

Ensilaje de residuos de pescado

Jorge Enrique Herrera

John Jairo Vargas

Monografía de investigación

Para optar el título de tecnólogo en alimentos

Asesora:

Carolina María Bedoya Serna

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de ciencias básicas, tecnología e ingeniería

Programa de tecnología en alimentos

Dosquebradas

Junio 2021

Agradecimiento

Agradecemos a Dios infinitamente por la vida y la oportunidad que nos brindó de aprender y comprender que una vida sin estudio es más difícil que la normal.

Agradecemos a nuestras esposas e hijos por entendernos en esta fase estudiantil, por su apoyo y comprensión ante momentos que estuvimos ausentes de la familia.

Tabla de Contenido

Resumen	7
Justificación.....	8
Objetivos	9
Introducción.....	10
1 Acuicultura	12
1.1. Panorama Mundial	12
1.2. Acuicultura en Colombia	13
1.2.1. Cadena Pesquera en Colombia.....	14
1.2.2. Problemática de la Cadena Pesquera	16
1.4.2. Retos de la Política Establecida en el Sector de la Pesca y Acuicultura ...	24
2 Aprovechamiento de subproductos: Ensilaje de pescado y sus aplicaciones	26
2.1. Subproductos de la industria pesquera	26
2.2. Ensilaje.....	28
2.2.1. Tipos de Silos	30
2.2.2. Ventajas del Ensilaje	31
2.2.3. Desventajas del Ensilaje.....	32
2.2.4. Calidad del Ensilaje	32
2.2.5. Elaboración del Ensilaje	33
2.2.6. Aditivos para Ensilaje	34

2.2.6.1. Bacterias Lácticas	34
2.2.6.2. Fuentes de Carbono	35
2.2.6.3. Hongos y Mohos.....	35
2.2.6.4. Urea.....	35
2.2.7. Fases del Ensilaje	36
2.2.7.1. Fase Aeróbica	36
2.2.7.2. Fase Anaerobia	36
2.2.7.3. Fase de Estabilidad	37
2.3. Aplicaciones del Ensilaje a Partir de Subproductos de la Industria Pesquera..	37
3. Consideraciones Finales	44
4. Conclusiones	47
Referencias	48

Índice de Tablas

Tabla 1 Normatividad acuícola en Colombia.....	22
Tabla 2 Características fisicoquímicas de un mal ensilaje	33
Tabla 3. Aplicaciones de ensilado a partir de subproductos de la industria pesquera ..	39

Tabla de figuras

Figura 1 Ejemplo de ensilaje.	29
Figura 2 Tipos de silos	30

Resumen

El procesamiento de pescado para soportar la demanda en Colombia, tiene una consecuencia; la eliminación significativa de partes del pescado que no interesan a clientes, como, cabezas, huesos, espinas, vísceras etc. Que pueden ser en porcentaje el 30% a 70% del pescado, para la utilización lógica de estos desperdicios existe una forma o proceso de transformar estos residuos en ensilaje de pescado, es una mezcla líquida de proteínas hidrolizadas, lípidos , minerales y otros nutrientes, que es muy digerible para los animales terrestres como acuáticos, también sirve como un excelente fertilizante, respuesta muy positiva a lo que busca en ayudarle al medio ambiente minimizando el descarte de desechos de forma irresponsable, evidenciando comportamientos muy positivos al ambiente, a los animales que lo consumen y a los que lo procesan con un nuevo valor agregado (Toppe; Olsen; Peñarubia y James, 2018).

Justificación

Colombia tiene un gran potencial para el desarrollo de la pesca y acuicultura, relacionada con su posición hidrográfica, con departamentos altamente reconocidos en la producción de especies como la tilapia; esta producción es para soportar la demanda en Colombia, esto se ve como un gran generador de desperdicios en el proceso de arreglar los peces para la venta de filetes; solo en el departamento del Huila se producen anualmente 1000 toneladas de desechos, de los cuales solo una pequeña parte de desechos se transforman en aceites que son comercializados, como alimentos balanceados, se fabrican los aceites con procesos rústicos, solo se aprovecha algunas toneladas; el resto son puestos a disposición para incinerarlos, puestos en rellenos sanitarios, algunos en compost y ensilaje, otra alternativa viable son las harinas; que se muestra como una alternativa técnica financiera y ambiental, siendo fuente de alimentación de muchos animales, por la alta calidad de la proteína y buena digestibilidad, se emplea como producto para la alimentación balanceada, esto nos conlleva a realizar una investigación sobre la disposición de los residuos que no se emplean como producto en el comercio; en Colombia, en el sector de pesca y acuicultura; Y realizar un análisis referente al medio ambiente colombiano frente a esta problemática (Arenas y Vega-Meneses, 2010).

Objetivos

Objetivo principal

Investigar la técnica de ensilar residuos de pescado, como contribuye al desarrollo de la alimentación animal, utilizando el ensilado de pescado como principal fuente de proteína.

Objetivos específicos

- Investigar sobre la disposición de los residuos de pescado en Colombia.
- Investigar sobre posibles causas que hacen daño en la fabricación del ensilaje de pescado.
- Conocer la forma actual del medio ambiente frente a la problemática de residuos en Colombia.

Introducción

La pesca y la acuicultura en Colombia representan dos importantes sectores de la producción de alimentos para consumo nacional y la exportación. Son actividades primordiales de la economía local, por su aporte a la generación de empleo y de ingresos, y a la seguridad alimentaria nacional, en especial para las poblaciones rurales cuyas oportunidades de acceso a los factores productivos son limitadas, por tanto, es un renglón que contribuye a la superación de la pobreza en las zonas rurales.

Por otro lado, el sector pesquero acarrea serios problemas con el manejo de sus subproductos. De las prácticas de descabezado y eviscerado surgen desechos que han sido de gran preocupación para el medio ambiente, ya que, los residuos no utilizados son desechados de forma incorrecta, generando contaminación de las fuentes hídricas, provocando malos olores en las partes donde se desechan; estos residuos ocasionan turbiedad en los ríos, proliferación de animales, insectos y microorganismos como bacterias y parásitos, los cuales modifican la vida acuática, causan enfermedades en los peces (Castillo-García; Sánchez-Suarez y Ochoa-Mogollón, 2019).

Frente a este problema han surgido diversas investigaciones sobre las formas de tratar de minimizar o acabar este impacto ambiental por parte de los pescadores, lugareños y empresas implicadas en el procedimiento, implementando estrategias para la correcta disposición de los residuos pesqueros y su adecuado aprovechamiento, generando valor agregado a estos mecanismos económicos y ayudando así a la sostenibilidad del sector. El ensilaje de residuos de pescado, es una buena opción para buscar una salida a la mala disposición del residuo pesquero, ya que, con adición de

carbohidratos y fuentes de energía como la miel de caña o melaza se transforma el residuo de pescado, se transforma en alimento para aves y animales minimizando la contaminación del medio ambiente, ya que, esta práctica crece cada día más, ya que, la demanda por pescado crece cada día más (Viglezzi, Fernández-Herrero, Tabera y Sesto, 2012).

1 Acuicultura

1.1. *Panorama Mundial*

La acuicultura es el proceso de producción en cautiverio de organismos cuyo ciclo de vida en condiciones naturales es total o parcialmente acuático. La actividad de producción implica la intervención del hombre en el proceso de crianza, en operaciones como alojamiento, alimentación, protección contra depredadores, entre otros; dicha actividad productiva puede ser marítima o continental (FAO, 2016; Sidonio et al., 2012).

La producción mundial de peces, crustáceos, moluscos y otros animales acuáticos, ha aumentado en la última década, alcanzando 179 millones de toneladas en 2018, con un valor total de producción de 401 mil millones de dólares. En el mismo año, la acuicultura representó el 46% de la producción total, aportando 250 mil millones de dólares al sector (FAO, 2020).

En el año 2018, 156 millones de toneladas se destinaron para consumo humano, los 22 millones de toneladas restantes se destinaron a usos no alimentarios, como producción de harina y aceite de pescado. La acuicultura proporcionó el 52% del pescado destinado para consumo humano, representando un suministro de aproximadamente 20,5 kg per cápita (FAO, 2020).

Mismo que la acuicultura no presente las mejores tasas de crecimiento en comparación con décadas anteriores (5,8% en promedio entre 2001 y 2016), continúa creciendo más rápido que otros grandes sectores de producción de alimentos (FAO, 2018). Debido a ese aumento en la producción, varios millones de personas en el mundo encuentran una fuente de renta y manutención en la industria de la pesca y la acuicultura, en el año 2018, fueron empleadas aproximadamente 59,51 millones de

personas, de las cuales cerca de 20,53 millones de personas fueron empleadas en la acuicultura (FAO, 2020).

1.2. Acuicultura en Colombia

En Colombia, la acuicultura comenzó a finales de los años 30, con la introducción de la trucha arcoíris. A finales de los 70 fueron introducidas diferentes especies de tilapias. Especies nativas como las cachamas blanca y negra comenzaron a ser trabajadas a principios de los años 80, con el fin de fomentar actividades diversificadas que permitirán mejorar las fuentes de ingresos de los pequeños productores campesinos (Merino; Bonilla; Bages y Flores-Nava, 2013).

La pesca y la acuicultura en Colombia representan dos importantes sectores de la producción de alimentos para consumo nacional y la exportación. Son actividades primordiales de la economía local, por su aporte a la generación de empleo y de ingresos, y a la seguridad alimentaria nacional, en especial para las poblaciones rurales cuyas oportunidades de acceso a los factores productivos son limitadas, por tanto, es un renglón que contribuye a la superación de la pobreza en las zonas rurales (MADR, 2019).

Las principales especies que aportan a la producción de la acuicultura nacional son Tilapia, Cachama, Trucha y Camarón. En 2018, la producción de la acuicultura fue de 134.807 toneladas, 75% más que en 2009. La tilapia aportó el 65,3% a la producción seguida por la cachama (21,5%), por la trucha (7,6%) y demás especies continentales (5,6%) (MADR, 2019).

La producción acuícola se desarrolla en 10 departamentos del país, siendo la región Andina la que más aporta a dicha producción con un 92%. Adicionalmente, se

destacan como principales núcleos de producción los departamentos del Huila y Meta, que representan el 43% y 14,6% de la producción nacional respectivamente (MADR, 2019).

En 2011, el sector de la pesca y la acuicultura aportó 423.135 empleos entre directos e indirectos, de personas cuyo sustento diario depende exclusivamente de las actividades pesqueras. Según la encuesta de hogares del DANE en 2013, las personas dedicadas a la pesca, producción de peces en criadero y granjas piscícolas y actividades de servicios relacionadas con la pesca, fueron 1.439.778, de las cuales el 68% habitaban en el sector rural y el 32% en las zonas urbanas (MADR, 2019).

1.2.1. Cadena Pesquera en Colombia

La cadena pesquera puede definirse como la unión entre productores y consumidores de las diferentes especies acuáticas (Hleap-Zapata; Clavijo-Salinas y Perea-Velasco, 2011), cumpliendo con una responsabilidad individual para el bienestar de las fuentes hídricas, consumidores y medio ambiente, propiciando la generación de negocios rentables a todos los involucrados.

La cadena pesquera está compuesta por 3 eslabones, el primer eslabón está determinado por la pesca y la acuicultura; el segundo por la industria de la pesca y la acuicultura y el tercero por el comercio y el transporte (Hleap-Zapata; Clavijo-Salinas y Perea-Velasco, 2011). Esta cadena productiva aporta a la economía de las diferentes regiones de en Colombia, además, genera empleo, beneficiando a las familias que ven en esta actividad económica su modelo de sustento.

En Colombia la pesca se divide en dos grandes sectores: industrial y artesanal. La pesca industrial se desarrolla en los océanos Atlántico y Pacífico; la pesca artesanal

en ambas costas y en aguas continentales (ríos, lagos, lagunas, embalses y canales) (AUNAP-UNIMAGDALENA, 2014; FAO, 2003).

La pesca industrial marítima en el país se caracteriza porque posee una amplia variedad de recursos pero limitado volumen por cada uno de ellos. Las principales especies objetivo son el atún, camarón de aguas someras y aguas profundas, pesca blanca (pargos, meros y chernas), pequeños pelágicos (carduma y plumuda), langosta y caracol, aunque también se ha incrementado la captura de otras especies oceánicas como dorado y calamar gigante (FAO, 2003).

La pesca artesanal se realiza con embarcaciones pequeñas, las operaciones de pesca se realizan de manera manual, involucrando un gran esfuerzo físico y poca eficiencia, generalmente la ejercen grupos poblacionales dispersos y de bajo nivel socioeconómico, bien sea de forma individual u organizada (AUNAP-UNIMAGDALENA, 2014).

En la pesca marítima, la mayoría de los pescadores artesanales realizan sus faenas en la franja costera, la cual esta soportada por la extracción de recursos pesqueros tales como: pequeños pelágicos, pesca blanca y camarón de aguas someras. La pesca continental comprende principalmente todas las aguas interiores. Se realiza específicamente en las cuencas de los ríos Magdalena, Orinoco, Amazonas, Sinú y Atrato. Se caracteriza por la marcada estacionalidad de los recursos, según los períodos hidrológicos (subienda, mitaca y bajanza). Las especies de mayor interés comercial son el bocachico, valentón, bagre, cachama, nicuro, capaz y doncella (AUNAP-UNIMAGDALENA, 2014).

Desde el punto de vista productivo, la actividad pesquera, si bien no aporta significativamente al producto interno bruto, si involucra un importante número de personas que se benefician de forma directa o indirecta. Además, los productos acuícolas son una buena fuente de proteína, ácidos grasos, micronutrientes y minerales esenciales, contribuyendo de esta forma a la seguridad y soberanía alimentaria, debido a que gran parte de su producción se orienta al consumo nacional y al auto-consumo (FAO, 2018).

1.2.2. Problemática de la Cadena Pesquera

La falta de políticas de estado efectivas, la contaminación, la ausencia de tecnología, nos encontramos con una gran problemática en la cadena de la pesca (Revista Semana, 2017).

Comercializar todo tipo de especies que se haya pescado, ha alertado al gobierno, el cual busca minimizar esta pérdida ecológica, con normativa legal lo que restringe la pesca desmedida; lo cual genera menos recursos económicos para el pescador, siendo este un gran problema, ya que, estos deben dejar el mar para ir a las ciudades en busca de nuevas oportunidades. El 70% de pescado que se importa en el país proviene de otros lugares como Chile, Ecuador, Vietnam y Estados Unidos (Revista Semana 2017), situación que desmejora la economía pesquera en el país, generando menos ingreso económico a las personas aledañas a ríos y mares, impidiendo solventar sus necesidades económicas, salir adelante y sostener sus familias de forma adecuada como ciudadanos, el país en los últimos años priorizo la reactivación de la agricultura, ganadería y la minería, otro problema es la logística de pesca, solo hay 60 embarcaciones para la pesca de camarones, actualmente solo hay

10 barcos y se ven sin salir al mar por el alto costo del abastecimiento de combustible, las redes que se necesitan para cumplir la normatividad legal son importadas (Revista Semana, 2017). La falta de plantas de procesamientos para el atún, las empresas grandes y pequeñas más comprometidas son: atún Van Camps, Atunec, y Gralco todas por el caribe con plantas de procesamiento modernas (Ospina-Restrepo, 2020).

1.3. *Agroindustrialización de la Pesca en Colombia*

1.3.1. Panorama Histórico de la Pesca en Colombia

La pesca en Colombia es poco apoyada por el gobierno y los grandes analistas creen que los recursos marinos en Colombia son inciertos, porque las decisiones tomadas tan a la ligera por el gobierno nacional terminan por debilitar el sector pesquero en Colombia, no tienen recursos, poca información, las embarcaciones son viejas en sus modelos, carecen de buena tecnología que este a la vanguardia para poder mantener una demanda controlada, la senadora Aida Avella expuso de forma muy general el panorama económico y social de la pesca artesanal en el país y el abandono que presenta este sector, en los lugares costa pacífica , amazonas y costa del caribe, la congresista habla del total olvido por parte del gobierno sin políticas que los regule y ayude, la contaminación y la mala disposición de los recursos hídricos son el cáncer de la pesca artesanal, otro problema para este sector es la cadena de frio; sale muy costosa, el gobierno les da ayudas pero no son para solucionar los problemas de estos, por ejemplo, ayuda de Tablet pero en la costa no hay electricidad en lugares remotos, se hacen nuevos estudios para favorecer esta pesca por su experiencia, pero es un plan de gobierno en estudio para dar seguridad social a los pescadores (Ramírez y Fino, 2020).

1.3.2. Visión a Futuro de la Industria de la Pesca en Colombia

Después de conocer la verdadera situación de la pesca en Colombia, AUNAP (autoridad acuícola y de pesca) Y PNUP (plan de las naciones unidas para el desarrollo), se hacen investigaciones sociales con el fin de iniciar los esfuerzos para promover una sostenibilidad en la pesca, encuentran como resultado que la pobreza de los pescadores incurre en un promedio de 23.57% promedio más elevado que en el 2018, pudiéndose comprobar el incumplimiento en la compra de sus necesidades básicas en las personas que se dedican a la pesca ,se logran detectar la poca interacción de los pescadores, con las nuevas tecnologías que le impiden salir más adentro del Mar porque no sabe cómo localizar grandes cardúmenes, nuevamente se insiste en capacitar los pescadores en sacarlos de su pensar diario del pescado; que vivo es mejor que muerto, que fresco es mejor que congelado, esto hace que no haya una conexión entre el pescador y nuevos compradores que mejoren su producción económica en pesca y se dé un valor agregado al pescado con nuevas tecnologías de transformación (Castillo, 2020), para ayudar con el cambio y la innovación legal se crea la regulación junto con la normatividad necesaria para controlar y vigilar, estas entidades son guiadas por la ley 30 de 1990, se encuentra las instituciones legales AUNAP, el SINAP, COLCIENCIAS, INVEMAR, se genera una reunión del 27 de noviembre 2017, donde se trabajan con los entes invocados reconociendo pequeños recursos y poca interacción sobre los involucrados en el tema de la pesca, no se encuentran recursos financieros y humanos desde la creación de política integral de pesca sostenible en el 2015, se encuentran vacíos en las aclaraciones de pescadores artesanales y los de subsistencia, ya que poseen técnicas de pesca para camarones

como la changa, que traen en sus redes peces de tamaños muy pequeños, lo que imposibilita la sostenibilidad de las especies, llevando a la extinción de la raza o especie (Esguerra, 2018).

1.3.3. Alternativas para la Sostenibilidad de la Industrialización de la Pesca en Colombia

Colombia está atrasada en la sostenibilidad de la industrialización en el sector pesquero, pero tiene ventajas para levantar esta problemática de la pesca. Esta se hace de forma industrial y forma artesanal en los mares y zonas costeras y a nivel artesanal en zonas interiores o continentales. La acuícola en el país ha alcanzado un desarrollo a nivel industrial, que logrado posicionar producto nacional en mercados extranjeros, los productos que llegan a otros países son la trucha arcoíris, tilapia, camarón, en la trucha y la tilapia exporta principalmente el filete fresco y su comercialización se da principalmente con los estados unidos, mientras que, el filete tipo corte mariposa se va para Europa, a Alemania principalmente y el camarón para Europa, dentro del componente pesquero; el atún es el producto de mayor participación, siendo el atún aleta amarillo, barrilete y patudo, este se posiciona en la economía de estados unidos con el 68% del atún del país. Ecuador compite con esta especie en exportación, pero no es de mejor calidad, solo mejor precio, se destaca que el atún es un producto importante para los pescadores artesanales, principalmente en el norte del pacífico, donde se vende fresco y bien conservado, donde se procesa a menor escala y se obtiene subproductos como lomos ahumados o chorizo de atún; La actividad acuícola en Colombia ha crecido de forma lenta por la inadecuada planificación de este desarrollo pesquero, se centra en pocas especies en relación al

potencial de especies en Colombia. Los productos mejor posicionados siguen compartiendo amenazas para mantener la estabilidad del precio del producto fresco de exportación, situación que afecta el desarrollo económico de la industria pesquera (MADR, 2019).

1.3.4. Estrategia de Política para el Sector de la Acuicultura y Pesca

El ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) tiene metas estratégicas para evolucionar el campo colombiano, la pesca y la acuicultura. Para garantizar su sostenibilidad y productividad durante los años 2018 a 2022, ya que estos dos sectores de producción generan la demanda de los alimentos para consumo interno y exportación, con la fase de desarrollo económico, social, para muchas personas que interactúan con estos sectores que les brindan su empleo para su sustento diario, el sector pesquero ha sufrido en cuanto al desarrollo, ya que su productividad sea visto comprometida en su poca productividad y competitividad frente a la pesca internacional, frente a este tema el gobierno nacional crea la AUNAP que debe recibir más apoyo de otros gremios o normas para poder aumentar la productividad pesquera en Colombia, es acompañada por OCDE la organización para la cooperación y el desarrollo económico, dice en un informe que el apoyo que ha dado el gobierno de Colombia es de reconocer, para reactivar la productividad pero que debe invertir más en las barcos pesqueros por que los actuales están muy viejos con tecnologías antiguas no competentes y que debe crear nuevas leyes para limitar la pesca en Colombia, ya que los pescadores actuales cogen especies sin limitar los daños que se pueden producir en las especies y el ecosistema (MADR, 2019).

1.3.5. Normatividad para la Acuicultura en Colombia

La piscicultura y la acuicultura en Colombia son testigos de un gran aumento en sus precedentes en las últimas décadas, debido a las inversiones del sector privado; que necesita soportar la demanda de sus negocios; por esto se ven involucrados en las inversiones para tener negocios acuícolas sostenibles, debido a esto, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de su programa; transformación productiva, crea las normas para cuidar las especies en Colombia; sus tamaños y sus limitaciones en cuanto a cantidades de pesca (Merino, 2018).

Tabla 1 Normatividad acuícola en Colombia

AÑO	RESOLUCIÓN	DECRETO
2012	<p>Resolución 601 de 2012, establece requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos.</p> <p>Resolución 602 de 2012, establece el valor de tasas y derechos para el ejercicio de la pesca y la acuicultura</p>	
2014	<p>Resolución 1193 de 2014, minimiza trámites para el permiso de cultivo para los Acuicultores de recursos limitados</p> <p>Resolución 1924 de 2015, autoriza peces ornamentales aprovechables comercialmente y autoriza el cultivo y la comercialización de algunas especies de peces ornamentales no nativas que son cultivadas para acuario filia</p>	
2015	<p>Resolución 2287 de 2015, declara especies domesticadas a las truchas y a las tilapias roja y plateada</p> <p>Resolución 064 de 2016, establece requisitos para obtener el registro pecuario de los establecimientos de acuicultura</p>	<p>Decreto 1780 de 2015, determina que la AUNAP podrá declarar como domesticadas las especies de peces que hayan sido introducidas al territorio nacional</p>
2016	<p>Resolución 1352 de 2016, clasifica los acuicultores comerciales</p> <p>Resolución 2281 de 2016, implementa el uso de los salvoconductos</p> <p>Resolución 1500 de 2017, modifica la 2281 estableciendo que el salvoconducto o guía de movilización de productos pesqueros y/o de la acuicultura rige a partir del 01 de febrero de 2018</p>	
2017	<p>Resolución 194 de 2017, establece precio venta de alevinos de las estaciones de la AUNAP</p> <p>Resolución 2838 de 2017, establece directrices y requisitos para repoblamientos</p>	
2018	<p>Resolución 124 de 2018, aplaza indefinidamente la implementación de los salvoconductos</p>	

Fuente: (Merino, 2018).

1.4. Situación Piscícola en Colombia

Los lugares que se ubican en Colombia para la piscicultura se reparten de la siguiente manera, según encuesta del 2014 en Colombia hay 25084 unidades productivas (UPA) con presencia acuícola el 43% se ubica en el sector rural de Antioquia, en áreas dispersas el 10.8% de Antioquia, Santander 10.3% , en Córdoba 9.3%, Tolima 6.7% y Cundinamarca 5.9% de acuerdo a encuesta del DANE en el 2014, el 19% son productores con solo 1 año de experiencia y el 28% con 1 y 3 años de experiencia, el 51% son trabajadores con más de tres años de experiencia en piscicultura, esta pesca necesita de una leyes o entidades que le den su permiso y acompañamiento para poder entrar en la piscicultura de una forma legal están la AUNAP, Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Federación Colombiana de Acuicultores FEDEACUA 2018 (Rueda-Barrios, Bohórquez-Farfán, Reyes-Figueroa y Gómez-Díaz, 2019).

Para ayudar la problemática en el sector pesquero, el gobierno hace un decreto; que sale a partir del 22 de enero del 2018; que la AUNAP permita los salvo conductos para la investigación, extracción, procesamiento y comercialización de los recursos pesqueros, como para las prácticas de la acuicultura, para minimizar los daños en los recursos pesqueros y el medio ambiente, esto hace que los pescadores este supervisados legalmente (Rueda-Barrios, Bohórquez-Farfán, Reyes-Figueroa y Gómez-Díaz, 2019).

1.4.1. Desafíos de la Acuicultura

Hacer la acuicultura sostenible que es la realización de la actividad mediante la mejora de los métodos de producción, investigando el potencial de mercado y aumentando la calidad del producto, con el componente de sostenibilidad que es asegurar que los recursos estén siempre disponibles en el tiempo para las futuras generaciones.

- Hacer competitivos los costos de producción.
- Usar racionalmente el agua.
- Disminuir las descargas al ambiente natural.
- Controlar enfermedades y optimizar la bioseguridad (Merino, 2018).

1.4.2. Retos de la Política Establecida en el Sector de la Pesca y Acuicultura

- Fortalecimientos de los procesos de planificación y ordenamiento para aumentar la productividad del sector.
- Una coordinación interinstitucional efectiva entre las entidades públicas o con injerencia en el sector, mediante la definición de competencias y procedimientos que favorezcan la realización de actividades productivas.
- Oportunidad en acceso y ejercicio de la actividad pesquera y la acuícola para todos los involucrados.
- Una gestión responsable que del sector que asegure su sostenibilidad y permita mejorar su productividad y por ende su competitividad, aportando a la mejorar el empleo y al crecimiento del sector agrario nacional (MADR, 2019)

Colombia ya toma acciones, según pro Colombia, en 2018 las exportaciones de productos acuícolas y pesqueros crecieron un 24% en comparación con 2017, para un total de 115,8 millones de dólares. El gobierno viene implementando medidas para que el sector sea más competitivo. Para esto se debe tomar medidas como monitorear las especies, hacer la trazabilidad de sus números y llevar a cabo la planificación de las rutas para la pesca (Revista Semana, 2019).

2 Aprovechamiento de subproductos: Ensilaje de pescado y sus aplicaciones

2.1. Subproductos de la industria pesquera

La pesca se desarrolla en las diferentes localidades como trabajo, para poder cumplir con la demanda de consumo de pescado en el país, tras estas expectativas también surgen unas problemáticas, que hacen daños a los lugareños por los olores y por qué atraen animales los residuos de pescado, que solo se utiliza el 50 % del pescado para el consumo, el resto son residuos y en algunas especies solo el 30% es lo comestible, el 70 % son sobras o material para subproductos o residuos, las investigaciones de EUMOFA observatorio europeo de mercados de productos de pesca y acuicultura, ven con gran visión poner en marcha la transformación de la biomasa acuática, reconociendo las características propias de los residuos como ingredientes nutricionales, farmacéuticos y cosméticos para poder ayudar a aumentar la bioeconomía azul, los productos de alto valor agregado son omega 3 , colágeno , quitina, minerales, carotenos, enzimas, aminoácidos que ayudan a incrementar el crecimiento económico y por consiguiente el trabajo (Ruta Pesquera y Naval, 2018).

De la industria del pescado se obtienen diversos subproductos que pueden ser aprovechados como materia prima para la elaboración de otros productos. Dentro de estos productos se pueden encontrar, aceite de pescado, harina de pescado, fertilizantes del suelo, combustible, ensilado, entre otros.

El aceite de pescado se obtiene a partir del hígado, piel, cabeza y en menor proporción de algunas partes del musculo. El pescado más utilizado para obtención de aceite es el bacalao, por sus altos contenidos de vitaminas A y D. Generalmente el

aceite de pescado se extrae mediante procesos mecánicos, seguido por una centrifugación y refinación. Los aceites de pescado se utilizan en la elaboración de piensos, productos farmacológicos, pinturas y resinas; también se emplea en la elaboración de margarinas, pastelería, aceites comestibles y complementos diabéticos (Mollejo, 2019).

Por otro lado, la harina de pescado es un producto de alto valor proteico y buen contenido de ácidos grasos omega 3. Generalmente, la harina de pescado se obtiene mediante la cocción, prensado, secado y molienda del pescado. Este producto se utiliza ampliamente para alimentación animal, como fuente de energía para aves, cerdos, bovinos, caprinos y algunas especies de peces (IFFO, s.f.).

A su vez, los fertilizantes para el suelo se producen a partir de compostajes de residuos de pescado en combinación con otros productos marinos. Estos productos se obtienen por la selección, lavado, licuado, colado y mezclado de algas y vísceras de pescado con melazas y bacterias ácido lácticas. Su función es contribuir a mejorar la fertilidad del suelo (Saldaña-Viera, Vega-Trujillo y Vigo-Wiesse, 2018).

En los últimos años, ha existido un gran potencial de los residuos de pescado para la obtención de biodiesel, bien sea como combustible para transporte o como fuente de energía. Existen varias tecnologías disponibles para la fabricación de biodiesel, de las cuales se pueden resaltar la transesterificación con metanol y la catalización por hidróxido de sodio a partir de aceite reciclado de residuos de anchoveta. Evidenciando que este tipo de residuos pueden ser una fuente para la producción de biodiesel (Papaleo, 2020).

Ya, el ensilado es sin lugar a dudas una alternativa de aprovechamiento de los residuos de pescado. Para la obtención de ensilado son utilizados residuos de pescado provenientes del fileteado, así como el pescado no apto para consumo. La importancia del ensilado radica principalmente en su uso para la formulación de raciones para animales a bajo costo y con alto valor nutricional. El ensilado puede ser utilizado para la preparación de raciones para aves, peces, ganado vacuno, porcino, entre otros (Papaleo, 2020).

2.2. *Ensilaje*

Esta historia inicia en la antigüedad, se menciona este sistema de conservación forraje, con este método conservaban los forrajes y granos en pozos, Cristóbal Colon en los años 1500 vio que los indios almacenaban sus granos en hoyos o fosos; varios siglos más tarde, se iniciaron a almacenar en silos como medio de conservación de los cereales y forraje verde. En 1786 el profesor John Symonds de la Universidad de Cambridge fue primero en trabajar esta técnica; en la actualidad este ensilaje juega un papel importante en la ganadería por los beneficios de su gran aporte. Con este método se almacenan hoy día más de 100 millones de toneladas, hay más de 1 millón de silos en uso de almacenamiento (Chávez-García, 2007).

Es un proceso por el cual el forraje picado se almacena en bolsas, tanques cilíndricos o construcciones llamadas silos (figura 1), este proceso de conservación se caracteriza por un por presentar un contenido de humedad entre 60 y 70%, y una fermentación de los carbohidratos solubles del grano o del forraje por medio de bacterias anaeróbicas que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas (en ausencia de oxígeno), por compactación del forraje, la disposición final del producto es

el almacenamiento a largo plazo, por la acidificación del ensilaje, para inhibir el producto de bacterias y hongos, para almacenar producto para los tiempos de escases poder alimentar los animales, para poder complementar a los concentrados comerciales, ya que estos son más caros y con esta modalidad se pueden disminuir los costos de alimentación de los animales (Martínez-Viloria, 2020).

El ensilaje permite conservar forraje en un estado físico parecido al que tenían al momento de la recolección, su composición química se modifica con las fermentaciones que sufre en medio anaeróbico con microorganismos que conduzcan a la degradación con pérdida de forraje almacenado que se contamina, la esterilización del forraje se logra con abundante producción de ácido láctico de forma natural que lleve el pH de 3.5 y 4.0, esto se logra compactando bien el forraje en el silo, disminuyendo la capacidad de ingreso del aire; si el silo se tapa bien el ensilaje puede tener hasta 5 años de vida útil (Chávez-García, 2007).

Figura 1 Ejemplo de ensilaje.



Fuente: (Contexto Ganadero, 2015)

2.2.1. Tipos de Silos

El silo es la instalación donde se realiza el proceso de fermentación del material y el almacenamiento. Los silos se clasifican principalmente por su forma y condiciones de almacenamiento. Entre ellos se pueden encontrar la trinchera, bunker, canadiense, parva, cincho, entre otros, cada uno se diferencia por las condiciones de almacenamiento y material de adecuación, en la figura 2 se muestran algunos de estos ejemplos (Patiño-Henao y Herrera-Gómez, 2018).

Figura 2 Tipos de silos



Fuente: (Patiño-Henao y Herrera-Gómez, 2018)

El material utilizado para el tanque de almacenamiento del ensilaje de pescado debe ser resistente a la corrosión, podría ser de plástico, fibra de vidrio, o incluso tanques de acero. La grasa en el ensilado parece proteger el metal cuando se usa un ácido débil como el ácido fórmico. Sin embargo, los materiales galvanizados no deben

ser utilizados, esto podría conducir al desarrollo de algunos componentes tóxicos, aunque el pH del ensilaje de ser estable en el almacenamiento debe ser monitoreado, por ejemplo, una vez por semana (Toppe; Olsen; Peñarubia y James, 2018).

2.2.2. Ventajas del Ensilaje

Algunas de las ventajas principales del ensilaje biológico sobre el químico, son de costos, ya que, se elimina la compra de ácidos, este posee menor humedad que el químico. La hidrólisis proteínica que resulta del pescado fermentado es menor que la que resulta en el ensilado producido por ácido, desde el punto nutricional es mejor, la fermentación ayuda a estabilizar la calidad del aceite en el producto, que es mejor para poder alimentar a los animales, su manipulación es sencilla sin peligros, ni riesgos para el manipulador, su costo de producción es reducido, tiene la posibilidad de agregar diferentes cepas de bacterias ácido lácticas, el uso de melaza es de fácil obtención en el mercado y de bajo costo. El proceso es de tiempo reducido, se obtendrá un producto de buen color, sabor más apetecible por el animal (Churacutipa-Mamani, 2016).

- La metodología para la obtención de ensilados es de bajo costo, relativamente fácil y se pueden adecuar los volúmenes a las necesidades de cada producción.
- Mantiene el valor nutritivo del alimento por mucho tiempo.
- Asegura el suministro de valor nutricional para los animales.
- Se pueden almacenar los excedentes en menor espacio.

- Mejora la palatabilidad, reduce la incidencia de sustancias tóxicas y destruye microorganismos que pueden encontrarse en cámaras de avícolas o desechos de pescado (Valencia-Ramírez, 2016).

2.2.3. Desventajas del Ensilaje

- Una vez abierto el silo el producto debe consumirse lo antes posible para evitar pudrición.
- Si se elabora mal se pierde todo el material a ensilar.
- Si la materia prima es de mala calidad puede afectar el lote del ensilado.
- El alto contenido de espinas puede neutralizar el ácido en ciertas medidas, elevando el pH a niveles que pueden comprometer el ensilaje (Toppe; Olsen; Peñarubia y James, 2018).

2.2.4. Calidad del Ensilaje

La calidad del ensilaje depende del material recolectado, del proceso del ensilaje, este se caracteriza por el buen olor, color verde oliva, ausencia de moho y su palatabilidad, en su interior como en su exterior es uniforme olor agradable a vino, pero si su olor es característico de mantequilla vinagre es el resultado de una fermentación acética o butírica y será rechazada por los animales si tiene hongos y huele a basura, si presenta putrefacción, el buen sabor es un punto para que el animal consuma el ensilaje sin perder la producción de forraje y el proceso de ensilado. El pH determina la calidad de la fermentación del ensilado, que debe ser medido durante la fase aerobia y anaerobia, el pH es un parámetro de medición directa que demuestra la actividad de las bacterias y su comportamiento al producir ácido láctico, siendo un indicador de la conservación del ensilado, el pH es inversamente proporcional a la cantidad de ácido

láctico, es decir mientras más bajo sea el pH más ácido láctico estará presente en el ensilado; también es directamente proporcional a la cantidad de bases volátiles y compuestos nitrogenados. Además, el actuar de las enzimas que participan en el proceso de ensilaje depende principalmente del pH (Durand-Ordiales, 2019).

Por otro lado, un mal ensilaje se caracteriza por ser un ensilaje de mala calidad y que el animal lo va rechazar, es un olor a vinagre o mantequilla pasada, esta característica se da por una fermentación acética o butírica, si el ensilado huele a basura o moho; se presenta una fermentación de putrefacción, encontrando un pH por fuera de lo normal en el ensilaje pH 3,7 a pH 4,7 (BMeditores, 2019).

Tabla 2 Características fisicoquímicas de un mal ensilaje

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE UN MAL ENSILAJE	
PH	4,9
Acido Butírico (Menor A 2,3%)	>2,3%
Nitrógeno Amoniacal (Menor A 23%)	>23%

Fuente: (Martínez-Viloria, 2020).

2.2.5. Elaboración del Ensilaje

Existen dos clases de ensilaje, el ensilaje químico y el ensilaje biológico. Para la elaboración de ensilaje químico, en una de sus fases se adicionan ácidos minerales u orgánicos para lograr que el producto sea estable a temperatura ambiente, entre los ácidos más conocidos se tiene el ácido fórmico, sulfúrico, clorhídrico, propiónico, acético, también se hacen mezclas entre dos ácidos según convenga, los de mejor resultados son el fórmico, clorhídrico, fosfórico, sulfúrico (Vásquez-Zuluaga, 2015).

Por otra parte, el ensilado biológico, en una de sus fases tiene como la finalidad el descenso del pH con la producción de ácido láctico, mediante la transformación o fermentación de los carbohidratos por acción de bacterias ácido lácticas como

Lactobacilos plantarum y *Lactobacilos bulgaricus* o fermentos biológicos, como preparados con variedad de frutas y hortalizas como repollo, papaya, banana, piña, camote. En esta fase se produce una hidrólisis parcial de las proteínas (separación), la fuente de energía se da por la adición de harina de maíz, harina de avena, azúcar, malteada, arroz, yuca, melaza. El ensilado biológico debe presentar en promedio un pH de 4.0 a 4.5, y una acidez titulable de 3.2%. (Sosa-Espinosa, 2017).

2.2.6. Aditivos para Ensilaje

Los aditivos son insumos que se le adicionan a la mezcla de ensilaje, para aumentar una mejor calidad, con las condiciones necesarias para el proceso, un buen forraje o materia prima como residuos de pescado, no son para mejorar la calidad de un ensilaje mal fabricado, Los aditivos para ensilaje se utilizan para mejorar la recuperación de nutrientes, prolongar la estabilidad aeróbica y en algunos casos mejorar el rendimiento animal. Este propósito se logra a través de la inhibición del crecimiento de microorganismos indeseables que evita el deterioro del forraje y minimiza las pérdidas de nutrientes y energía (Demanet-Filippi, 2017).

2.2.6.1. Bacterias Lácticas

Aditivos que estimulan la fermentación láctica esta técnica es usada en muchos países, adicionando bacterias lácticas en al ensilaje dándole una buena concentración de estas bacterias para generar ácido láctico y descender el pH, las más utilizados son los *Lactobacilos plantarum* , *Lactobacilos brevis*, *Lactobacilos bulgaricus* entre otros, estos actúan cuando el pH es inferior a 6, la mayoría de los inoculantes disminuyen el pH y el amonio, aumentando en ácido láctico y disminuyendo el ácido acético en el ensilaje (Solis-Villacrés, 2017).

2.2.6.2. Fuentes de Carbono

Son sustancias con carbono, hidrogeno, oxigeno que se adicionan antes de las bacterias lácticas, tenemos la melaza como fuente de energía acompañada de harinas o granos de maíz, sorgo, avena, trigo entre otros se utilizan de 700 gr a 750 gr por 1 kilogramo de forraje estos reducen la humedad al aumentar la materia seca 5% por tonelada para forraje verde, Estos proveen una fuente de azúcares solubles que la bacteria utiliza para producir ácido láctico. Si el forraje ensilado posee niveles de humedad superiores al 70%, los aditivos aseguran que el nivel de azúcares solubles sea suficiente para realizar el proceso (Vanegas-Ruiz y Codero-Ahiman, 2019).

2.2.6.3. Hongos y Mohos

Se encuentra el ácido fórmico que favorece el descenso del pH inhibe las bacterias de las fermentaciones secundarias no deseadas se trabaja al 0,2% frente al tamaño de la muestra a ensilar, también encontramos la formalina, metal bisulfito de sodio, el ácido propiónico, actual sobre los mohos y hongos permite una mejor calidad del ensilaje cuando esta al aire libre y reduce la formación de amonio en ensilajes de leguminosa (AGROTEC, 2019).

2.2.6.4. Urea

Se usa para mejorar los niveles proteicos del ensilaje, cuando son de gramíneas que contienen poco porcentaje de proteína, el porcentaje es de 1 % por 1 tonelada, esta se descompone en amoniaco y dióxido de carbono, el ácido láctico se junta con el ácido acético y forman sales que benefician el rumen del animal, el uso de nitrógeno no proteico como es la urea que no tiene aminoácido, es usado en los ensilados para mejorar el contenido de nitrógeno no proteico a una tasa de 1 a 3%(1 a 3 kilo de urea

por 100 kg de materia seca). Además, frecuentemente se agrega urea a forrajes deficientes en proteínas, se aplica a razón de 7 Kg/ton y que se debe distribuir uniformemente ya que puede ser toxico para el ganado. Para ello a menudo se disuelve la urea en agua caliente y se pulveriza a material a ensilar (Suaña-Vilca, 2017).

2.2.7. Fases del Ensilaje

2.2.7.1. Fase Aeróbica

Después de cortar en trozos el forraje, gramíneas y leguminosas, tallos y hojas las células siguen respirando y consumen oxígeno del aire que aún está en el silo sin llenar completamente sacan y emiten dióxido de carbono (CO_2), agua y calor, las bacterias aerobias presente en las partes de la superficie del forraje aún están en proliferación mientras tenga oxígeno el silo de almacenamiento, los microorganismos aerobios como hongos, levaduras y bacterias utilizan los carbohidratos como fuentes de energía para su desarrollo, estos termina cuando el silo es llenado hasta arriba y prensado eliminando todo el oxígeno del silo de almacenamiento y empieza una fase anaerobia donde solo las bacterias que pueden reproducirse de esta forma, al ocasionar muerte a las células aerobias, se liberan proteínas, carbohidratos y grasas que serán el alimento para las bacterias anaeróbicas para su proceso de generar ácido láctico (PROAIN, 2020).

2.2.7.2. Fase Anaerobia

Esto inicia cuando el silo es llenado hasta arriba con forraje y prensado eliminando todo el oxígeno del silo de almacenamiento, empieza una fase anaerobia donde solo las bacterias que pueden reproducirse de esta forma, al ocasionar muerte a

las células aerobias, se liberan proteínas, carbohidratos y grasas que serán el alimento para las bacterias anaeróbicas para su proceso de generar ácido láctico, transforma los azúcares del forraje en ácidos orgánicos como el ácido acético, alcohol, gas carbónico, a medida que se desciende el pH, los microorganismos se multiplican para mejorar eficiencia del proceso se baja el PH del forraje generando ácido láctico para conservación del forraje este proceso dura entre 10 y 21 días el ensilaje (IDEAGRO, s.f.).

2.2.7.3. Fase de Estabilidad

El silo necesita reposar y estabilizarse ya en este lugar y sin oxígeno puede durar años, cuando el dueño del ensilaje empiece a usarlo se debe tener en cuenta que este se debe consumir en un tiempo prudente, ya que si el ensilaje entra en contacto con el oxígeno se inicia un nuevo ciclo biológico con la finalidad de descomponer el ensilaje, ya que las bacterias que se reproducen con oxígeno (aerobias) dañarían el ensilaje, se debe consumir en el menor tiempo posible por los animales para poder garantizar su gran valor nutricional del alimento animal (DEKALB, 2017).

2.3. *Aplicaciones del Ensilaje a Partir de Subproductos de la Industria Pesquera*

En países tropicales, un volumen importante de residuos son obtenidos de la acuicultura, la pesca y la elaboración de productos a base de pescado, estos subproductos son provenientes de la manipulación, procesamiento, almacenamiento y comercialización de pescado fresco, debido a esta situación, se hace necesario utilizar tecnologías simples y de baja inversión que permitan el aprovechamiento de esta

proteína de origen animal y de esta forma minimizar los efectos de la contaminación ambiental (Toledo-Pérez y Llanes- Iglesias, 2006).

Es por este motivo que el ensilaje a partir de los subproductos de la industria de la pesca ha venido siendo utilizado como estrategia de aprovechamiento para este sector económico. Sus aplicaciones se centran principalmente como ingrediente en la elaboración de alimentación animal o como alimento directo.

A continuación, se presentan algunos estudios que exponen las diferentes aplicaciones para este tipo de producto (tabla 3).

Tabla 3. Aplicaciones de ensilado a partir de subproductos de la industria

pesquera

Espece acuática	Tipo de ensilaje	Aplicaciones	Referencias
Bagre, trucha arco iris y capaz	Biológico	Destinado para alimentación animal en general. Para la elaboración del ensilado fue utilizada melaza como fuente de carbohidratos e incubado con cepas de bacterias ácido lácticas.	Holguín, Caicedo y Veloza, 2009
	Biológico	Destinado para alimentación de tilapia roja. Para la elaboración del ensilado los atores utilizaron melaza y harina de yuca.	Pantoja, Sánchez y Hoyos, 2011
Tilapia roja	Biológico	Destinado para alimentación de tilapia roja. Para la inoculación se utilizó yogurt comercial como fuente de bacterias lácticas y harina de yuca como fuente de carbono.	Perea-Román, Garcés-Caicedo y Hoyos-Concha, 2011
	Biológico	Destinado para alimentación de pollos de engorde. Para la elaboración del ensilado fue utilizado melaza, extracto de cebolla, sorbato de sodio y el inóculo probiótico.	Gómez, Ortiz, Perea y López, 2014
Carpa común	Químico	Destinado para alimentación animal en general. Los autores utilizaron ácido fórmico y sulfúrico para la elaboración del ensilado.	Viglezzi, Fernández-Herrero, Tabera y Sesto, 2012
Alacha	Biológico	Destinado para alimentación de codorniz en la etapa de crecimiento-ceba. Para la elaboración del ensilado se utilizó melaza, sorbato de potasio y <i>Lactobacillus</i> spp.	Sotto-Agüero, Isaac-Oberto, López-Valoy y Uña-Izquierdo, 2014
Trucha arco iris	Químico y Biológico	Destinado para alimentación animal en general. Los autores produjeron cuatro ensilados químicos, para los cuales utilizaron vísceras enteras y molidas y ácido fórmico y acético. Para los ensilados biológicos utilizaron vísceras enteras y molidas combinadas con melaza y harina de yuca y <i>L. plantarum</i> como inóculo.	Perea-Román, Hoyos-Concha, Garcés-Caicedo, Muñoz-Arboleda, y Gómez-Peñaranda, 2017

Fuente: propio autor

Tabla 3. Aplicaciones de ensilado a partir de subproductos de la industria pesquera (continuación)

Especie acuática	Tipo de ensilaje	Aplicaciones	Referencias
Trucha arco iris	Químico	Destinado para la alimentación de tilapia roja. Para la elaboración del ensilado fue utilizado ácido fórmico, benzoato de sodio y butilhidroxitolueno.	Perea-Román, Garcés-Caicedo, Muñoz-Arboleda, Hoyos-Concha y Gómez-Peñaranda, 2018
	Biológico	Destinado a alimentación bovina. Para la fabricación del ensilado se utilizó melaza, ácido sórbico y antioxidantes, como inóculo fueron utilizadas cepas de <i>L. bulgaricus</i> , <i>L. lactis</i> y <i>S. thermophilus</i> .	David-Ruales, Bedoya-Mejía y Millán-Cardona, 2018
	Químico	Destinado para la alimentación de trucha arco iris en la fase de ceba. Para la elaboración del ensilado el autor utilizó ácido acético y melaza.	Villa-Ramírez, 2021
Cabezas de langostino, pez espejo	Biológico	Destinado para alimentación porcina. Para la elaboración del ensilado se utilizó melaza y polvillo de arroz y <i>L. fermentus</i> como microorganismo inculador.	Castillo-García, Sánchez-Suárez, y Ochoa-Mogollón, 2019
Pez sapo	Biológico	Alimentación destinada para cerdas lactantes. Para la elaboración del ensilado los investigadores utilizaron melaza y yogurt natural como fuente de inóculo bacteriano.	Cortes-Campuzano, 2019

Fuente: propio autor

El análisis anterior permite determinar que el ensilaje de pescado por ser un producto que se obtiene a través de un proceso simple, no requiere de mano de obra calificada, equipos costosos, ni mucha demanda de energía, estas condiciones hacen con que sea un producto viable y reproducible a gran escala. La incidencia de los residuos de diferentes especies de pescado en la elaboración del ensilado y sus diversas aplicaciones lo convierte en un producto muy versátil y con gran potencial en la búsqueda de disminuir el impacto ambiental generado por la industria pesquera.

Por otro lado, organolépticamente hablando, el ensilado de pescado obtenido por métodos biológicos es totalmente diferente al obtenido por métodos químicos, según Toledo-Pérez y Llanes- Iglesias (2006), después de 30 días de almacenamiento el ensilado químico presentaba olor a aceite de pescado y ácido suave, color pardo oscuro y consistencia pastosa. Mientras que el ensilado biológico presentaba olor leve a pescado y vinagre, color canela y consistencia pastosa. En cuanto a la estabilidad, por tratarse de un producto ácido, éste es altamente estable cuando se aplican condiciones de almacenamiento adecuadas. Además, dichos autores establecen que el comportamiento de la acidez en los ensilados está determinado por el método de elaboración, en el caso de ensilado biológico este parámetro está definido por el tipo de bacterias inoculadas, mientras que la acidez en el ensilado químico la establece el tipo de ácido utilizado para el proceso.

Por su parte, Spanopoulos-Hernández, et al. (2010), realizaron una evaluación sensorial a ensilados biológicos de atún aleta amarilla y tilapia donde evaluaron las características de olor, color y consistencia, encontraron que el ensilado de atún presentó olor dulce y ácido, con un leve aroma a aceite de pescado, color marrón oscuro y consistencia pastosa. El ensilado de tilapia presentó olor ligeramente picante, color canela y consistencia pastosa.

Estos resultados nos permiten concluir que la apariencia física de los ensilados depende del método de elaboración, materias primas utilizadas, concentraciones de las materias primas y especie de pescado aprovechada. Además, el desarrollo de las características organolépticas también puede depender del tiempo de almacenamiento del ensilado.

Desde el punto de vista bromatológico, es posible encontrar una gran variedad de estudios que realizan este tipo de análisis con el fin de identificar la influencia del método de elaboración del ensilado en la composición química del producto final. Es el caso de Miranda-Miranda; Otero-Fernández y Cisneros-López (2001) que evaluaron el efecto de la concentración de ácido sobre la composición química de ensilado de camarón. Para las tres concentraciones de ácido utilizado (55, 60 y 65 ml/kg) no encontraron diferencia significativa para las variables de materia seca, proteína bruta, grasa, cenizas, calcio y fósforo.

Caso similar ocurrió en el estudio realizado por Toledo-Pérez y Llanes- Iglesias (2006), donde analizaron la composición química de ensilados de pescado, biológico y químico, y la compararon con los residuos de pescado frescos, encontrando igualdad estadística para las variables de humedad, proteína bruta, extracto etéreo y cenizas, de esta manera concluyen que los métodos de ensilaje no afectan la composición química de los residuos frescos, por el contrario le otorgan estabilidad microbiológica durante el almacenamiento a estos subproductos.

Por su parte, Spanopoulos-Hernández, et al. (2010), analizaron la composición química de ensilados biológicos a partir de residuos de atún aleta amarilla y tilapia y sus materias primas. Encontrando, de igual forma como los autores anteriores, que no hubo diferencia significativa en humedad, proteína bruta, grasas, fibra cruda, cenizas y extracto libre de nitrógeno para los ensilados y sus materias primas crudas.

Esta situación nos lleva a concluir que el ensilaje es un excelente método de conservación de los subproductos de la industria pesquera, que además de otorgar estabilidad en almacenamiento permite que dichos residuos conserven su calidad

nutricional permitiendo así un aprovechamiento adecuado en alimentación animal y contribuyendo a la disminución de costos de alimentación cuando de producción animal se trata.

3. Consideraciones Finales

En nuestro país; específicamente en el Pacífico; se refleja un panorama devastador que trae como consecuencia una gran amenaza de las especies marinas, como consecuencia de la práctica de actividades de pesca, y una de las causas para que se deba recurrir a la explotación y sobreexplotación; es la escasa calidad de vida de los pescadores de esta zona, quienes no teniendo otros medios de supervivencia se ven obligados a contribuir al daño del ecosistema. Con la situación actual se puede interpretar que esto es producto de una falta de distribución equitativa y eficaz de los alimentos; y que se está afectando así, el derecho colectivo de algunas comunidades a la seguridad alimentaria, violando los derechos a un desarrollo humano sostenible.

Desde luego es el estado quien, a través, de sus instituciones; tiene las competencias legales para promover el funcionamiento y la protección de los ecosistemas marinos y al mismo tiempo debe pensar en medidas como la ampliación de zonas de pesca artesanal; que comprendan un área más extensa; que puedan garantizar un desarrollo sostenible en la región.

En Colombia en la mayoría de los casos los residuos de pescado son desaprovechados, pues son depositados en los ríos como carnada para otros, o simplemente para deshacerse de ellos son tratados como basura, y arrojados también en las calles, en los campos, etc. Sin saber que estos tienen una gran cantidad de beneficios, que pueden ser aprovechados para el bienestar de algunos seres vivos, es solo una cuestión de aprender a obtenerlos y así generar impactos positivos.

Una de esas formas de aprovechar estos residuos, es elaborando ensilado de pescado, como un alimento rico en nutrientes y apto para consumo animal. Un

producto que sin duda sustituye otro tipo de concentrados que hasta hoy no dejan de ser suplementos a base de productos químicos.

El ensilaje de residuos de pescado es una de las mejores ideas que surgieron a causa de la contaminación ambiental, del desperdicio de estos, de la necesidad de darle una mejor disposición y así permanecer en un mejoramiento continuo de transformación dentro de la cadena alimentaria.

En esta época donde las prácticas ambientales están tomando fuerza en la sociedad, precisamente el ensilaje tiene como característica que es amigable con el medio ambiente, lo que lo convierte en una de las actividades agrarias con más futuro, debido al buen impacto de sostenibilidad que puede tener.

Debido al poco conocimiento que se tiene sobre la adecuada disposición de residuos, en este caso, los del pescado, se hace necesario que los entes gubernamentales se apropien más del tema, y se logre ampliar el conocimiento principalmente al sector pesquero, ya que en primera instancia son quienes tienen contacto directo con la obtención de estos productos.

En general se resalta que el aprovechamiento de los subproductos generados de la actividad pesquera contribuye de una forma positiva en la economía de un país, en este caso Colombia, y la reutilización de estos hace que cada vez más se encuentren alternativas que permitan seguir transformando los que hasta ahora no se han podido explotar, teniendo en cuenta que contamos con mucha materia prima para lograrlo y así convertirlos en una industria autosostenible.

De acuerdo con un experimento realizado por los estudiantes John Jairo Vargas y Jorge Enrique Herrera, se encontró que los factores que afectan la elaboración del ensilaje a partir de residuos de trucha son los siguientes.

Una mala distribución del material a ensilar; en este caso la masa producto de la molienda y un apisonamiento y tapado no adecuado es una de las causas del deterioro del ensilaje, esto se debe a que no se desaloja la mayor cantidad posible de aire al comienzo del proceso.

Cuando la humedad del material y el pH son altos, se desarrollan bacterias indeseables del género *Clostridium*, las cuales producen ácido butírico entre otras, esto es debido a las características de la materia orgánica en descomposición, ofreciendo un ensilaje de mala calidad.

En el experimento realizado se utilizó residuos de pescado (trucha), no se realizó el proceso de lavado de tripas debido a la ubicación geográfica en el momento, esto generó en primer lugar un mal olor y un inicio de contaminación.

Aunque se congeló el material por tres días, se observó que el color de la materia prima es diferente a su estado natural, luego se descongeló notando que había presencia de material comestible en los huesos y un olor desagradable.

Se realizó la cocción para eliminar la carga microbiana separando los huesos y las espinas, observando que el producto de la molienda es demasiado líquido, esto ya ocasionaría una humedad alta y apta para el crecimiento de microorganismos.

Debido a las anteriores actividades no propias y adecuadas obtuvimos un ensilaje contaminado con mesófilos totales y coliformes.

4. Conclusiones

El ensilaje de residuos de pescado es una gran alternativa de ingresos, ya que genera mayor rentabilidad económica y bienestar para sus animales.

Además, el aprovechamiento de estos residuos logra reducir tanto los costos de alimentación (22 %) como también los impactos ambientales que genera por su inadecuada disposición.

El ensilaje presenta mayor digestibilidad, incluso mejor que la de harina de pescado, pues en el proceso de obtención de los ensilajes existe una fermentación en la que quedan la proteína y los aminoácidos libres que el animal puede aprovechar aún más.

Se logra obtener un alimento apto para alimentar este tipo de animales, que aparte de servir como sustitución de otros alimentos, y además que solucionarán parte de la problemática ambiental por la mala disposición de los residuos.

El aporte realizado por el investigador Perea Román; es un ejemplo más de la manera como la ciencia y la tecnología que se hace en la Sede Palmira y sale de las aulas y los laboratorios para aportarle al desarrollo de las comunidades del país.

Referencias

- AGROTEC. (09/01/2019). Aditivos importantes para el ensilaje.
<https://www.agrotec.com.mx/aditivos-importantes-para-el-ensilaje/>
- Arenas, M.L. y Vega-Meneses, Y.J. (2010). Estudio de factibilidad para la creación de una planta procesadora de harina de pescado en el departamento del Huila. [Tesis de Especialización, Universidad EAN]. <http://hdl.handle.net/10882/537>
- AUNAP-UNIMAGDALENA. (2014). Caracterización de los principales artes de pesca de Colombia y reporte del consolidado del tipo y número de artes, embarcaciones y uep's empleadas por los pescadores vinculados a la actividad pesquera. Contrato de Prestación de Servicios No. 190, suscrito entre la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca y la Universidad del Magdalena. Santa Marta y Bogotá. 72 p.
- BMeditores. (07/02/2019). El pH del ensilado: más bajo no es precisamente mejor.
<https://bmeditores.mx/secciones-especiales/el-ph-del-ensilado-mas-bajo-no-es-precisamente-mejor-2003/#:~:text=El%20pH%20final%20suele%20estar,cuenta%20al%20dise%C3%B1o%20de%20la%20ra>
- Castillo, N. (14/08/2020). Visión institucional de la pesca artesanal colombiana. Boletines AUNAP. <https://www.aunap.gov.co/index.php/sala-de-prensa/boletines/278-vision-institucional-de-la-pesca-artesanal-colombiana>
- Castillo-García, W. E., Sánchez-Suárez, H. A. y Ochoa-Mogollón, G. M (2019). Evaluación del ensilado de residuos de pescado y cabeza de langostino fermentado con *Lactobacillus fermentus* aislado de cerdo.
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17165>
- Chávez-García, E. A. (2007). Efecto de la inclusión de 5 niveles de gallinaza sobre la elaboración de ensilajes de maíz (*Zea mays*). [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala].
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/3688>

- Churacutipa, M. (2016). Obtencion de un ensilado biologico a partir de residuos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3264>
- CONtexto Ganadero. (01/10/2015). Ganadería sostenible: Si va a preparar ensilaje, hágalo bien. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/si-va-preparar-ensilaje-hagalo-bien>
- Cortes-Campuzano, A. (2019). Ganancia de peso de lechones lactantes de cerdas alimentadas con dietas a base de ensilado de pescado sapo. [Tesis profesional, Universidad Autónoma de Guerrero]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/105531>
- David-Ruales, C.A., Bedoya-Mejía, O. y Millán-Cardona, L. (2018). Silo de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) como suplemento en alimentación de ovinos. Revista producción + limpia, 13(2), 29-36. Doi: 10.22507/pml.v13n2a4.
- DEKALB. (19/10/2017). Manejo del ensilaje de maíz. <https://www.dekalb.es/maiz-silo/manejo-del-cultivo-de-maiz/manejo-del-ensilaje-de-maiz>
- Demagnet-Filippi, R. (2017). Aditivos biologicos para ensilajes. Cartilla – Plan Lechero Watt's, n.6, 1-3.
- Durand-Ordiales, B. L. (2019). Valorización de los residuos orgánicos blandos de productos hidrobiológicos del mercado pesquero palomar – Arequipa –2019. [Tesis profesional, Universidad Católica de Santa María]. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9827>
- Esguerra, F. (04/04/2018). Futuro de la pesca sostenible en Colombia. Universidad de los Andes. Facultad de Administración. <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2018/04/04/futuro-de-la-pesca-sostenible-en-colombia/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2003). Fishery Country Profile. FIC/CP/COL/Rev. 6. Recuperado de: <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/col/profile.htm#:~:text=Colombia%20desarrolla%20la%20pesca%20industrial,un%20notable%20grado%20de%20crecimiento.>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2016). Yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics 2014, Roma.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible., Roma.
- Ganadero, C. (11 de o5 de 2020). Conozca el paso a paso en la preparación de un buen ensilaje. Contexto Ganadero.
<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-el-paso-paso-en-la-preparacion-de-un-buen-ensilaje>
- Gómez, G.M., Ortiz, M.A., Perea-Román, C. y 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.
- Gonzalez, K. (2018). Ensilaje. *Nutrición Animal*. <https://zoovetespasion.com/nutricion-animal/ensilaje/>
- Hleap-Zapata, I., Clavijo-Salinas, J.C. y Perea-Velasco, N. (2011). Panorama global de la cadena productiva pesquera. En Rodríguez-Salcedo, J., Hleap-Zapata, I., Estrada, F., Clavijo-Salinas, J.C. y Perea-Velasco, N. *Agroindustria pesquera en el pacífico colombiano: gestión de residuos pecuarios en el sistema de producción más limpia* (pp. 1-72). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Holguín, M.S., Caicedo, L.A. y Veloza, L.C. (2009). Estabilidad de almacenamiento de ensilados biológicos a partir de residuos de pescado inoculados con bacterias ácido –lácticas. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 56(2), 95-104.
- IDEAGRO. (s.f.). ¿Que es el ensilaje?. <https://expoagrofuturo.com/es/blog-articulo/80/%C2%BFQue-es-el-ensilaje>
- Luna Arenas, M. (2010). Estudio de factibilidad para la creación de una planta procesadora de harina de pescado en el departamento del huila. Neiva Huila.
<https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/537/LunaMartha2010.pdf;jsessionid=D392CD1633DD14FEFD1A0BD571864E89?sequence=1>

- Martínez-Viloria, F. (10/02/2020). Metodos de conservacion: Proceso de Ensilaje. https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-ensilaje/#Ventajas_y_Desventajas_del_Ensilaje
- Merino, M. C., Bonilla, S. P., Bages, F. y Flores-Nava, A. (2013). Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP, Bogotá D. C.
- Merino, M.C. (2018). Acuicultura en Colombia. [Diapositiva Power Point]. <https://www.aunap.gov.co/images/convenio/presentacion-tecnica-acuicultura-en-colombia.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR. (2019). Estrategia de política para el sector de pesca y acuicultura. Documento de política No. 9 Sector de Pesca y Acuicultura, Bogotá D.C.
- Miranda-Miranda, O., Otero-Fernández, M. y Cisneros-López, M. (2011). Ensilaje de pescado a partir de subproducto de la captura del camarón. Características físico-químicas Revista de Producción Animal, 13(2), 9-11.
- Mollejo, V. (2019). Cuidado con abusar: Todo lo que debes saber sobre el aceite de pescado. Alimento. https://www.alimento.elconfidencial.com/bienestar/2019-04-20/aceite-pescado-beneficios-contraindicaciones_1848206/
- Ospina Restrepo, M. J. (2020). La pesca en Colombia: del agua a la mesa. Agenda del mar. Conservacion Interancional Colombia – WWF Colombia.
- Pantoja, J.O., Sánchez, S.M. y Hoyos, J.L. (2011). Obtención de un aumento extruido para tilapia roja (*Oreochromis* spp) utilizando ensilaje biológico de pescado. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 9(2), 178-187.
- Papaleo, P. (16/04/2020). Aprovechamiento de los subproductos de la pesca. REDalimentaria.Net. <http://redalimentaria.net/aprovechamiento-de-los-subproductos-de-la-pesca/>
- Patiño-Henao, P.A. y Herrera-Gómez, Y.A. (2018). Propuesta de un sistema de producción de ensilaje como alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en restaurantes. [Tesis profesional, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/23438>

- Perea-Román, C., Garcés-Caicedo, Y.J. y Hoyos-Concha, J.L. (2011). Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis* spp). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 60-68.
- Perea-Román, C., Garcés-Caicedo, Y.J., Muñoz-Arboleda, L.S., Hoyos-Concha, J.L. y Gómez-Peñaranda, J.A. (2018). Valoración económica del uso de ensilaje de residuos piscícolas en la alimentación de *Oreochromis* spp. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(1), 43-51. Doi: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v16n1.623>
- Perea-Román, C., Hoyos-Concha, J.L., Garcés-Caicedo, Y.J., Muñoz-Arboleda, L.S. y Gómez-Peñaranda J.A. (2017). Evaluación de procesos para obtener ensilaje de residuos piscícolas para alimentación animal. *Ciencia en Desarrollo*, 8(2), 47-58.
- PROAIN. (26/10/2020). Proceso de fermentación del ensilaje. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/proceso-de-fermentacion-del-ensilaje>
- Ramirez, L y Fino, C. (11/05/2020). Más de 250.000 pescadores artesanales afirman que enfrentan el abandono del Estado. Senado de la Republica. <https://www.senado.gov.co/index.php/prensa/lista-de-noticias/1147-mas-de-250-000-pescadores-artesanales-afirman-que-enfrentan-el-abandono-del-estado>
- Revista Semana. (13/12/2019). Oportunidades en el sector acuícola y pesquero. <https://www.semana.com/nacion/articulo/oportunidades-en-el-sector-acuicola-y-pesquero/644828>
- Revista Semana. (15/02/2017). La industria pesquera en Colombia: a punto de naufragar. <https://www.semana.com/la-situacion-de-la-industria-pesquera-en-colombia/242023/>
- Rueda-Barrios, G. Bohórquez-Farfán, L., Reyes-Figueroa, J.C. y Gómez-Díaz, D. (2019). Diagnóstico de las unidades productivas en el sector piscícola de Santander. *Espacios*, 40(28), 25-35.
- Ruta Pesquera y Naval. (05/11/2018). Más de la mitad del pescado termina como desperdicio o subproducto. <https://www.rutapesquera.com/mas-de-la-mitad-de-cualquier-pescado-termina-como-desperdicio-o-subproducto/>

- Saldaña-Viera, Y., Vega-Trujillo, T.N. y Vigo-Wiesse, G.G. (2018). Efecto del fertilizante elaborado con vísceras de pescado en la fertilidad del suelo y crecimiento del *Capsicum pubescens*. [Tesis profesional, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/32029>
- Sidonio, L., Cavalcanti, I., Capanema, L., Morch, R., Magalhães, G., Lima, J., Burns, V., Alves Júnior, A.J. y Munglioli, R. (2012). Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, 35, 421 – 463.
- Solis- Villacrés, R. (2017). Efecto de la adición de *Bacillus* spp en ensilaje de maíz (*Zea mays*) sobre la cinética de degradación ruminal *in situ* y fermentación ruminal *in vitro*. [Tesis profesional, Universidad Técnica de Ambato].
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26308>
- Sosa-Espinoza, C. F. (2017). Elaboración de ensilado biológico a partir de residuos de paiche (*Arapaima gigas*). [Tesis profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3272>
- Sotto-Agüero, V.R., Isaac-Oberto, R., López-Valoy, B. y Uña-Izquierdo, F. (2014). Inclusión de la harina de *Pennisetum purpureum* enriquecida con ensilado biológico de pescado en dietas para codorniz en la etapa de crecimiento-ceba. *Revista de Producción Animal*, 26 (2), 1-8.
- Spanopoulos-Hernandez, M., Ponce-Palafox, J. T., Barba-Quintero, G., Ruelas-Inzunza, J. R., Tiznado-Contreras, M. R., Hernández-González, C. y 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(2), 167-178.
- Suaña-Vilca, G. E. (2017). Ensilado de avena (*Avena sativa*) con adición de urea y nitroshure en tres niveles en bolsas de polietileno en Puno. [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6684>
- The Marine Ingredients Organization – IFFO. (s.f.). Qué hace tan especial a la harina de pescado? <https://www.iffco.com/es/que-hace-tan-especial-la-harina-de-pescado>

- Toledo-Pérez, J., Llanes-Iglesias, J. (2006). Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. *Revista AquaTIC*, v. 25, p. 28 – 33.
- Toppe, J., