

Uso de subproductos acuícolas en la elaboración de ensilajes biológicos y químicos: una revisión

The use of aquaculture by-products in the production of biological and chemical silage: a review

Gina De La Cruz-Calderón ^{1*}  Nátaly Perales Dávila ² 
Pedro W. Gamboa-Alarcón ¹ 

¹ Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH). Jr. José Osoreo N° 418, Chota, Cajamarca, Perú

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

* Autor de correspondencia [e-mail: ginadelacruz499@gmail.com]

RESUMEN

En los últimos años la demanda de los productos acuícolas se ha incrementado, por tanto nuevos sistemas de crianza fueron implementados para optimizar la cadena productiva, no obstante, los residuos se incrementaron afectando el medio ambiente; ante esta situación, existen iniciativas para aprovechar los residuos mediante la generación de subproductos como los ensilajes químicos y biológicos; estos productos son aplicados a diferentes sistemas de crianza y de acuerdo a las investigaciones realizadas hay evidencias que han demostrado buena aceptabilidad del producto, aumento en el crecimiento, ganancia de peso, resistencia a enfermedades y beneficio económico para los productores. En ese sentido, la presente revisión tiene por objetivo identificar los principales residuos acuícolas que son utilizados, así como los insumos para la obtención de ensilajes, además, de los principales aditivos utilizados por los investigadores y evaluar los efectos del uso de subproductos acuícolas en sistemas de crianza. Según lo revisado los principales efectos de la aplicación de ensilados permite la ganancia de peso, mayor resistencia a las enfermedades y mayor tasa de crecimiento; además los microorganismos más utilizados en los ensilajes biológicos son los del género *Lactobacillus* con 28,6% y la especie *Aspergillus Oryzae* con 10%.

Palabras clave: fermentación, residuos, aprovechamiento, vísceras, sostenibilidad.

ABSTRACT

In recent years the demand for aquaculture products has increased, therefore new breeding systems were implemented to optimize the production chain, however waste increased affecting the environment; in this situation, there are initiatives to take advantage of waste through the generation of by-products such as chemical and biological silage; These products are applied to different breeding systems and according to the research

carried out, there is evidence that has shown good acceptability of the product, increased growth, weight gain, resistance to diseases and economic benefit for producers. In this sense, the objective of this review is to identify the main aquaculture residues that are used, as well as the inputs for obtaining silage, in addition to the main additives used by researchers, and to evaluate the effects of the use of aquaculture by-products in breeding systems. As reviewed, the main effects of the application of silage allow weight gain, greater resistance to diseases and higher growth rate; In addition, the microorganisms most commonly used in biological silages are those of the genus *Lactobacillus* with 28.6% and the species *Aspergillus Oryzae* with 10%.

Keywords: fermentation, residues, utilization, viscera, sustainability

INTRODUCCIÓN

La acuicultura se ha convertido en una actividad económica importante que en un futuro sustituirá casi por completo a las capturas pesqueras tanto en países de Latinoamérica y del mundo, los cultivos que se producen son peces (salmón, trucha, turbot carpa, tilapia), moluscos (ostras, ostiones, mitílicos, abalón rojo) y algas (pelillo); la lista de principales países productores en Latinoamérica la encabezan Chile, Brasil, Ecuador y México (FAO, 2020). En consecuencia, con el auge de la producción acuícola, los residuos generados también han aumentado. Debemos mencionar que, durante el procesamiento de productos acuícolas, los residuos representan entre el 60 y 70 por ciento del total de la producción (Ballester- Moltó, 2017).

La actividad de la acuicultura a nivel artesanal e industrial genera alrededor de 29 millones de toneladas de residuos en el mundo, a lo largo de la cadena de procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización (Spanopoulos-Hernandez et al., 2010)

A los residuos de la acuicultura se le atribuye a la causa transmisión de enfermedades; la contaminación de ríos, lagos y mares, lo que genera un impacto ambiental considerable sobre los ecosistemas (Méndez et al., 2018).

Sin embargo, los residuos acuícolas como vísceras, pieles, huesos, cabezas, colas y escamas, también tienen un gran potencial de aprovechamiento debido a la presencia de biocomponentes como péptidos, colágeno, omega 3, quitina, enzimas, minerales, hidroxapatita, carotenos, y aminoácidos que aumentan el contenido proteico, y de acuerdo a los avances en la investigación tecnológica, desarrollo y aprovechamiento, se permite que estos residuos sean utilizados en el sector de la agricultura, como harina, abonos orgánicos y en forma de ensilajes que luego son administrados en diferentes sistemas de crianza de aves, ganado y peces, de este modo disminuir el impacto ambiental que generan estos residuos (Gaviria et al., 2021). Por otro lado, los ensilajes son una de las alternativas más relevantes para el aprovechamiento de los residuos del fileteado de los productos acuícolas; debido a su bajo costo y alto valor nutricional se obtienen después de mezclar, peletizar y secar diferentes formulaciones utilizando sustancias químicas (ensilaje químico) y/o microorganismos (ensilaje biológico) que reducen el pH a valores muy cercanos a 4, donde se mantiene todas las características fisicoquímicas y microbiológicas del ensilaje; luego son utilizados para formular raciones

para aves, ganado y peces, entre otros (Herrera & Vargas, 2021).

En ese contexto, el objetivo de esta revisión es recopilar informaciones sobre el nivel de producción acuícola que tienen los principales países de Latinoamérica y sus residuos, los métodos de obtención de ensilajes por investigadores latinoamericanos como del mundo y el uso de residuos acuícolas en sistemas de crianza de ganado, aves y peces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 74 artículos de diversas fuentes como Scielo, Scopus, Taylor & Francis, Alicia, La Referencia.

Los criterios analizados fueron que sean artículos enfocados en la elaboración de ensilajes de residuos de la actividad acuícola proveniente principalmente de especies como tilapia, trucha, otras especies de pescado, crustáceos, moluscos y algas, con enfoque a aplicación en alimentación animal que sean artículos redactados en español e inglés, realizados por investigadores de todos los países, desarrollados en los últimos 10 años. Se excluyeron los artículos de caracterización. El presente estudio tiene por objetivo analizar el avance que tienen las investigaciones respecto a la elaboración de ensilajes, los insumos base y los insumos que aplica al proceso de elaboración, así como los resultados obtenidos hasta el momento.

Actividad acuícola

A nivel mundial los tres principales países de productos acuícolas son China con 47,6 millones de toneladas, India con 7,1 millones de toneladas e Indonesia con 5,4 millones de toneladas; desde el año 2013, el salmón y la trucha son los productos más

comercializados internacionalmente; otro grupo de importancia son los camarones y langostinos, que alcanzó una producción de 82,1 millones de toneladas en 2018, que representa un 3,2 por ciento más que en 2017 (FAO, 2018).

A nivel de Latinoamérica, Chile ocupa el primer lugar con la producción de 415,0 mil toneladas de productos acuícolas, seguida por Brasil, Colombia, Perú y Argentina. Las principales actividades acuícolas en Chile fueron la salmonicultura, la mitilicultura y el cultivo de algas, que aportaron 50,2, 33,6 y 9,2 por ciento respectivamente a la producción nacional (SUBPESCA, 2018). En Brasil, la principal producción corresponde a la tilapia, seguido del camarón blanco y la carpa (FAO, 2020). La principal producción acuícola en Colombia está representada en 60 por ciento por tilapia (*Oreochromis sp.*), seguida por 17 por ciento de producción de la cachama (*Piaractus brachypomus*), 20 por ciento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y 3 por ciento de otras especies (Mass Rosso & Caro Madera, 2020). En el caso del Perú, la producción se enfoca en la trucha (*Oncorhynchus spp.*), Tilapia (*Oreochromis spp.*), Langostinos (*Litopenaeus spp.*), concha de abanico "scallops", y algunos peces amazónicos como gamitana (*Colossoma sp.*), paco (*Piaractus sp.*), etc., además de otros recursos hidrobiológicos de procedencia marina, que pueden llegar a ser un rubro de producción económica muy importante por las condiciones que ofrece el territorio nacional en cuanto al clima y gran extensión de los espejos de agua propicios para la actividad acuícola (FAO, 2018). La producción acuícola en Argentina es aproximadamente de 2 592 toneladas en el año 2019, sus principales especies es el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus*

spp) en la región de la Patagonia norte y pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en la región del noreste argentino (Carciofi et al., 2021). Estas dos especies representan en conjunto cerca del 90 por ciento de la producción acuícola nacional. El 10 por ciento restante de la producción la comprende el grupo de las carpas, tilapias, surubíes, e incluso especies marinas como moluscos bivalvos cultivados principalmente en policultivo en una de las provincias de la región del noreste del país donde se registra un gran número de pequeños productores. La producción acuícola mundial que comprende pescado, crustáceos, moluscos y otros animales acuáticos alcanzó 178,5 millones de toneladas en 2018, lo que representa un incremento del 3,4 por ciento comparado con el año anterior. En cuanto a la producción acuícola se alcanzó un máximo de 82,1 millones de toneladas en 2018, un 3,2 por ciento más que en 2017 (FAO, 2018).

En la Tabla 1 se observa las principales especies en el mundo, la tilapia del Nilo, y la trucha arcoíris, así como el camarón rojo y los cangrejos son especies preponderantes en Perú como para la pesca y consumos del resto del mundo.

Residuos acuícolas

Los productos de la pesca y la acuicultura generan un 35 por ciento de desperdicio por cada captura al año, para reducir esto cada país implementa políticas, reglamentos, tecnología en servicios e infraestructura; estos desechos pesqueros sirven para la producción de ensilajes, fertilizantes y como alimento de animales como mamíferos, peces y aves; una fuente importante de nutrición y pueden utilizarse con eficacia gracias a las tecnologías en transformación de alimentos (Cunha et al., 2019).

Tabla 1. Principales especies acuícolas a nivel mundial 2018

Nombre Científico	Nombre Español
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Q	Carpa China
<i>Penaeus vannamei</i> Q	Camarón patiblando
<i>Oreochromis niloticus</i> Q	Tilapia del Nilo
<i>Cyprinus carpio</i> Q	Carpa
<i>Ruditapes philippinarum</i> Q	Almeja Japonesa
<i>Catla catla</i> Q	Catla
<i>Salmo salar</i> Q	Salmón común o Salmón del Atlántico
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Q	Basa/ Striped catfish
<i>Labeo rohita</i> Q	Labeo roho/ Rohu
<i>Chanos chanos</i> Q	Sabalote/Pez de leche
<i>Sinonovacula constricta</i> Q	Tagelus estrecho, Navaja china o almeja Agemaki,
<i>Oncorhynchus mykiss</i> Q	Trucha Arcoiris / Rainbow trout

En el contexto del Covid 19, se vieron afectadas las actividades productivas, como calcula la FAO, (2020) la acuicultura podría tener una caída de 1,3 por ciento, debido a la interrupción de la cadena de suministro que causó el confinamiento; además de una mayor pérdida de producto y de desechos. Dentro de este contexto también la población enfocó su interés en productos naturales con alta fuente nutricional como el pescado, pero además buscan alimentos no perecederos, en consecuencia; el creciente interés por los subproductos acuícolas, principalmente por la calidad nutricional de sus residuos, que acorde con De Souza et al. (2017) los principales son omega-3, calcio, fósforo, hierro y aminoácidos.

Dentro de los residuos acuícolas podemos encontrar dos clases, según (Abreu et al., 2021), clasificados en comestibles (carne adherida a los huesos y virutas) y no comestibles (huesos, escamas, vísceras y cabeza). De acuerdo con el estudio de Sierra et al. (2018) encuentran que el acumulado de subproductos en la actividad acuícola va de un 40 a un 60 por ciento, mientras tanto Villa (2021) muestra que en el caso de fileteado los desechos que llegan a originarse van del 60 por ciento hasta 72 por ciento, quedando sólo un 28 a un 40 por ciento aprovechable, y de acuerdo a Martínez, citado por (Suarez et al., 2018) estos residuos se componen principalmente de restos de fileteo (15-20 por ciento), piel y aletas (1-3 por ciento), huesos (9-15 por ciento), cabezas (9-12 por ciento), vísceras (12-18 por ciento) y escamas (5 por ciento). Cabe hacer hincapié en que el aprovechamiento de residuos depende de su composición que a su vez va a depender de la especie, edad, sexo, etc. pero los subproductos de

la acuicultura se considera ricos en grasas y minerales, contienen aminoácidos (colágeno y gelatina), ácidos grasos poliinsaturados (EPA y DHA) y enzimas (pepsina, tripsina, quimotripsina y colagenasas, obtenidas principalmente de las vísceras).

Impactos de los ensilajes en el medio ambiente

En la actualidad, el inadecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos (cabezas, espinazos, aletas, pieles, vísceras, aguas residuales, agua sangre, entre otros), que se generan en el cultivo y procesamiento de las truchas, producen un impacto negativo en el medioambiente, daños al medio acuático y la salud de los peces. Carece actualmente un tratamiento de residuos que se maneje con medidas sanitarias seguras y ambientalmente responsables. En este sentido, para esta variable se proponen líneas de investigación aplicadas en alternativas eficientes para el tratamiento y la disposición de residuos sólidos, como la producción de ensilaje químico, harinas residuales y aceites para alimento animal de aves, porcinos, vacunos, ovinos, entre otros; así como fertilizantes para la agricultura y biocombustible (biodiesel). Con relación a los residuos líquidos, se debe investigar en sistemas de tratamiento de aguas residuales que permitan la recuperación de grasas, aceites y sólidos antes de devolver el agua al medioambiente (Rainuzzo, 2020).

