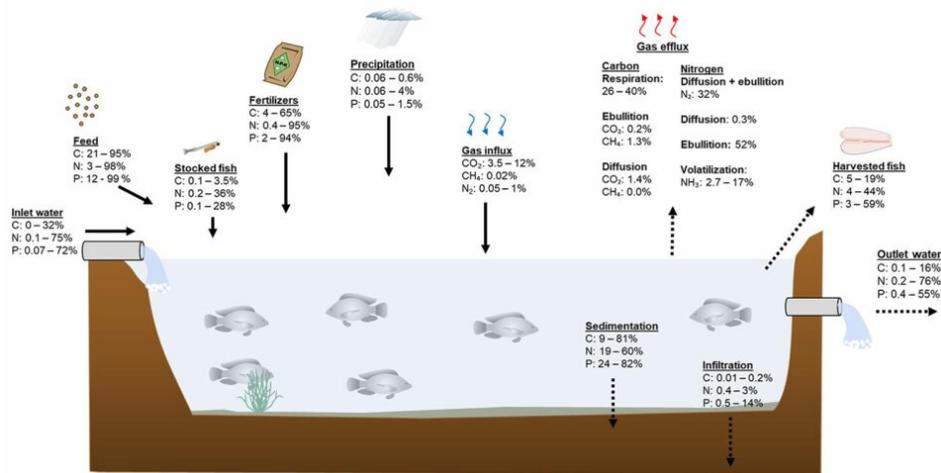


Fig. 1: Entradas y salidas de carbono, nitrógeno y fósforo presentadas como porcentaje de la entrada y salida totales, respectivamente. Los rangos de datos se basan en los hallazgos presentados en los 23 artículos evaluados. Las líneas rectas representan las entradas de nutrientes y las líneas discontinuas representan las salidas de nutrientes. Las flechas azules onduladas representan la entrada de gas y las flechas rojas onduladas representan la salida de gas. Adaptado del original.

Dependiendo del manejo del estanque de peces, la absorción de dióxido de carbono debido a la actividad fotosintética puede ser un término presupuestario importante, particularmente en sistemas fertilizados. La absorción de gas nitrógeno y metano contribuyó poco al aporte total de N y C. Aunque muchos estudios no informaron la fuente de agua, los estudios que la evaluaron encontraron contribuciones sustanciales del agua de entrada al aporte total de nutrientes. Este fue particularmente el caso en los estanques de peces Brasileños que se abastecieron con agua de entrada rica en nutrientes. Esta agua rica en nutrientes se denominó “una fuente de nutrientes no remunerados.” Su uso podría eximir el uso de alimentos complementarios y fertilizantes y, por lo tanto, puede verse como una contribución a la sostenibilidad ambiental de la producción de peces.

Dependiendo de la hidrología de los estanques de peces, la precipitación puede ser un componente importante del presupuesto hídrico de un estanque. Sin embargo, en general fue un componente menor del presupuesto de nutrientes. Si bien puede ser una fuente importante de N en sistemas acuáticos oligotróficos, no es el caso de los estanques de peces generalmente ricos en nutrientes. La relevancia de la precipitación para el aporte de C y P a los sistemas analizados aquí fue incluso menor.

Los peces son el punto final de destino de los nutrientes añadidos a los estanques acuícolas; por lo tanto, son generalmente responsables de una parte considerable de la producción. Sin embargo, nuestra revisión muestra que la proporción de nutrientes que terminan en los peces cosechados varía

considerablemente dentro y entre los sistemas de cultivo. Los peces cosechados se reportaron en la mayoría de los estudios evaluados, lo que indica su importancia en los estudios generales sobre la dinámica de los nutrientes o el rendimiento del crecimiento.

La contribución de los peces cosechados a las salidas de nutrientes en los sistemas de acuicultura en los artículos evaluados varió según factores como las prácticas de gestión de los estanques (por ejemplo, tipo de alimento, composición de especies y métodos de cultivo). Tanto en los sistemas de monocultivo, policultivo o integrados, no más del 20 por ciento del carbono se cosechó en forma de peces. Aunque el nitrógeno y el fósforo tuvieron porcentajes más altos (más del 70 por ciento) en un estudio, la mayoría de los artículos informaron que no más del 45 por ciento del nitrógeno era pescado, y el fósforo asimilado por la biomasa de peces fue generalmente menos del 45 por ciento.

