



Ensilado de pescado:
antigua alternativa nutritiva
con usos emergentes

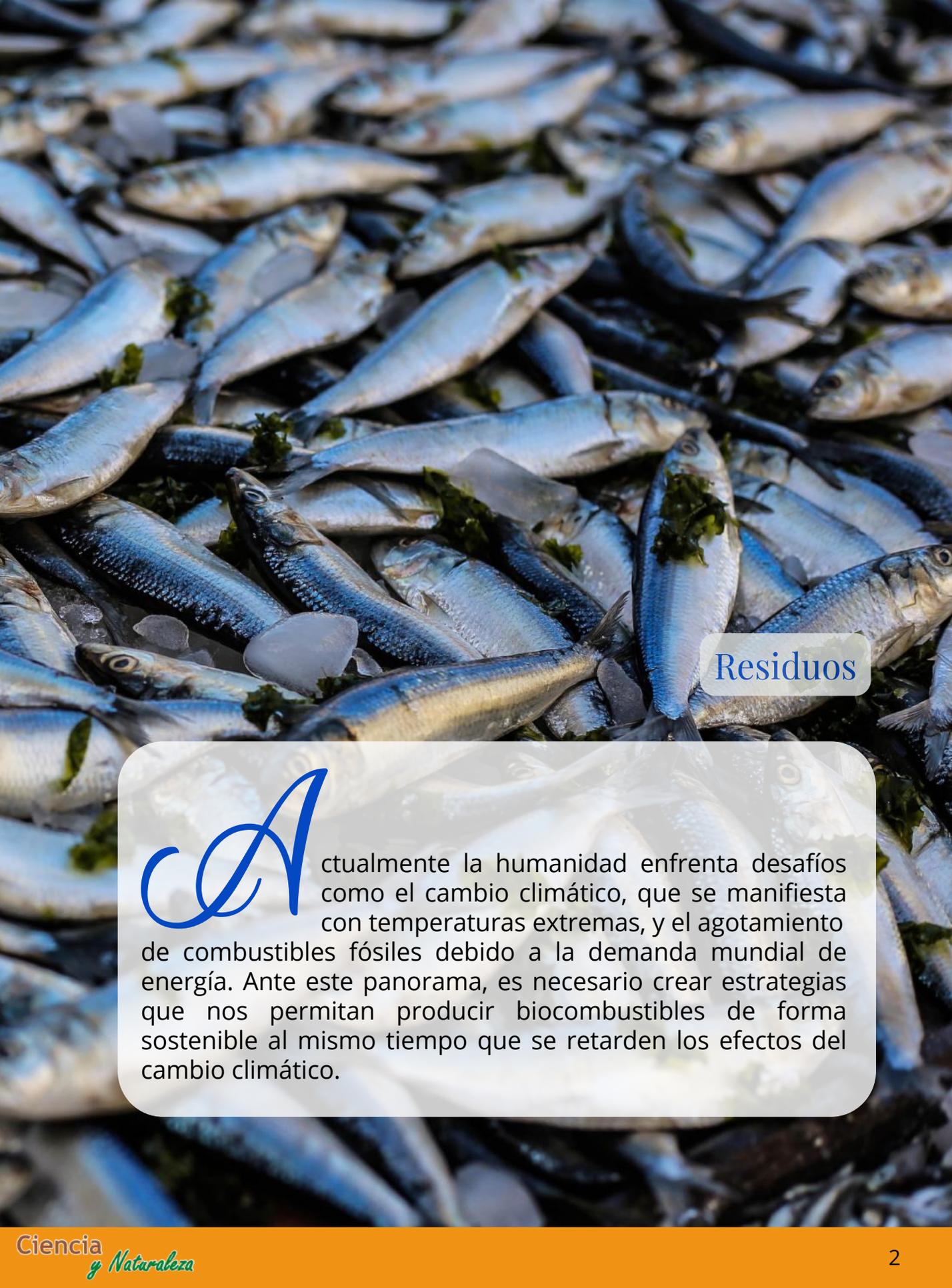
Ruby A. Valdez Ojeda
Regina de Monserrat González Balderas
Neith A. Pacheco López



Ensilado de pescado: antigua alternativa nutritiva con usos emergentes

Cómo citar este artículo: Valdez-Ojeda RA, González-Balderas RM, Pacheco-López NA. 2025. Ensilado de pescado: antigua alternativa nutritiva con usos emergentes. Revista Ciencia y Naturaleza (1115)





Residuos

Actualmente la humanidad enfrenta desafíos como el cambio climático, que se manifiesta con temperaturas extremas, y el agotamiento de combustibles fósiles debido a la demanda mundial de energía. Ante este panorama, es necesario crear estrategias que nos permitan producir biocombustibles de forma sostenible al mismo tiempo que se retarden los efectos del cambio climático.



Por otro lado, la generación de desechos orgánicos o inorgánicos ha ocasionado serios problemas al ambiente. Sin embargo, su uso adecuado puede generar recursos valiosos. Hoy en día, diferentes residuos pueden ser manejados bajo un esquema en el cual se utilizan para producir biocombustibles y distintos tipos de materias primas, reduciendo simultáneamente los residuos que se desechan al medio ambiente. Este esquema se denomina “economía circular”, el cual es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para darles un valor agregado. Un ejemplo es el ensilado de pescado, un residuo o desecho orgánico con alto contenido de proteínas al cual se le puede dar interesantes usos alternativos.

Ensilado

Para poder entender los usos y aplicaciones del ensilado de pescado, particularmente en la producción de bioenergía, lo primero que debemos de entender es:

¿Qué es un ensilado? El ensilaje o ensilado es un método de conservación de forrajes y/o subproductos agroindustriales con alto contenido de humedad (60-70%).

Su realización consiste en la compactación de algún forraje o subproducto húmedo, para reducir la cantidad de aire presente. Seguido de esto, se proveen de condiciones anaerobias para la fermentación del ensilado por medio del crecimiento de bacterias endógenas (bacterias que forman parte de la flora bacteriana del sustrato) que acidifican el material compactado (Figura 1).





Por tanto, el ensilado resulta de la fermentación anaeróbica de un material orgánico húmedo. Para el caso de ensilados a partir de materia orgánica vegetal de residuos agrícolas, su elaboración ocurre principalmente en los periodos de cosecha, asegurando con ello su frescura.



Figura 1. Desechos de materia orgánica y ensilado.



Ensilado de pescado

Este método de procesamiento permite la conservación de la materia orgánica por largos periodos de tiempo. El método del ensilado se puede aplicar a cualquier material orgánico residual, como los residuos del procesamiento de pescado.

El ensilado de pescado se produce a partir de residuos que generalmente no son de consumo humano. Esto se debe principalmente a que la cantidad de desechos generados en la industria acuícola, dependiendo del nivel de procesamiento y tipo de pescado, es de entre 20 y 80% (1).

El proceso de producción de pescado implica: desollar, descabezar, separar la carne del hueso, desescamar, cortar aletas, filetear, separar las venas, vísceras y huesos. Posteriormente, los desechos se llevan a condiciones de fermentación (condiciones anaerobias) para inducir la acidificación de los residuos compactados y obtener el ensilado. Posteriormente, el ensilado es molido y procesado para obtener pellets o polvo, ya que de esta forma puede ser empleado como alimento (Figura 2).

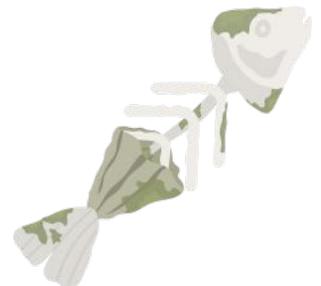
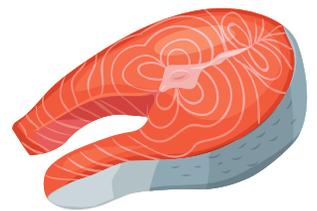
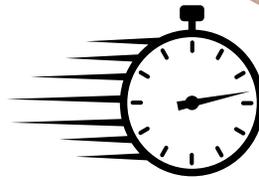
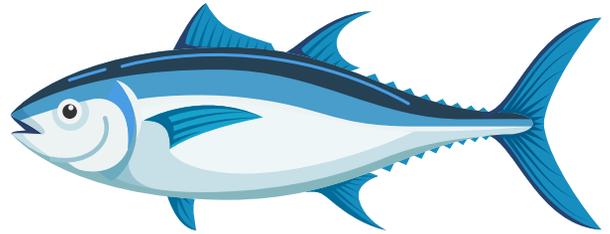




Figura 2. A. Desechos de pescado; **B.** Ensilado procesado en pellets.

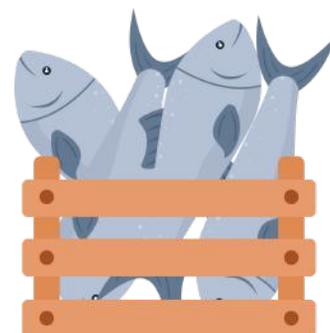
El proceso de fermentación de los residuos comienza con la degradación de las proteínas presentes en el pescado para generar aminoácidos, a través de la hidrólisis de los enlaces peptídicos por acción de enzimas proteolíticas. Los aminoácidos son asimilados por bacterias lácticas (añadidas al ensilado), por acción de enzimas amino-oxidasas. Esto provoca el crecimiento de éstas bacterias, imponiendo rápidamente condiciones de fermentación, ya que degradan los residuos de pescado metabolizando o degradando las proteínas en el proceso de hidrólisis generando aminas biogénicas.

Las aminas biogénicas son compuestos nitrogenados que se forman cuando las enzimas de los microorganismos transforman los aminoácidos de los alimentos. A su vez, la formación de estos compuestos provoca la disminución del pH. Este proceso disminuye la concentración de proteínas, con lo cual se evita el crecimiento de hongos y bacterias patógenas (2). Además, la acidez del medio permite que los aminoácidos presentes en el ensilado como isoleucina, treonina, cistina, metionina y lisina se establezcan (no se degraden por la acción del medio ambiente o microorganismos) lo cual es conveniente para su uso como alimento, ya que el ensilado mantiene su alto valor nutricional.



Contenido nutrimental

El ensilado de pescado varía en composición, pues depende de los materiales de inicio empleados. Sin embargo, de manera general, es una mezcla de proteínas hidrolizadas, lípidos, carbohidratos y minerales. Aunque las proporciones varían en función a la cantidad de huesos o vísceras, en promedio tiene 50-60% de proteína, 12-21% de grasa, 9-12% de carbohidratos y 7-9% de minerales (cenizas) en base seca. Contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, incluyendo metionina, leucina, treonina, isoleucina, y lisina.



Por su alto contenido en proteína, contiene N (nitrógeno), y debido a que los huesos también son parte del ensilado, contiene fósforo (P), calcio (Ca) y magnesio (Mg), cantidades moderadas de manganeso (Mn), hierro (Fe) y zinc (Zn), y bajo contenido en potasio (K). Particularmente, los residuos de cabezas, esqueletos, aletas ventrales y vísceras como hígado y hueva también son ricos en proteínas de alta calidad, ácidos grasos omega-3, vitaminas A, D, y B; y minerales como hierro, zinc, selenio y yodo.

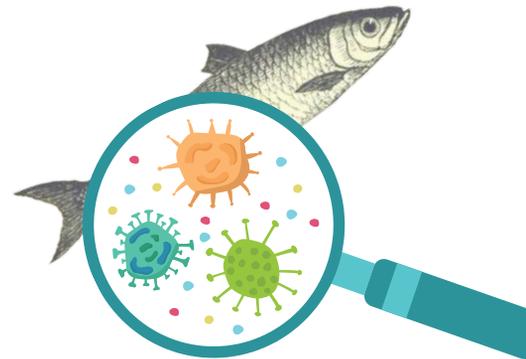
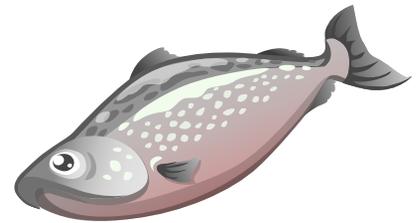
Alternativa nutritiva

El ensilado de pescado representa una alternativa alimenticia para animales. En un estudio se emplearon diferentes especies de peces como *Peprilus snyderi*, *Sphyrna ensis*, *Trachynotus ovatus* entre otros, para producir ensilado usando bacterias lácticas del género *Lactobacillus* sp. y 18% de melaza de caña de azúcar para promover su fermentación.



El ensilado resultante se empleó para alimentar pollos de engorda, cuya carne no se afectó en su composición química o atributos sensoriales de calidad, a pesar de que se emplearon diferentes especies de peces (3).

También se han empleado especies de peces invasores. Este es el caso del pez sapo o pez diablo (*Plecostomus* sp.), invasor del río Balsas en México, que a partir de los 90's empezó a aparecer en los cuerpos de agua dulce. El ensilado de esta especie se evaluó para la engorda de borregos, a través del consumo de alimento con 18% de ensilado con lo cual incrementó 211 g/día el peso del borrego. Entonces la producción y engorda de borregos se puede volver más rentable mediante el uso de ensilado de pez sapo como alternativa alimenticia de bajo costo (4).



En general, el ensilado de pescado se puede emplear en la alimentación de herbívoros y omnívoros, o incluso como suplemento parcial de la harina de pescado para organismos acuáticos. Particularmente, su alto contenido en proteína y gran digestibilidad, aunado a su bajo costo en comparación con la harina de pescado, son los factores que han ocasionado que el ensilado de pescado sea una gran alternativa de alto valor biológico para la alimentación animal (5).

Su uso en marranas gestantes y lactantes permitió el incremento en peso en la etapa de gestación y en la digestibilidad en las dietas con la inclusión del procesamiento de *Penaeus vannamei* (6).



Adicionalmente, su empleo como alimento reduce de manera importante los costos. Esto debido a que el 60% del costo de la producción del ganado es derivado de la alimentación (5).

Medio de cultivo y fertilizante

El ensilado de pescado también ha sido utilizado en agronomía como fertilizante y como medio nutritivo para el cultivo de microalgas verdes de agua dulce o salada (ver cuadro de conceptos) (Figura 3).

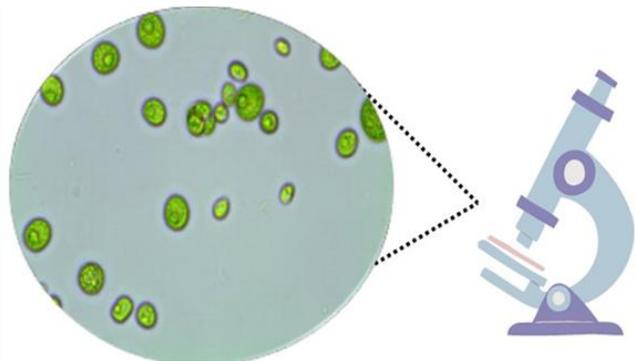


Figura 3. Cultivo de microalgas observadas al microscopio.

El ensilado de pescado al 9% promovió alta producción de biomasa en *Nannochloropsis oculata* y en *Scenedesmus* sp. logrando mayor productividad de proteína, carbohidratos y lípidos. El ensilado de pescado, por tanto, es un componente nutritivo para el crecimiento de *Scenedesmus* para una alta producción de lípidos, los cuales se pueden emplear para producir biocombustibles líquidos, como el biodiesel (7). De esta manera se ha empleado en *Chroococcus* sp., *Haematococcus pluvialis*, *Dunaliella* sp. y otras especies, las cuales han asimilado entre 10 y 50% de ensilado de pescado con incrementos en el contenido de lípidos (8).



También en agricultura se ha empleado ensilados de pescado como fertilizante. Este es el caso del cultivo hidropónico de tomate silvestre y comercial, cuyo empleo incrementó el tamaño del tallo principal y número de ramas (9). Esto indica que el nitrógeno del ensilado de pescado es el principal componente que promovió el crecimiento de las plantas de tomate. Este también es el caso de *Brassica rapa* L subsp. *chinensis*, la cual fue tratada con el lixiviado de la fermentación del ensilado de pescado en concentraciones de 1, 2.5, 5, 7.5 y 10%, con lo cual se obtuvo mayor crecimiento de la planta, mayor número de hojas, de peso y rendimiento total, así como mayor contenido de pigmentos (2).

Biodiesel y biogás

El ensilado de pescado también se ha empleado para la producción de diferentes productos y biocombustibles (Figura 4), tales como biogás y biodiesel (ver cuadro de conceptos). Para ello se usan diferentes estrategias metodológicas; en este sentido, se ha encontrado que los aceites derivados de cabezas, piel, escamas y demás residuos de tilapia, contienen una alta concentración de FAME (ésteres metilo de ácidos grasos), los cuales se pueden convertir químicamente en biocombustibles.

Por otra parte, el aceite derivado de las vísceras de pescado también puede ser aplicado para la producción de biocombustibles pero requiere de tratamientos adicionales para su neutralización y conversión en FAME (10).





Por otra parte, los desechos del procesamiento de filete de tilapia, han sido utilizados para la obtención de aceite, con lo cual se ha obtenido un rendimiento de 43% (m/m). Diferentes proporciones o mezclas de aceite de tilapia y aceite de diésel (25, 50 y 75%) fueron evaluadas y se determinó que el aceite de pescado presenta bajos valores de peróxido, por el alfa-tocoferol del ensilado, lo cual previene su oxidación.



Otros parámetros fisicoquímicos como bajo contenido de cenizas, densidad y el punto de inflamación sugieren su potencial, dado que están en concordancia con las especificaciones de la norma Europea. (11). Otras estrategias se han basado en el uso del aceite residual de pescado con petrodiesel como solvente para obtener biodiesel por transesterificación (12).



El ensilado de pescado es también una alternativa para la producción de biogás, el cual es producto de la acción fermentativa de bacterias sobre el ensilado. La producción de biogás a partir de ensilado es una estrategia impulsada por muchas piscifactorías, por ejemplo, en Noruega. En estos procesos se emplean mezclas de desechos de ganadería y piscadería, con el objetivo de lograr altos rendimientos en producción de biogás. Esto debido a que se enriquece con nitrógeno. De hecho, se evaluaron diferentes porcentajes de ensilado de pescado (3%, 6%, 13% 16% y 19%), junto con estiércol de vaca para la generación de biogás, siendo la mezcla de 16% de desechos de pescado y 84% de estiércol, la que generó la mayor cantidad de metano, alcanzando 0.4L gSV-1.



Los desechos de pescado incrementaron la producción de metano en 100%. Sin embargo, si se adiciona en exceso puede conducir a la acumulación de amonio (NH_4^+) amoníaco (NH_3) y ácidos grasos volátiles (AGV) (13).