Actividad acuícola y sostenibilidad ambiental

Del total del sector pesca y acuicultura, (FAO, 2020) refiere que la pesca de captura, con 96,4 millones de toneladas, representó un 54 del total, mientras que la acuicultura,

con 82,1 millones de toneladas, representó el 46 por ciento. Respecto a residuos sólidos de acuerdo a la (SUBPESCA, 2018) en la actividad acuícola los peces generan un total de 78 tipos de residuos, por otra parte, las algas 64 y los moluscos 48 tipos. Lo que ha hecho que se evalué diferentes iniciativas de producción sostenible ambientalmente como FAO: estableció en 1995 un "Código de Conducta para la Pesca Responsable". El FEAP en el año 2000 ejecuta el "Código de conducta para la acuicultura europea" (2000), actualmente en proceso de revisión. EVAD en 2008 establece una "Guía para la co-construcción de los indicadores de desarrollo sostenible en la acuicultura. En 2009 se crea un Acuerdo de la Alianza Mundial de Acuicultura (GAA) y GLOBALGAP para la elaboración y armonización de los sistemas de certificación para el sector de la acuicultura en todo el mundo. En Perú el sector acuícola debe cumplir con los lineamientos del Reglamento de Gestión Ambiental de los Subsectores Pesca y Acuicultura.

Los impactos ambientales de la producción de piensos van más allá de la tierra y el agua que se necesitan. La dependencia de la acuicultura de los peces silvestres como ingredientes alimentarios puede exacerbar la presión sobre los ecosistemas marinos, de acuerdo a lo concluido por Brummet & Hargreaves, (2019), puesto que los peces aceitosos usados con ese fin son base de la cadena alimenticia marina. Por su parte (FAO, 2020) muestra que, en 2018, la cantidad de pesca utilizada para harina y aceite de pescado, tuvo un alza a unos 18 millones de toneladas debido al aumento de las capturas de anchoveta peruana, gran parte de este insumo es utilizado por la Acuicultura; no obstante, Brummet &

Hargreaves, (2019) mencionan que dentro de su elaboración un 25 a 35 por ciento de los insumos son residuos de pesca.

Métodos alternativos en la tecnología del ensilaje

El ensilaje de pescado es, en palabras de Ahuja et al. (2020) y Peña García et al. (2020) un producto líquido que se obtiene de residuos de pescado, o de otras especies marinas y acuícolas. En el caso del ensilaje biológico el producto es licuado por acción de enzimas endógenas que metabolizan un sustrato rico en carbohidratos; generando ácido láctico que favorece la proteólisis e inhibe el desarrollo de microorganismos putrefactivos y patógenos Berenz, citado por Yamadaa et al. (2000).

El proceso de ensilaje ácido fue iniciado en Finlandia en 1920 por Virtanen, (Ramírez-Ramírez et al., 2020) agregando ácido clorhídrico y sulfúrico para la conservación de forrajes. En 1936, se adaptó un método para conservar y licuar diferentes tipos de peces y desechos de pescado. La producción de ensilaje de pescado a escala industrial comenzó en 1948 en Dinamarca, posterior a esto en 1974, científicos noruegos presentaron un programa de investigación a gran escala para producir ensilaje de pescado a partir de vísceras y despojos. El procesamiento de ensilaje de pescado se hizo cada vez más popular en Noruega, junto con el rápido crecimiento de la acuicultura, lo que permitió que los aceites y proteínas del ensilaje de pescado reemplazaran a la harina de pescado y el aceite de pescado capturado según afirma Anón citado por Ahuja et al. (2020).

Por otra parte Barriga-Sánchez et al. (2019) explica que en los ensilajes químicos la materia prima es triturada y además se adicionan ácidos orgánicos (fórmico,

propiónico) o inorgánicos (sulfúrico y clorhídrico) y mezclas de ácido acético, metanoico y fosfórico, luego son mezcladas para que las enzimas puedan actuar en el medio, el ácido fórmico es el que asegura la conservación de los ensilajes evitando un descenso excesivo del pH, asegurando la activación de enzimas endógenas e inhibiendo la flora patógena.

Ramírez-Ramírez et al. (2020) indican que el ensilaje de pescado es una fuente excelente de proteínas, lípidos y minerales con grandes propiedades biológicas para alimentación animal; además que presenta beneficios antibacterianos y antioxidantes.

[Tecnología del ensilaje en la alimentación animal](#)

Como lo hace notar Villani, citado por Terrones España & Reyes Avalos, (2018) los probióticos del ensilaje modifican el microbiota del tracto gastrointestinal del hospedador y generan compuestos benéficos para el crecimiento y la inmunidad de los organismos que lo consumen. Además, en la opinión de Villa Ramírez, (2021). La elaboración del ensilaje de pescado es una práctica de poca inversión, tecnológicamente sencilla, económica y ambientalmente amigable. En la producción de pollos, cerdos y ganado vacuno de engorde; la nutrición es un punto determinante, porque va ligada a los costos de los insumos, como harina de pescado y torta de soya, que en ciertas situaciones son muy costosos, de acuerdo a Sánchez Suarez & Ochoa Mogollon (2016) estos costos hacen una cuota del 60 al 80 por ciento del costo total de producción; en lo que respecta a la elaboración de soya no es suficiente para subir los requerimientos de la alimentación animal mundial, lo que se ha visto reforzado en el último decenio debido al

procesamiento de biocombustibles a partir de residuos de soya; toda esta situación lleva a los productores a buscar nuevas alternativas que sean accesibles y además puedan suplir los aportes nutricionales de los piensos como la harina de pescado (Garcés et al., 2015). El ensilaje de pescado ha reemplazado a piensos en la alimentación de aves, cuyes y de los mismos peces con resultados positivos, aun así, Gaviria et al. (2021) tiene la posición que resulta de gran importancia científica complementar el análisis de los parámetros de nutricionales y zootécnicos, con los indicadores confiables del estado de salud y expresión fisiológica de los pollos. Valenzuela et al. (2015) afirma que en el punto de vista nutricional se comprobó que el ensilaje de pescado tiene un elevado nivel proteico ($\approx 40-55$ % base seca) y un perfil aminoacídico beneficioso para los animales no rumiantes, con concentraciones superiores de aminoácidos limitantes para las aves de corral como metionina y lisina que otras fuentes proteicas, el reemplazo de los concentrados proteicos por ensilaje debe ser analizado en cuotas específicas en las dietas de pollos, con el fin de evitar que en la carne se hallen atributos sensoriales desagradables como olor y sabor a pescado. Garcés et al. (2015) muestra resultados de diferentes autores, como el de Gómez et al. (2014) que indican que, las codornices ganan más peso con la adición del 10 por ciento de la mezcla o el de Al-Marzooqi et al. (2010) quienes identificaron que los pollos con superior ganancia de peso diaria y final fueron los que consumían 10 y 20% de inclusión de ensilaje de pescado, en comparación con los animales que consumían 0 y 30% de inclusión lograban ganancias de peso diarias

inferiores y al final el de Betancourt et al. (2005) que obtuvieron una dieta más favorable con un 20% de ensilaje de vísceras de trucha en los pollos de engorde.

Para Garcés et al. (2015), un mayor rendimiento en canal va a depender de factores como peso, edad, nutrición y sexo de los pollos. En el caso de su utilización en las dietas para cerdos, Calderón-Quispe et al. (2017) hacen notar que niveles altos de inclusión de la ración producen sabor a pescado en la carne, afectando su aceptabilidad por los consumidores; afirma que para el caso de los ovinos, al ser rumiantes tienen un sistema digestivo que les permite transformar alimentos bastante groseros (forrajes, pastos y subproductos agroindustriales) en productos de alto valor biológico; en esta especie y en otros rumiantes al tener alta demanda de alimento no se les puede incluir la harina de pescado por su costo elevado, pero se ha comprobado que el ensilaje en raciones fibrosas incrementa la fuente de proteína y energía; incrementa el peso vivo, mejora las características de la carne, reduce la producción de metano ruminal. La aplicación de los ensilajes líquidos en dietas de animales productivos es compleja, debido a la dificultad de mezcla con dietas que tienen aproximadamente 85 por ciento de materia seca, lo que repercute en su conservación, almacenamiento y la forma de ofrecer las raciones a los animales. Como solución a esta problemática los ensilajes líquidos se han mezclado con diferentes tipos de cereales u oleaginosas para facilitar su secado y utilización. A juicio de Sierra et al. (2018) los hidrolizados de pescado presentan un excelente

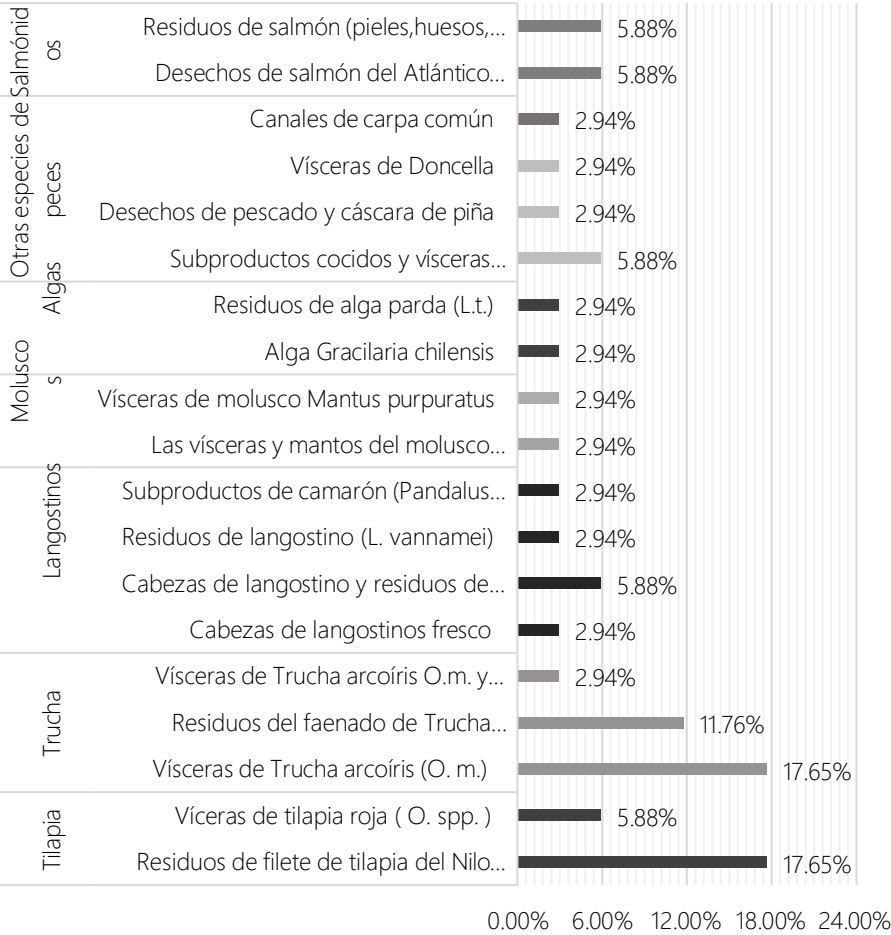
equilibrio de aminoácidos y una buena digestibilidad, una rápida adsorción, tienen sendas propiedades funcionales que han sido poco estudiadas pero que son determinantes en la formulación de alimentos; como por ejemplo una capacidad emulsionante, capacidad de retención de aceite, capacidad de formación de espuma y capacidad de retención de agua. Además, son una fuente muy importante de péptidos bioactivos, los cuales podrían tener efectos antimicrobianos, antihipertensivos, antioxidantes, inmunomoduladores, antitrombóticos o anticancerígenos, dependiendo de su secuencia, composición y número de aminoácidos. En un estudio reciente en Indonesia, Riyadi et al. (2021) analizó el hidrolizado de los desechos de las vísceras de tilapia, a través de un cribado LC-HRMS que mostró que hay 99 compuestos y ocho péptidos. El análisis PASS se utiliza para predecir el potencial de actividad biológica. La mayor parte del contenido total del producto tiene una actividad biológica potencial como antiinflamatorio. Sus resultados indicaron que el hidrolizado de desechos de vísceras de tilapia tiene potencial como antiinflamatorio. En la opinión de Valenzuela et al. (2015) el ensilaje de pescado es una buena opción por ser amigable con el medio ambiente, tecnológicamente simple y tener un proceso de elaboración más económico.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la figura 1 podemos observar que de los artículos encontrados el 23,33 por ciento se han desarrollado en base de residuos de fileteado de tilapia (incluidas vísceras, cabezas, espinas, etc.), 6,67 por ciento a vísceras de tilapia, 16,67 por ciento vísceras

de trucha arcoíris, 13,33 por ciento residuos de faenado de trucha, 10 por ciento a otras especies de peces, y 26,64 por ciento los demás (langostinos, camarón, moluscos y algas).

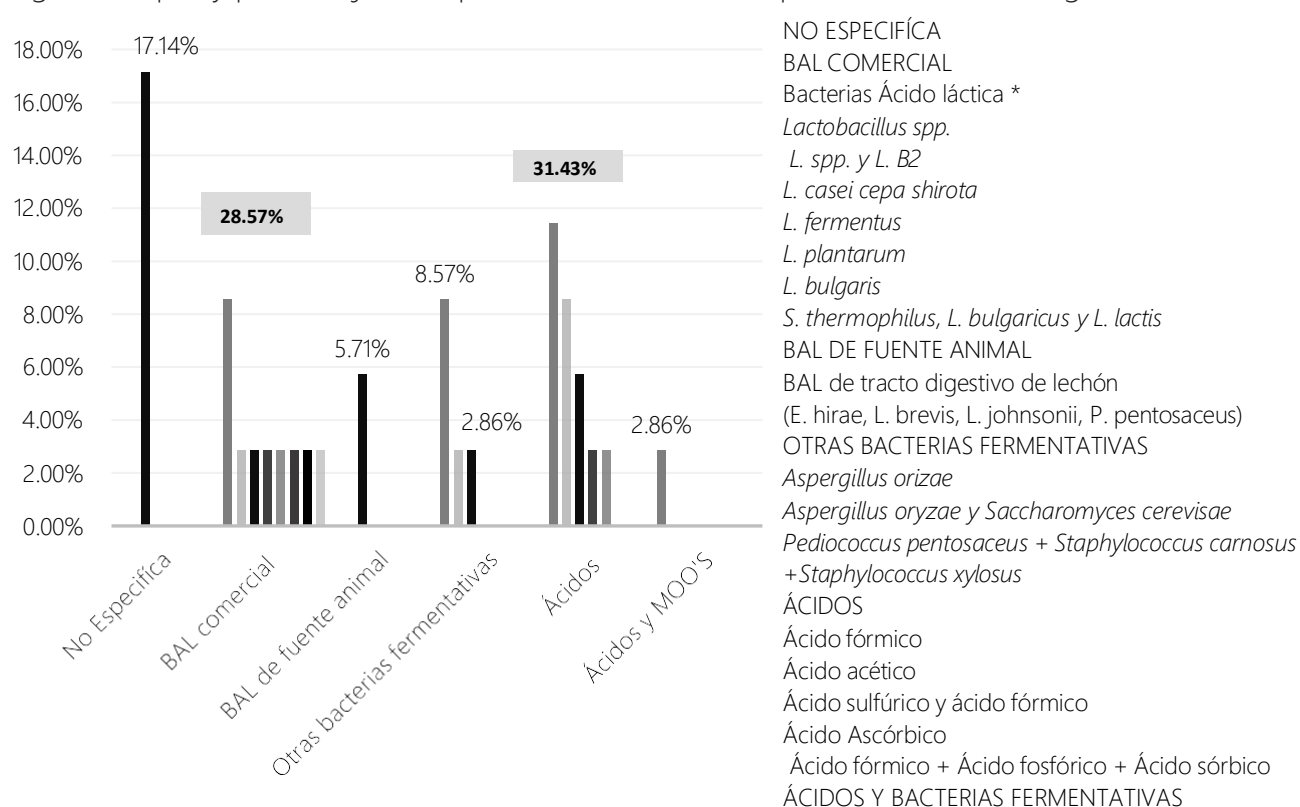
Figura 1. Fuentes acuícolas de los ensilajes descritas en los estudios analizados



En la figura 02 se muestra las principales cepas y ácidos aplicados al proceso de elaboración, vemos que el 53 por ciento de las investigaciones del estudio realizaron ensilaje bacteriano y un 16,7 por ciento ensilajes ácidos y 30 por ciento no específica, del ensilaje bacteriano las cepas más utilizadas fueron bacterias ácido lácticas y *Aspergillus Orizae*. Además, se están estudiando

combinaciones de *Lactobacillus* con *Streptococcus thermophilus*, como de *Aspergillus* O. con *Saccharomyces cerevisiae*. Los *Lactobacillus* aplicados son *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, *L.lactis*, *L. fermentus*, *L. brevis*, *Lactobacillus johnsonii* y *L. sp*. La fuente de los inóculos ha sido tanto de fuente natural como comercial, entre ellas ácido fórmico, ácido acético, ácido sulfúrico y ácido sórbico.

Figura 2. Tipos y porcentaje de cepa bacterianas/ácidos, aplicados en las investigaciones.



En la tabla 02 se muestran los datos de las investigaciones enfocadas en elaboración de ensilajes a base de residuos de tilapia, se puede observar que la obtención de ensilaje químico y biológico se obtuvo de residuos del fileteado y de las vísceras de tilapia junto con otras especies, además tienen una aplicación variada desde sistemas propios de acuicultura, así como pollos, cerdos, ovinos, ranas, etc. En el análisis de las investigaciones se ha podido resaltar a autores como Tejpal et al. (2021) quien encontró que el hidrolizado mejoró el rendimiento de crecimiento de alevines Silver pompano. Los hidrolizados proteicos de pescado aumentaron la resistencia a enfermedades a causa de *Vibrio anguillarum*. Llanes-Iglesias & Parisi, (2020) no halló diferencias significativas

en el peso final, conversión alimenticia y la eficiencia proteica entre dieta con ensilaje de pescado. Además, una supervivencia alta, así como en el análisis económico mostró mayores utilidades con los ensilajes. Cunha et al. (2019) determinó que se puede reemplazar en un nivel de 6 por ciento sin pérdidas en el rendimiento del crecimiento. Parisuaña-Callata et al. (2018) para el caso de ensilajes de Trucha menciona que porcentajes entre 4 y 8 por ciento no cambian el sabor de la carne de ovinos. Gaviria et al. (2021) refiere que los ensilajes tienen efectos positivos sobre la salud de los alevines y no presentan alteraciones negativas en los hemogramas, no obstante Gaviria et al. (2021) refiere que el

colesterol y los triglicéridos pueden verse afectados debido a los ácidos grasos presentes en el ensilaje. Otros autores, como Soares Neto et al. (2019) para el caso del camarón no hallaron ninguna

diferencia en las dietas, sólo en el sistema, presentando mejores resultados para Biofloc comparado con sistemas de agua clara.

Tabla 2. Método de obtención del ensilaje y diseño experimental aplicado en ensilajes de Tilapia.

Materia prima	Tipo de Ensilaje	Aplicación	País	Autor
Residuos de filete de tilapia del Nilo	Químico (HCl)	Pámpano plateado	India	Tejpal et al., 2021
Residuos de filete de tilapia del Nilo	Químico (ácido fórmico, ácido fosfórico y ácido sórbico)	Camarón Patiblanco	Brasil	Cunha Lobato et al., 2019
Residuos de filete de tilapia del Nilo	Biológico (<i>Lactobacillus casei cepa shirota</i>)	Especies acuícolas	México	Spanopoulos-Hernandez et al., 2010
Vísceras de tilapia roja (<i>Oreochromis spp.</i>)	Biológico (<i>L. casei cepa Shirota</i>)	Bagre de Canal	México	Bringas-Alvarado et al., 2018
Residuos de filete de tilapia del Nilo	Biológico (<i>Ls ssp de yogurt natural</i>)	Pollos de engorde	México	Gómez N. et al., 2014
Las vísceras y mantos concha de abanico (<i>Argopecten purpuratus</i>)	Biológico (Microorganismos lácticos)	Camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Brasil	Soares Neto et al., 2019
Vísceras de tilapia roja (<i>O. spp.</i>)	Biológico (Bacterias Ácido lácticas)	Gallinas ponedoras	Colombia	Gaviria et al., 2021
Residuos de filete de tilapia del Nilo	Biológico (ácido fórmico, ácido fosfórico y ácido sórbico)	Rana -toro	Brasil	Moraes de Oliveira et al., 2008
Vísceras de tilapia roja (<i>O. spp.</i>)	Químico (Ácido sulfúrico y ácido fórmico)	Pez gato africano/bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>)	Cuba	Llanes et al., 2011

usos tiene los ensilajes elaborados a partir

En la tabla 3 muestra los diversos tipos de

De La Cruz, Perales y Gamboa (2022). Uso de subproductos...

de los residuos del procesamiento de
trucha, Barriga-Sánchez et al. (2019),
Parisuaña-Callata et al. (2018) y
Castillo

García et al. (2019), han aplicado un ensilaje biológico, sin embargo, coinciden y sostienen que los ensilajes elaborados a partir de estos subproductos han contribuido a la alimentación de los cerdos

y bovinos respectivamente: por otro lado, Villa Ramírez, (2021), ha aplicado un ensilaje químico reportando resultados similares siendo la ganancia de peso la variable más destacable.

Tabla 3. Ensilajes elaborados a partir de residuos de trucha

Materia prima	Tipo de ensilaje	Aplicación	País	Autor
Vísceras	Químico (ácido acético)	Alimentación de truchas	Colombia	Villa Ramírez, 2021
Restos de fileteado de trucha	Biológico (<i>Aspergillus oryzae</i>)	Engorde de cerdos	Perú	Barriga-Sánchez et al., 2019
Vísceras.	Biológico (<i>Saccharomyces Cerevisiae</i>)	Engorde de ovinos	Perú	Parisuaña-Callata et al., 2018
Restos de fileteado de trucha	Biológico (<i>Lactobacillus fermentus</i>)	Alimentación de cerdos	Perú	Castillo García et al., 2019

Para el caso de elaboración de ensilaje a partir de salmón, la tabla 4 muestra uso de los ensilajes para alimentación de peces y pollos Broiler, Valenzuela et al. (2015) en su investigación no encontró diferencias significativas en el aumento de peso de sus pollos a comparación de Llanes et al. (2011), donde menciona que su ensilaje biológico destaca por su gran valor proteico y su

efecto positivo en la dieta de peces, asimismo, Guldborg et al. (2021) mencionan que la extracción de antioxidantes sintéticos como etoxiquina (EQ), hidroxianisol butilado (BHA) y galato de propilo (PG) son importantes para la elaboración de alimentos para animales

Tabla 4. Ensilajes elaborados a partir de residuos de Salmón

Materia prima	Tipo de ensilaje	Aplicación	País	Autor
Desechos de varias especies de salmónidos	Químico (ácido fórmico)	Alimentación de pollos Broiler Ross	Chile	Valenzuela et al., 2015
Cabeza, aletas, espina dorsal y víscera	Biológico (<i>Lactobacillus bulgaris</i>)	Alimentación de diversos peces	Chile	Llanes et al., 2011

Pieles, huesos, vísceras,	Químico (ácido fórmico)	Extracción de antioxidantes <u>sintéticos</u>	Norue ga	Guldberg et al., 2021
------------------------------	----------------------------	---	-------------	--------------------------

Respecto a ensilajes a base de langostinos, crustáceos, moluscos y algas, que se muestran en la Tabla 5, Mardones et al. (2015) al ensilar alga *Gracilaria chilensis* con un pre secado de tres días, obtiene una mayor cantidad de materia seca. Por su parte, Terrones España & Reyes Avalos (2018) en la aplicación de ensilajes de molusco encontró que no afectó el crecimiento del camarón, en el caso de Tilapia aumento en longitud con un 25 y 50 por ciento de ensilaje. Ramírez-Ramírez et al. (2020) en la obtención de ensilaje de pescado con cáscara de piña halló que el porcentaje de materia seca se muestra inversamente proporcional a la cantidad de ese insumo, el DIVMS fue mayor con *Lactobacillus* B2 que con *Lactobacillus* sp. Sánchez Suarez & Ochoa Mogollón, (2016) determinó que

el mejor tratamiento fue con 15 por ciento de ensilaje biológico que no produjo cuadros clínicos digestivos. Castillo García et al. (2019) encontraron que, si bien la aplicación de *Lactobacillus fermentum* resultó efectivo, no fue eficiente la aplicación de polvillo de arroz como sustrato. Méndez Ancca et al. (2018) en el caso de ensilajes de alga parda mejoran sus condiciones proteicas al procesarse con 35 por ciento de materia seca. Y por su parte Peña García et al. (2020) sostienen que el ensilaje biológico fermentado con bacterias ácido lácticas de cerdo es un método de conservación estable, de buen retorno económico y en el caso de la digestibilidad se presenta un aumento de las vellosidades intestinales lo que mejora la absorción de nutrientes.

Tabla 5. Ensilajes elaborados a partir de residuos de langostinos, moluscos, crustáceos y algas.

Materia prima	Tipo de ensilaje	Aplicación	País	Autor
Vísceras y mantos del molusco (<i>Argopecten purpuratus</i>)	N.E.	Camarón (<i>Cryphiops caementarius</i>) y tilapia del nilo	Perú	Terrones España & Reyes Avalos, 2018
Residuos de alga parda (<i>Lessonia trabeculata</i>)	Biológico (Bacterias Ácido Lácticas. (Del Lechón))	Abalón rojo (<i>Haliotis rufescens</i>)	Perú	Méndez Ancca et al., 2018
Cabezas de langostinos fresco	Biológico (Bacterias ácido-lácticas (BAL) (<i>Lactobacillus fermentus</i>))	Cerdos	Perú	Peña García et al., 2020

Cabezas de langostino y residuos de pescado	Biológico (<i>L. acidofilus</i> , <i>E. hirae</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. johnsonii</i> , <i>P. pentosaceus</i>)	Cerdos	Perú	Castillo García et al., 2019
Residuos de langostino (<i>L. vannamei</i>)	Biológico (<i>Lactobacillus acidófilus</i> , <i>Enterococcus hirae</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus johnsonii</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i>)	Animales monogástricos	Perú	Sánchez Suarez & Ochoa Mogollon, 2016
Desechos de pescado y cáscara de piña	Químico (Ácido sulfúrico (98 por ciento) ácido fórmico.)	Animales rumiantes	México	Ramírez-Ramírez et al., 2020
Vísceras y Mantos de Cocnha de Abanico (<i>Argopecten purpuratus</i>)	Biológico (bacterias lácticas)	Camarón (<i>Cryphiops caementarius</i>) y Tilapia <i>O. n</i>	Perú	Terrones España & Reyes Avalos, 2018
Alga Roja (<i>Gracilaria chilensis</i>)	N.E.	Abalón rojo (<i>Haliotis rufescens</i>)	Chile	Mardones et al., 2015
Los subproductos cocidos y vísceras frescas de atún.	Biológico (<i>Lactobacillus plantarum</i>)	Tilapia del nilo	México	Hernández et al., 2013

*N.E. No especifica

CONCLUSIONES

El ensilaje es la alternativa más relevante para el aprovechamiento de residuos de la acuicultura, es una técnica de fácil elaboración, de costos económicos bajos, y alto valor nutricional. Su uso abarca un impacto ambiental positivo debido a que su aprovechamiento evita la contaminación de ríos, lagos, etc. Dentro de las aplicaciones más destacable tenemos: alimentación de

especies acuáticas, ganado porcino, ovino y pollos de engorde, teniendo resultados muy positivos como ganancia de peso, mayor resistencia frente a las enfermedades y mayor tasa de crecimiento.

De acuerdo a los 74 artículos revisados, la materia prima utilizada para la elaboración de ensilajes es: filete de tilapia del Nilo, vísceras de trucha arcoíris y residuos de faenado de trucha arcoíris con

23,33 por ciento, 16,67 por ciento y 13,33 por ciento respectivamente. Las revisiones demuestran que existen dos tipos de ensilaje de mayor aplicación: ensilaje biológico y ensilaje químico; siendo el ensilaje biológico el predominante con 53% de todas las investigaciones realizadas, reportan este tipo de ensilaje. Además, el microorganismo más utilizado en los ensilajes biológicos es el *Lactobacillus* con 28.57% por ciento, frente a *Aspergillus Oryzae* con 10 por ciento.

REFERENCIAS

- Abreu B. R. G., Sousa, M. da S., Moura, N. de O., & Sanches Muratori, M. C. (2021). Nuggets prepared using mechanically separated meat (MSM) obtained from tilapia carcasses and cassava dough. *Boletim Do Instituto de Pesca*, 47, 614. <https://doi.org/https://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2021.47.e614>
- Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J. F., Richardsen, R., & Løes, A. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming – With status in Norway: A review. *Waste Management*, 115, 95–112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>
- Al-Marzooqi, Waleed & Al-Farsi, Muzna & Kadim, Isam & Mahgoub, Osman & Goddard, James. (2010). The Effect of Feeding Different Levels of Sardine Fish Silage on Broiler Performance, Meat Quality and Sensory Characteristics under Closed and Open-sided Housing Systems. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 23. 1614-1625. 10.5713/ajas.2010.10119
- Ballester-Moltó, M. (2017). Dinámica de la producción de residuos particulados en granjas de peces mediterráneas: influencia de la ictiofauna salvaje. *Revista AquaTIC*, 48, 15–16. <https://doi.org/10.3354/aei00148>
- Barriga-Sánchez, M., Churacutipa, M., & Salas, A. (2019). Elaboración de ensilado biológico a partir de residuo crudo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) en Puno, Perú. *Ecología Aplicada*, 18(1), 37. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i1.1304>
- Bringas-Alvarado, L., Zamorano-Ochoa, A., Rojo-Rodríguez, J. B., Lizett González-Félix, M., Pérez-Velázquez, M., Luis Cárdenas-López, J., & Navarro-García, G. (2018). Evaluation of a fermented filage from Tilapia by-products and its utilization as a feed ingredient for catfish. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*, 10(2), 85–94. <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/604/262>
- Brummet, R., & Hargreaves, J. (2019). The changing nature of aquatic animal production. *Rev Sci Tech*, 38(2), 409–421. <https://doi.org/10.20506/rst.38.2.2995>
- Betancourt, L., Díaz, G. J., Aguilar, X. & Ríos J. (2005). Efecto del ensilaje de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) sobre el comportamiento productivo y el contenido de ácidos omega-3 en hígado, muslos y pechuga, de pollos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*. 17(106). <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/beta17106.htm>
- Calderón-Quispe, V., Churacutipa-Mamani, M., Salas, A., Barriga-Sánchez, M., & Aranibar, M. J. (2017). Inclusión de ensilado de residuos de trucha en el alimento de cerdos y su efecto en el rendimiento productivo y sabor de la carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 28(2), 265–274. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381>

- /rivep.v28i2.13055
- Carciofi, I., Merino, F., & Rossi, L. (2021). El sector pesquero argentino: un análisis de su potencial exportador. In *Documentos de Trabajo del CCE N° 2*.
- Castillo García, W. E., Sánchez Suárez, H. A., & Ochoa Mogollón, G. M. (2019). Evaluation of fish residues and shrimp head silages fermented with *Lactobacillus fermentus* isolated from pig. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 30(4), 1456–1469. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17165>
- Cunha L. O. S., Silva Ribeiro, F. de A., Miranda-Baeza, A., & Coelho Emerenciano, M. G. (2019). Production performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) fed with different dietary levels of tilapia processing waste silage reared in biofloc system using two carbon sources. *Aquaculture*, 501, 515–518. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.006>
- De Souza, D. D., Da Silva, F. F., Silva, R. R., Porto Junior, A. F., Pimentel, L. R., Santiago, B. M., Dos Santos, A. P., Vieira, T. M., Santos Santos, W. B. E., & Da Silva, A. R. (2017). Performance and nutritional parameters of lactating cows on pasture receiving castor bean meal. *Semina: Ciencias Agrarias*, 38(4), 2619–2630. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4Supl1p2619>
- FAO. (2018). *Fisheries and aquaculture statistics*.
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. In *FAO (La sosteni, Vol. 3, Issues 1–2)*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.032> <http://dx.doi.org/10.1016/j.tws.2012.02.007> <http://www.fao.org/publications/es>
- Garcés, Y., Pereal, C., Valencia, N. F., Hoyos, J. L., & Gómez, J. A. (2015). Nutritional effect of the chemical silage of fish by-products in broiler (*Gallus domesticus et al.*) feeding. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 49(4), 503–508.
- Gaviria, Y. S., Figueroa, O. A., & Zapata, J. E. (2021). Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos Effect of the inclusion of red tilapia (*Oreochromis spp.*) chemical viscera silage. *Información Tecnológica*, 32, 79–88. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300079>
- Gómez N., G. M., Ortiz, M. A., Perea R., C., & López, F. J. (2014). Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en alimentación de pollos de engorde. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 106–114.
- Guldborg, T. S., Sandrød, M., Øiaas, J. B., Holten, T., Zahlsen, K., & Kvitvang, H. F. (2021). Analysis of synthetic antioxidants in salmon silage using QuEChERS extraction method followed by determination by LC-MS/MS; a single-laboratory validation study. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 1174(June 2020). <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2021.122715>
- Hernández, C., Olvera-Novoa, M. A., Voltolina, D., Hardy, R. W., González-Rodríguez, B., Dominguez-Jimenez, P., Valverde-Romero, M., & Agramon-Romero, S. (2013). Use of tuna industry waste in diets for Nile tilapia,

- Oreochromis niloticus*, fingerlings: Effect on digestibility and growth performance. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(3), 468–478. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue3-fulltext-10>
- Herrera, J. E., & Vargas, J. J. (2021). *Ensilaje de residuos de pescado*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD Escuela.
- Llanes-Iglesias, J. E., & Parisi, G. (2020). Indicadores productivos y económicos de Clarias gariepinus, alimentadas con subproductos pesqueros ensilados con los ácidos sulfúrico y fórmico. *Pastos y Forrajes*, 43(3), 184–189.
- Llanes, J., Bórquez, A., Alcaino, J., & Toledo, J. (2011). Physicochemical composition and digestibility of silages from fishery residues in the Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 45(4), 417–422.
- Mardones, A., Cordero, R., Augsburger, A., & De Los Ríos-Escalante, P. (2015). Desarrollo del ensilado del alga *Gracilaria chilensis* para la alimentación del abalón rojo *Haliotis rufescens*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(2), 295–303. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue2-fulltext-4>
- Méndez Ancca, S., Chagua Zapata, S. R., Morales Aranibar, L. F., Chili Layme, V. F., Ilasaca, L. E., Morales Huayhua, E., & Amachi Fernández, F. S. (2018). Acceptability of silage from brown seaweed (*Lessonia trabeculata*) by the red abalone (*Haliotis rufescens*) in experimental conditions. *Journal of High Andean Research*, 20(3), 281–288. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.392> Journal
- Moraes de Oliveira, M., Gomes Pimenta, M. E. de S., Camargo, A. C. Da S., Pimenta, C. J., & Logato, P. V. R. (2008). Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias para girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802): Digestibilidade e desempenho. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(2), 618–625. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542008000200042>
- Parisuaña-Callata, J., Churacutipa-Mamani, M., Salas, A., Barriga-Sánchez, M., & Aranibar, M. J. (2018). Trout residues silage in the feeding of fattening sheep. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(1), 151–160. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14160>
- Peña García, P., Querevalú Ortiz, J., Ochoa Mogollón, G., & Sánchez Suárez, H. (2020). Ensilado biológico de residuos de langostino fermentado con bacterias ácido-lácticas: Uso como biofertilizante en cultivo de pasto y como alimento para cerdos de traspatio. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 459–471. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.01>
- Rainuzzo, J. (2020). *La cadena de valor de la trucha* (A. Castellacci, F. Flores, H. Gómez, M. Benavides, & M. Luján (Eds.); Fabrica de).
- Ramírez-Ramírez, J., Loya-Olguín, J., Ulloa, J., Rojas-Ulloa, P., Gutiérrez-Leyva, R., & Silva-Carrillo, Y. (2020). Aprovechamiento de desechos de pescado y cáscara de piña para producir ensilado biológico. *Abanico Veterinario*, 10, 1–12.
- Riyadi, P., Romadhon, Anggo, A., Suharto, S., Tanod, W., & Aryani, A. (2021). Anti-Inflammatory Potential from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Viscera Hydrolysate with Bioinformatics Analysis (Prediction of Activity Spectra for Substances – PASS). *IOP Conference*

- Series: Earth and Environmental Science.*
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/750/1/012044>
- Sánchez Suarez, H., & Ochoa Mogollon, G. (2016). Producción y valoración de alimentos para animales monogástricos, con ensilado biológico de restos del procesamiento de langostino (*Litopenaeus vannamei*) fermentados con lactobacilos. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 181–189.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.04>
- Sierra L. L. M., Sepúlveda Rincón, C. T., Vásquez Mazo, P., Figueroa Moreno, O. A., & Zapata Montoya, J. E. (2018). Byproducts of aquaculture processes: development and prospective uses. Review. *Revista de La Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 25(3), 128–140. <https://doi.org/DOI:10.17533/udea.vitae.v25n3a03>
- Soares Neto, J. da R., Silva Ribeiro, F. de A., Gonçalves, A. A., & Coelho Emerenciano, M. G. (2019). Tilapia processing waste silage (TPWS): An alternative ingredient for *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) diets in biofloc and clear-water systems. *Aquaculture and Fisheries*, 4(5), 214–218.
<https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.04.005>
- Spanopoulos-Hernandez, M., Ponce-Palafox, J., Barba-Quintero, G., Ruelas-Inzunza, J., Tiznado-Contreras, M., Hernández-Gonzalez, C., & Shirai, K. (2010). Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis sp.*), para la alimentación de especies acuícolas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 9(52), 167–178.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382010000200005
- Suarez, L. M., Montes, J. R., & Zapata, J. E. (2018). Optimización del Contenido de Ácidos en Ensilados de Visceras de Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*) con Análisis del Ciclo de Vida de los Alimentos Derivados. *Información Tecnológica*, 29(6), 83–94.
- SUBPESCA. (2018). Establecimiento de las Condiciones Necesarias para el Tratamiento y Disposición de Desechos generados por Actividades de Acuicultura. In *Green Touch Environmental Consulting*.
- Tejpal, C. S., Vijayagopal, P., Elavarasan, K., Prabu, D. L., Lekshmi, R. G. K., Anandan, R., Sanal, E., Asha, K. K., Chatterjee, N. S., Mathew, S., & Ravishankar, C. N. (2021). Evaluation of pepsin derived tilapia fish waste protein hydrolysate as a feed ingredient for silver pompano (*Trachinotus blochii*) fingerlings: Influence on growth, metabolism, immune and disease resistance. In *Animal feed science and technology* (Vol. 272, Issue October). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114748>
- Terrones España, S., & Reyes Avalos, W. (2018). Effect of diets with biological silage of mollusk residues on the growth of shrimp *Cryphiops caementarius* and tilapia *Oreochromis niloticus* in intensive co-culture. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 167–176.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.01>
- Torrissen, O., Tidemann, E., Hansen, F., & RA, A. (1982). Ensiling in acid-a methd to stabilize astaxanthin in shrimp Processing By-Products and improve uptake of this

- pigment by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Acuaculture*, 26, 77–83.
- Valenzuela, C., Carvallo, F., Morales, M., & Reyes, P. (2015). The effects of using dried salmon silage in broiler chicken diets on productive performance and meat sensory quality. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 59, 53–59.
- Villa, R. R. (2021). Alimentación de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) mediante ensilado químico de vísceras de trucha en la fase de ceba. *Revista EIA*, 2021, 1–10.
- Yamadada, G., San Martín, F., Bazán, V., & Arbaiza, T. (2000). Uso del ensilado biológico de residuos de pescado en la alimentación de conejos. *Rev. Inv. Perú*, 11(2), 120–125.

Recibido: 11-05-2022 Aceptado: 29-07-2022 Publicado: 31-07-2022