Fig. 2: Especies de peces más estudiadas y los sistemas de cultivo correspondientes en los artículos evaluados. Adaptado del original.

Se encontró que el fondo del estanque era a menudo el segundo punto final más importante de nutrientes, ya que el 80 por ciento o más de C, N y P termina allí. Sin embargo, la variación entre los sistemas de acuicultura fue grande, particularmente en los estanques de alto intercambio de agua donde la retención de nutrientes en el sedimento fue considerablemente menor. Solo unos pocos estudios incluyeron la pérdida de nutrientes del sedimento durante las fases de reducción de agua y pesca. Los nutrientes que se movilizan y se eliminan transforman los estanques de peces en fuentes significativas de nutrientes para los sistemas acuáticos aguas abajo.

Particularmente en estanques con una alta tasa de intercambio de agua, el efluente fue un punto final importante no objetivo de nutrientes. En los sistemas de cultivo donde se practica un intercambio de agua bajo o nulo, la pérdida de nutrientes aguas abajo es baja. Es notable que incluso cuando el

intercambio de agua durante el cultivo es bajo, los nutrientes aún pueden eliminarse durante la fase de cosecha cuando se drenan los estanques. Una parte de los nutrientes acumulados en los sedimentos del estanque durante todo el período de cultivo pueden luego eliminarse mediante resuspensión.

Los sedimentos ricos en nutrientes ofrecen una opción viable para el cultivo en los estanques durante la fase seca; se utilizan como fertilizantes y acondicionadores del suelo en el cultivo de plantas y también en actividades agrícolas no relacionadas con la acuicultura. Este enfoque no solo optimiza la utilización de nutrientes para los piscicultores que también se dedican a la agricultura, sino que también beneficia al medio ambiente al minimizar la liberación de nutrientes en los cuerpos de agua y la atmósfera. Los nuevos estudios deberían incorporar los sedimentos como indicadores para evaluar la sostenibilidad de la piscicultura, en particular en los casos en que hay una afluencia significativa de nutrientes provenientes de los métodos de alimentación y fertilización.

## Perspectivas

Esta revisión destaca varias lagunas en la información sobre los términos del presupuesto de nutrientes, y por lo tanto, solicitamos estudios más exhaustivos sobre los presupuestos de nutrientes. Los esfuerzos deben priorizar los términos de entrada y salida con altas contribuciones al presupuesto total. Una alimentación y fertilización más eficientes disminuyen la contribución de estos términos de entrada a las entradas totales y optimizan la tasa de conversión alimenticia.

Además, cuando se identifican fuentes de nutrientes importantes distintas de los alimentos o fertilizantes (por ejemplo, agua de entrada rica en nutrientes), la entrada de alimentos y fertilizantes puede reducirse en el caso de algunas especies (por ejemplo, especies que se alimentan por filtración). Además, los cultivos que integran organismos alimentados y extractivos pueden aumentar aún más la asimilación de nutrientes.

El agua de salida y los sedimentos son fuentes potenciales de contaminación del medio ambiente. Por otro lado, los sedimentos y el agua ricos en nutrientes ofrecen una opción viable para la fertilización de cultivos, lo que aumenta la eficiencia del uso de nutrientes. Como los nutrientes presentes en los sedimentos de los estanques de peces también pueden tener un impacto significativo en las emisiones de gases de efecto invernadero, no solo cuando los estanques están llenos sino también durante las fases secas y después de depositarse en otros lugares, reconocer que el flujo de gases es una vía crucial para la pérdida de nutrientes es fundamental para comprender los impactos ambientales que llegan más allá del entorno local.

En general, conocer el presupuesto completo de nutrientes de un sistema de acuicultura facilita la formulación de las mejores prácticas de gestión con estrategias efectivas para una acuicultura sostenible.

## Author

---



**ANA PAULA DALBEM BARBOSA, M.SC.**

Corresponding author and Ph.D. candidate

Department of Ecology, Faculty of Science, Radboud University, 6525 XZ Nijmegen, The Netherlands;  
and Graduate Program in Environmental Sciences, Laboratory of Ichthyology of the North Pantanal,  
State University of Mato Grosso, Cáceres 78200-000, Brazil

[ana.dalbembarbosa@ru.nl](mailto:ana.dalbembarbosa@ru.nl) (<mailto:ana.dalbembarbosa@ru.nl>).

Copyright © 2024 Global Seafood Alliance

All rights reserved.