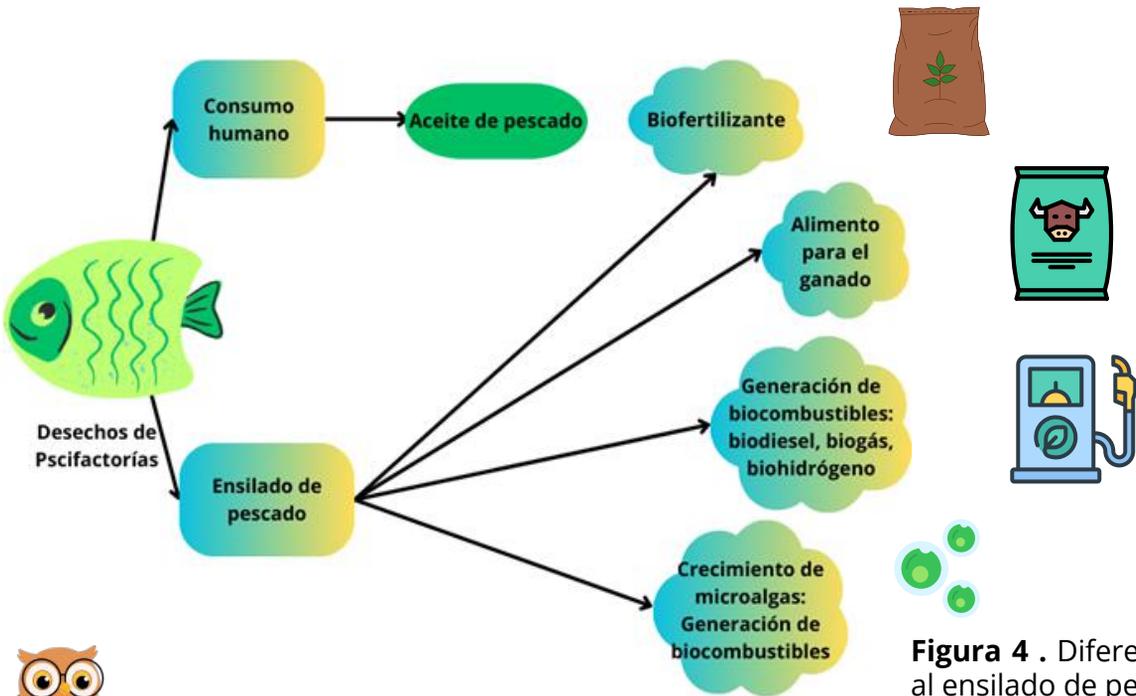


Figura 4 . Diferentes usos al ensilado de pescado.



Para llevar

El procesamiento de peces genera una enorme cantidad de residuos que pueden ser aprovechados para la producción de alimento para ganado, para el crecimiento de microalgas con capacidad para producir biocombustibles, o bien para producir biocombustibles como metano, biodiesel, etc. Particularmente, es su alto contenido de proteína lo que destaca para su uso como alimento, y su composición lipídica para su uso como biocombustible. Aunque son limitados los estudios sobre el potencial del ensilado de pescado para producir biocombustibles, su uso como alimento para el ganado ha generado importantes beneficios económicos y nutrimentales. 



Agradecimientos

El presente trabajo agradece al proyecto 321295 financiado en el Convocatoria Soberanía Alimentaria 2022-1: Desarrollo e implementación de metodologías sustentables para el aprovechamiento de biomasa de algas, residuos pesqueros y acuícolas de la península de Yucatán, para su valorización como ingredientes alimenticios nutritivos y productos funcionales.

Conceptos

Ensilado biológico: Se basan en la fermentación ácido-láctica y son excelentes productos proteínicos de alto valor biológico que se han empleado para la alimentación animal

Ensilado de pescado: es producido con peces de bajo valor comercial o desechos del procesamiento de peces licuados por la adición de ácidos, bacterias y/o enzimas.

Fermentación anaerobia: proceso metabólico que se produce sin oxígeno, en el que bacterias, levaduras y hongos descomponen moléculas orgánicas para obtener energía.

Omega 3: Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga presentes en pez azul y mariscos, así como en semillas (linaza, canola, nueces).

Biodiesel: combustible líquido obtenido de procesos químicos (esterificación) realizados a aceites naturales como grasas animales o vegetales.

Bacterias endógenas: bacterias que forman parte de los ecosistemas internos normales, también conocidas como flora bacteriana.

Biogás: combustible gaseoso producto de la fermentación bacteriana de materia orgánica.

Microalgas: organismos fotótrofos conformadas en cenobios o en solitario, dependiente de luz solar y materia inorgánica u orgánica para su crecimiento.

Hidrolisis: proceso que rompe los enlaces peptídicos de las proteínas para generar aminoácidos libres.

Amino-oxidasas: familia de enzimas que metabolizan monoaminas, diaminas, cadenas laterales metiladas de lisina en las proteínas y poliaminas.



Para Consulta

1. Islam J, Yap EES, Krongpong L, *et al.* 2021. Fish waste management - An assessment of the potential production and utilization of fish silage in Bangladesh, Philippines and Thailand. FAO.
2. Karim N, Lee M, Mat Arshad A. 2015. The effectiveness of fish silage as organic fertilizer on post-harvest quality of pak choy (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis*). *International Journal of Food Science & Technology* 4
3. Ramírez RJC, Ibarra EJI, Leyva RG, *et al.* 2016. Use of biological fish silage in broilers feed: Effect on growth performance and meat quality. *J Anim Plant Sci.* 27(3):4293–4304
4. Cipriano SM, Rojas HS, Olivares PJ, *et al.* 2018. Engorda de corderos, alimentados con ensilado de pez sapo (*Plecostomus* sp), como fuente de proteína animal. *Foro de Estudios sobre Guerrero* 5 605-10
5. Fernández Herrero A, Fernández Compás A, Salomone A, *et al.* 2017. Utilización de inóculo comercial para la producción de ensilado de pescado. *Estudio preliminary. Revista Electrónica de Veterinaria* 18: 1-8
6. Héctor SS, Enrique BJ, Edwin UA, *et al.* 2015. Efecto de tres niveles de ensilado biológico de cabeza de *Penaeus*, en alimentación de cerdos (*Sus escrofa*) en las etapas fisiológicas de gestación y lactación. *Manglar* 10: 27-38
7. Abdulsamad JK, Varghese SA. 2017. Effects of fish silage on growth and biochemical characteristics of fresh water microalga *Scenedesmus* sp. *MB 23. Agriculture and Natural Resources* 51: 235-42
8. Vidya D, Nayana K, Sreelakshmi M, *et al.* 2023. A sustainable cultivation of microalgae using dairy and fish wastes for enhanced biomass and bio-product production. *Biomass Conversion and Biorefinery* 13: 6859-73
9. Luciano E, Salinas D, Núñez C, *et al.* 2020. Ensilado biológico de pescado y su efecto sobre el crecimiento de plantas de tomate silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.) y comercial (*S. lycopersicum* L.). *Cátedra Villarreal* 7
10. García-Moreno PJ, Khanum M, Guadix A, *et al.* 2014. Optimization of biodiesel production from waste fish oil. *Renewable Energy* 68: 618-24
11. Santos CEd, Silva Jd, Zinani F, *et al.* 2015. Oil from the acid silage of Nile tilapia waste: Physicochemical characteristics for its application as biofuel. *Renewable Energy* 80: 331-7
12. Parida S, Pali HS, Chaturvedi A, *et al.* 2024. Production of biodiesel from waste fish fat through ultrasound-assisted transesterification using petro-diesel as cosolvent and optimization of process parameters using response surface methodology. *Environmental Science and Pollution Research* 31: 25524-37
13. Solli L, Bergersen O, Sørheim R, *et al.* 2014. Effects of a gradually increased load of fish waste silage in co-digestion with cow manure on methane production. *Waste Management* 34: 1553-9



Conceptos

Aminas biogénicas: compuestos nitrogenados de bajo peso molecular que se forman a partir de la transformación de aminoácidos en alimentos.

Enzimas proteolíticas: catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos de las proteínas, lo que produce aminoácidos libres o péptidos

Crédito de imágenes en orden de aparición: Oziel Gómez (Pexels, P), 27707 (Pizabay, Pi), Katkat (Pi), Grapgraphic49, kontrast-fotodesign (Getty Images, GI), BerglindJack (GI), Curtis Wong (P), pentagrafis, Stephen Barnes (GI), Christian Vogel - CvArt (GI), OpenClipart-Vectors (Pi), Creative Studio, Memed Rnh, manfredxy, Anneleven, goodstudio, Trendify, AM-C (GI), Jan-Otto (GI), Fine Art, Kenny, mali maeder (Pi).

Dr. Jorge Rocha

Editor Asociado Revista CyN

Diseño de publicación: Yareli Fiburcio



Ruby Alejandra Valdez Ojeda

Unidad de Energía Renovable. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Líder del grupo de investigación sobre microalgas dulceacuícolas y marinas para la evaluación de su potencial en la producción de hidrógeno y ácidos grasos útiles para producir biocombustibles. Así también develamos las relaciones genéticas de las microalgas colectadas en campo y cultivadas in vitro.

contacto: ruby.valdez@cicy.mx



Regina de Monserrat González Balderas

Estancias Posdoctorales por México adscrita a la Unidad de Energía Renovable del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Investigadora en temas relacionados a la producción de biocombustibles a partir de fuentes renovables. Valorización de residuos y producción y tratamiento de biomasa de microalgas con fines de producción de biocombustibles.

contacto: estnutrimmicroalga@cicy.mx



Neith Aracely Pacheco López

Centro Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco (CIATEJ), Subsele Sureste Investigadora en el área de tecnología de alimentos y biotecnología, con especial énfasis en el aprovechamiento de residuos agrícolas, acuícolas y pesqueros para la obtención y caracterización de macromoléculas y compuestos bioactivos y sus diversas aplicaciones.

contacto: npacheco@ciatej.mx