



ALLIANCE™

[.https://www.globalseafood.org](https://www.globalseafood.org)

Aquafeeds

# Reciclaje de subproductos del sistema alimentario en alimentos para ganado y acuicultura

17 October 2022

By Vilma Sandström, Ph.D.

## Existe el potencial de aumentar el suministro mundial actual de alimentos hasta en un 13 por ciento de las kcal y un 15 por ciento de los niveles de proteínas

La estructura actual del sistema alimentario mundial da como resultado una disponibilidad de alimentos subóptima, ya que los seres humanos podrían consumir una gran proporción de los recursos utilizados en la alimentación del ganado y la acuicultura. Hasta el 40 por ciento de toda la tierra cultivable y más del 30 por ciento de la producción de cultivos de cereales se utiliza para **alimentos animales** (<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>), y aproximadamente el 23 por ciento de todo el pescado capturado se destina a **usos no alimentarios** (<https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en/>), principalmente para la alimentación de peces y ganado. Esta competencia entre alimentos y piensos reduce la eficiencia del sistema alimentario existente, ya que los costos ambientales y de recursos son más altos cuando la tierra cultivable se utiliza para la **producción de alimentos para animales** (<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.033>), en lugar de contribuir directamente al consumo humano.



Los autores evaluaron el potencial de mejorar la circularidad en el sistema alimentario mundial aumentando el uso de subproductos y residuos del sistema alimentario en los piensos para el ganado y la acuicultura. Los resultados mostraron que aumentar el uso de subproductos del sistema alimentario como piensos tiene un potencial considerable, especialmente combinado con otras medidas, en la transición a sistemas alimentarios circulares y aumentar potencialmente el suministro mundial actual de alimentos hasta en un 13 por ciento en términos de kcal y un 15 por ciento en niveles de proteína. Foto de Darryl Jory.

El aumento del uso de subproductos del sistema alimentario como alimento para animales— es decir, los productos secundarios creados junto con los productos primarios consumibles por humanos— se ha propuesto como una solución para aumentar la **eficiencia en el uso de recursos** (<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.001>), reducir la competencia entre alimentos y aumentar la **circularidad del sistema alimentario** (<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.06.003>). Además, el uso de subproductos del sistema alimentario como alimentos animales puede reducir la presión ambiental sobre las tierras cultivables y los ecosistemas de agua dulce, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la aplicación de fertilizantes. Aumentar el uso de subproductos y residuos de cultivos como alimentos animales también puede ser rentable, ya que muchos de ellos son materiales de bajo costo y ampliamente disponibles.

Sin embargo, algunos piensos que no compiten con otros alimentos son menos adecuados para su uso como piensos; por ejemplo, los residuos de cultivos son fibrosos y de baja digestibilidad y baja calidad proteica, y otros, como algunos subproductos del procesamiento de cultivos, son ricos en proteínas pero bajos en energía. Sin embargo, algunos piensos que no compiten con los alimentos pueden mejorarse mediante procesamiento o aditivos. A pesar de los desafíos, parte del uso de piensos que compiten con los alimentos podría reemplazarse con piensos que no compiten con los alimentos sin afectar negativamente a la productividad.

Este artículo— adaptado y resumido de la **publicación original** (<https://doi.org/10.1038/s43016-022-00589-6>) [Sandström, V. et al. 2022. Food system byproducts upcycled in livestock and aquaculture feeds can increase global food supply. *Nature Food* Volume 3: 729–740 (2022)]— reporta sobre un estudio para evaluar el potencial de mejorar la circularidad en el sistema alimentario mundial al aumentar el uso de subproductos y residuos del sistema alimentario en alimentos para animales.

## Configuración del estudio

Se cartografiaron los flujos materiales del uso de piensos y la producción de subproductos y residuos en el sistema alimentario mundial para comprender los vínculos y las dependencias entre los tres subsectores de producción agrícola, ganadera y acuícola. El análisis consistió en cuatro pasos principales (Fig. 1).

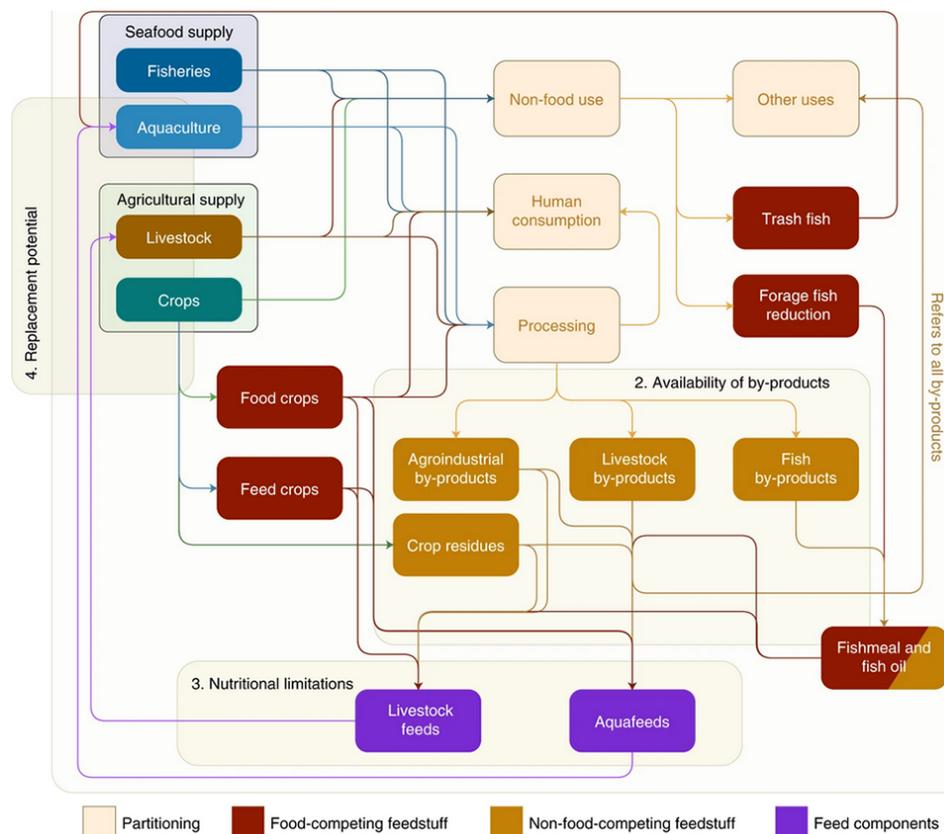


Fig. 1: Flujos materiales del sistema alimentario global considerados en este estudio.

Primero, cuantificamos los flujos del sistema alimentario mundial, incluidos los niveles nacionales de uso de alimentos animales en los sectores ganadero y acuícola y la producción potencial de subproductos. En segundo lugar, se analizó la disponibilidad regional de subproductos y residuos restando de la producción potencial las cantidades utilizadas como alimento. En tercer lugar, utilizando la literatura existente sobre experimentos con alimentos, consideramos qué cantidad de los alimentos competidores se puede reemplazar con subproductos del sistema alimentario, considerando los requisitos nutricionales de los animales de producción, así como las regulaciones. Cuarto, se analizó el potencial de reemplazo, combinando la disponibilidad regional de los subproductos y residuos con los requerimientos nutricionales. Finalmente, se calculó el aumento potencial en el suministro mundial de alimentos, asumiendo que todos los alimentos liberados por este reemplazo se redirigirían al consumo humano. El análisis se realizó durante un período de tres años, de 2016 a 2018.

Para obtener información detallada sobre la metodología utilizada en el estudio, consulte la publicación original.

## Resultados y discusión

El enfoque utilizado en nuestro estudio proporciona una visión sistémica muy necesaria del sistema alimentario global altamente interrelacionado y avanza el campo de investigación en tres frentes principales. En primer lugar, no existen conjuntos de datos globales que incluyan tanto los flujos de materias primas como la disponibilidad de subproductos y residuos del sistema alimentario con este nivel de detalle. Si bien los diferentes modelos e informes brindan datos sobre el uso de **alimentos para el ganado o la acuicultura** (<https://www.fao.org/gleam/en/>), estos datos no están armonizados en todo el sistema alimentario mundial.

Además, aunque algunos estudios han estimado el uso de alimentos animales en los sistemas agrícolas y acuícolas, no tienen en cuenta las **diferencias a nivel de país** (<https://doi.org/10.1073/pnas.1801692115>) en el uso de alimentos o solo tienen un **enfoque regional** (<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.035>). Aquí combinamos y armonizamos datos de varias fuentes, incluida la producción agrícola, ganadería y acuicultura, así como pesquerías silvestres, y cuantificamos la dinámica de los flujos mundiales de alimentos con notable detalle (Fig. 2).

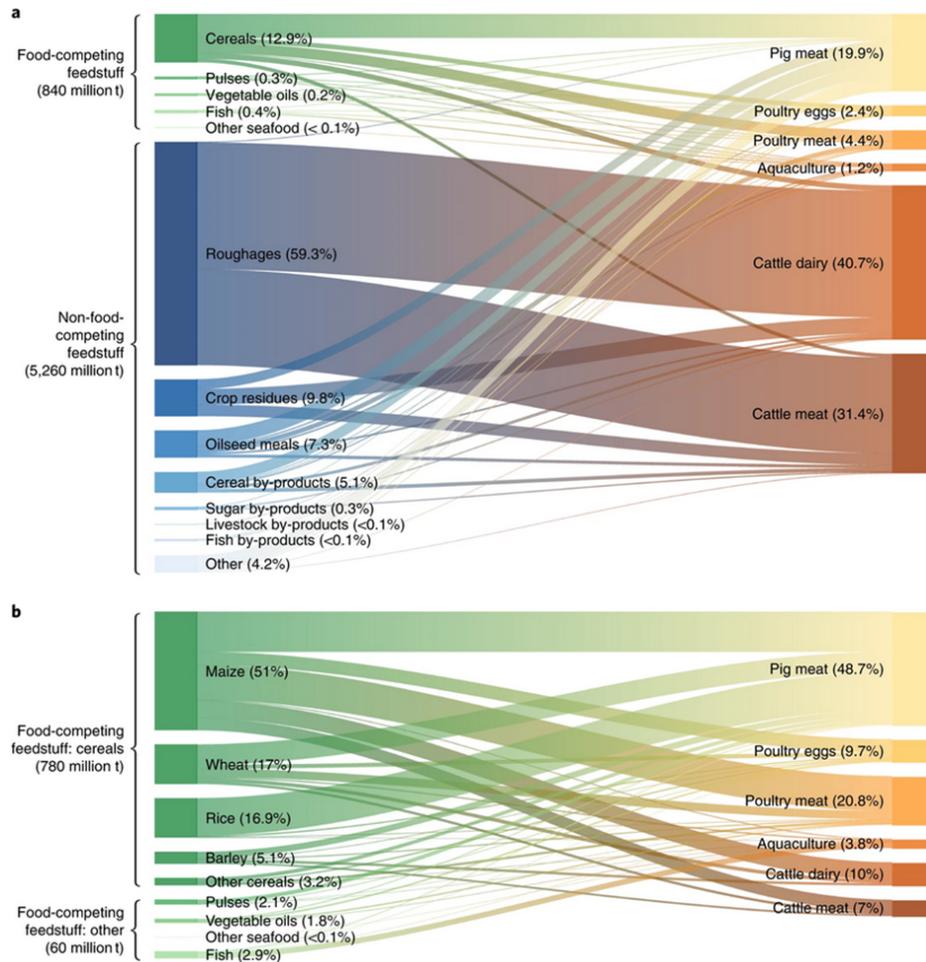


Fig. 2: Flujos de uso de materiales de piensos en el sistema alimentario mundial (peso de materia seca). (a) Todos los flujos de alimentación. (b) Flujos solo para piensos que compiten con los alimentos. Los porcentajes se refieren a las proporciones de las categorías de uso de piensos (a la izquierda) y las proporciones del uso de piensos en grupos específicos de producción animal (a la derecha) del uso global total de piensos.

Los resultados de nuestro estudio demostraron el considerable potencial de aumentar el uso de subproductos del sistema alimentario en el sistema alimentario actual. Nuestro análisis amplía y complementa las evaluaciones existentes basadas en escenarios, que han determinado que es posible mantener adecuado el suministro mundial de alimentos restringiendo el uso de alimentos para el ganado a solo alimentos que no compitan, combinado con cambios en los niveles de producción ganadera y, por lo tanto, cambios en la dieta. Al cuantificar el potencial para reducir el uso de piensos que compiten con los alimentos en el sistema alimentario mundial actual, pudimos estimar cómo aumentar el suministro mundial de alimentos sin consumir recursos naturales adicionales.

Descubrimos que reducir el uso de cereales como piensos presenta el mayor potencial para aumentar el suministro mundial de alimentos. Sin embargo, el aumento del suministro de pescado entero, legumbres y aceites de semillas oleaginosas también puede contribuir sustancialmente a la nutrición humana, especialmente en términos de proteínas y grasas (Fig. 3). En particular, también mostramos

que estos potenciales varían en todo el mundo (Fig. 4). El comercio global puede aumentar la disponibilidad de subproductos del sistema alimentario, y por lo tanto el potencial de reemplazo, en algunas regiones, pero en este análisis, solo se permitió el comercio intrarregional.

Fig. 3: Uso mundial de piensos que compiten con los alimentos. Los valores representan promedios entre 2016 y 2018 para el contenido de energía (kcal) (a); contenido de proteínas (b); contenido de grasa (c); y cantidades (peso de materia seca) (d). Las barras de error representan el rango de incertidumbre total para diferentes alimentos. El uso del alimento está codificado por colores para cada grupo de alimentos.

Fig. 4: Disponibilidad teórica de subproductos y residuos. (a) Los residuos de cultivos incluyen residuos de arroz, cereales, caña de azúcar y legumbres. (b) Los subproductos del procesamiento del azúcar incluyen melaza de remolacha azucarera y caña de azúcar, así como pulpa de remolacha azucarera. (c) La pulpa de cítricos incluye los subproductos del procesamiento de jugo de cítricos. (d) Los granos de destilería incluyen los subproductos de la producción de etanol de maíz y la elaboración de cerveza de cebada. (e) El salvado de cereales incluye salvado de cebada, trigo sarraceno, maíz, mijo, avena, legumbres, arroz, centeno, sorgo, trigo, fonio, triticale y otros cereales. (f) Las harinas de semillas oleaginosas incluyen semillas de colza, soja, semillas de girasol, semillas de palma, semillas de sésamo, semillas de algodón, maní y otras harinas de semillas oleaginosas. (g) Los subproductos de ganado incluyen subproductos de origen no rumiante, incluida la harina de sangre, la harina de plumas hidrolizadas, la harina de carne, la harina de subproductos de aves y el aceite de aves. (h) La harina de pescado a partir de subproductos de pescado incluye subproductos del procesamiento de pescado tanto de acuicultura como de captura silvestre. Los valores se calcularon restando el uso global actual de alimentos de la producción potencial de subproductos y luego ajustando los subproductos disponibles

sobre la base de la participación de cada país en la producción global.

Adaptado del original.

El potencial de sustitución del uso de piensos de calidad alimentaria podría incrementarse aún más considerando también el desperdicio de alimentos y alimentos viejos, es decir, alimentos fabricados para consumo humano pero no consumidos por humanos por **razones prácticas o logísticas** (<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126290>). Los desechos de alimentos posconsumo pueden ser seguros y nutritivos para los cerdos cuando se tratan adecuadamente, y los desechos de alimentos de origen vegetal preconsumo también pueden alimentar a los rumiantes. La sustitución de piensos que compiten con los alimentos por residuos alimentarios podría ahorrar hasta 8,8 millones de toneladas de cereales comestibles para humanos en la Unión Europea, además de nuestras estimaciones de 14,7-18,6 millones de toneladas sobre el potencial de sustitución de cereales con subproductos y residuos de cultivos en Europa.

Además, los subproductos del sistema alimentario que aún no se han considerado en este estudio (como los subproductos de las industrias láctea o panadera) han mostrado un considerable potencial como alimento en estudios de casos con poca o ninguna reducción en la productividad. Por lo tanto, su potencial de reemplazo debe incorporarse y evaluarse en futuros estudios globales. Se justifica una mayor investigación sobre el potencial de reemplazo de los piensos que compiten con los alimentos con diferentes subproductos y residuos en la nutrición animal.

A pesar del alto potencial, las perspectivas de reemplazar parte de los alimentos con los alimentos con subproductos y residuos del sistema alimentario se enfrentan a varios desafíos. Por ejemplo, la producción de alimentos alternativos puede verse limitada por la disponibilidad de subproductos y residuos o por las reglamentaciones existentes, como la prohibición del reciclaje de alimentos dentro de una especie en la producción de animales de granja en la Unión Europea.

Los aspectos nutricionales también pueden limitar el potencial. Algunos subproductos son de menor calidad nutricional y pueden contener compuestos antinutritivos o altas cantidades de fibra que pueden conducir a una disminución de la producción animal, especialmente en animales monogástricos. Este es particularmente el caso de los residuos de cultivos, que muestran el mayor potencial de disponibilidad (Fig. 5).

Fig. 5: Uso de alimentos y disponibilidad teórica de subproductos del sistema alimentario, incluido el rango de incertidumbre. El mayor uso de subproductos en la alimentación al aplicar el potencial de reemplazo analizado en este estudio. Se muestra el rango de incertidumbre para el uso actual del alimento (izquierda), el uso adicional del alimento cuando se aplica el reemplazo (centro) y otros usos/disponibilidad teórica (derecha). Los valores negativos se refieren al uso de alimento que excede la disponibilidad potencial. Adaptado del original.

El reemplazar alimentos de alta calidad con materiales alternativos de biomasa podría resultar en una menor productividad ganadera y acuícola o en un contenido nutricional reducido (por ejemplo, composición de ácidos grasos) de los productos básicos producidos. La cría de especies de ganado o peces que pueden consumir alimentos de menor calidad (como los residuos de cultivos) puede aumentar el uso potencial de estos **subproductos y residuos** (<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.329>), como alimento. Si el uso de alimentos de menor calidad se considera beneficioso desde una perspectiva de sistemas circulares más amplios— por ejemplo, con el apoyo de incentivos políticos— las reducciones en la productividad podrían ser aceptables para los productores.

Además, el procesamiento de subproductos mediante, por ejemplo, fermentación u otros tratamientos químicos o aditivos puede mejorar su valor nutricional. Sin embargo, como se muestra en los diferentes estudios de experimentos con alimentos que revisamos, el procesamiento de cultivos y los subproductos animales tienen una calidad nutricional particularmente valiosa y pueden reemplazar el uso de alimentos para alimentos mientras se mantiene la productividad.

Es posible formular dietas completamente basadas en piensos que no compiten con los alimentos, incluso a **niveles muy altos de producción animal** (<https://doi.org/10.3168/jds.2017-14209>). Además, muchos subproductos (especialmente los generados en el procesamiento de ganado y pescado) tienen un alto contenido de agua y son altamente perecederos, o su producción es estacional (como también es el caso de los residuos de cultivos). Por lo tanto, requieren una infraestructura adecuada y conocimientos técnicos para la estabilización, recolección, transporte, almacenamiento y procesamiento, que actualmente no existen.

## Producción de tilapia enriquecida con omega-3 a través de dieta de harina de algas o aceite de pescado

Este estudio evaluó el efecto de las dietas suplementadas con aceite de pescado y harina de algas para el enriquecimiento de LC-PUFA en tilapia juvenil del Nilo. Las dietas experimentales son prometedoras como una opción viable para enriquecer el contenido de omega-3 en los filetes de tilapia.



Global Seafood Alliance

Al aumentar el uso como alimentos de subproductos y residuos del sistema alimentario, es importante tener en cuenta el impacto de la reducción de las materias primas disponibles para otros usos competitivos, como la bioenergía, los productos farmacéuticos y la producción de fertilizantes. Sin embargo, incluso cuando se aplica el máximo potencial de reemplazo que se muestra en este estudio, gran parte de los residuos de cultivos y los subproductos de pescado y ganado permanecerían disponibles para otros usos (Fig. 3). El tema de los usos competitivos es, por lo tanto, más crítico para otros grupos de subproductos, como los subproductos del procesamiento de cultivos. Sin embargo, se puede argumentar que la producción de alimentos debe priorizarse sobre otros usos de estos flujos de biomasa, ya que los otros usos generalmente pueden utilizar múltiples materiales alternativos, mientras que los alimentos solo se pueden producir **dentro de sistemas alimentarios** (<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100330>).

Además, si el objetivo es desvincular totalmente la producción animal del uso de la tierra cultivable y, en consecuencia, limitar la producción de subproductos solo a la producción de alimentos, la disponibilidad de subproductos impulsados por el uso de piensos, como las harinas de soja, sería considerablemente menor. La complejidad en la utilización de los subproductos del sistema alimentario destaca que se requiere una **perspectiva amplia de los sistemas** ([https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30277-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30277-1)), complementada con más investigación para comprender completamente el potencial de reemplazo, los desafíos prácticos y las compensaciones relacionadas con la realización de este potencial.

El aumento del consumo humano de piensos de calidad alimentaria también presenta desafíos. Primero, no todos los cereales forrajeros cumplen con los estándares de calidad alimentaria establecidos por los fabricantes o las agencias gubernamentales. El cambio de la producción de cultivos forrajeros a la producción de cultivos alimentarios podría requerir insumos adicionales, como una mayor fertilización. En segundo lugar, se deben considerar las preferencias de los consumidores, como los aspectos culturales y de gusto. Por ejemplo, el pescado entero utilizado en las industrias de harina y aceite de pescado (es decir, pescado forrajero) consiste principalmente en especies de peces pelágicos pequeños y óseos, otros peces de captura incidental de bajo valor o individuos juveniles. Estos a menudo no son los preferidos para el consumo humano directo, y pueden requerir procesamiento y conservación (por ejemplo, enlatados, curados o secos) para una **mayor aceptación y usos** (<https://doi.org/10.1080/10641260802677074>) en la dieta humana. Sin embargo, estos pequeños pescados son a menudo de bajo costo y altamente nutritivos, y pueden servir como valiosas adiciones dietéticas, especialmente en regiones donde los productos pesqueros más caros no están al alcance de muchas personas.

Nuestro estudio proporciona cuantificaciones preliminares, pero se debe evaluar una gama más amplia de subproductos y su potencial de reemplazo en estudios futuros, que también incluyan un modelo de comercio más completo. Específicamente, algunas categorías de piensos que compiten con los alimentos excluidas en este estudio, como raíces y tubérculos, podrían presentar oportunidades de reemplazo adicionales.

Además, estimar las limitaciones potenciales de reemplazo en la nutrición animal es un desafío, ya que las necesidades nutricionales de los animales difieren en las diferentes etapas de crecimiento y niveles de producción. Las estimaciones utilizadas en este estudio se basaron en estudios de experimentos de alimentación que consideran cada material de reemplazo individualmente. En la práctica, las dietas de los animales probablemente estarían diseñadas para incluir varios materiales de reemplazo diferentes simultáneamente (por ejemplo, salvado, pulpa de remolacha azucarera y harinas de semillas oleaginosas). Sin embargo, su efecto combinado necesitaría una consideración más cuidadosa, ya que podría afectar el valor nutricional y la palatabilidad del producto final o la salud animal. Sobre la base de estas limitaciones, nuestros resultados deben considerarse como el potencial teórico de un cambio biofísico. Estos hallazgos deben combinarse con más estudios a nivel local sobre el potencial de reemplazo práctico, que también tenga en cuenta los factores sociales y económicos.

## Perspectivas

Un uso más eficiente de los subproductos y residuos del sistema alimentario puede reducir la competencia entre alimentos y piensos, y aumentar el suministro mundial de alimentos sin aumentar el uso de valiosos recursos naturales. Esto, en combinación con otras medidas, es una acción que se necesita con urgencia en la transición hacia sistemas alimentarios más sostenibles y circulares, que son objetivos destacados en muchas estrategias nacionales y a nivel de la Unión Europea.

Sin embargo, aprovechar el potencial sin explotar de los subproductos y residuos del sistema alimentario requeriría un cambio de paradigma que valore más el uso eficiente de los materiales y la capacidad de los sectores ganadero y acuícola para hacer circular la biomasa no apta para alimentos de regreso a los sistemas alimentarios a través del uso de piensos. Se necesitarían intervenciones de políticas y regulación en la gestión de los recursos de piensos y para proporcionar incentivos para que las industrias de alimentos animales desarrollen e innoven soluciones para un mayor uso de los materiales menos utilizados como piensos, como destaca nuestro estudio.

## Author

---



**VILMA SANDSTRÖM, PH.D.**

Corresponding author  
Water & Development Research Group, Espoo, Finland

[vilma.sandstrom@allto.fi](mailto:vilma.sandstrom@allto.fi) (<mailto:vilma.sandstrom@allto.fi>)

Copyright © 2022 Global Seafood Alliance

All rights reserved.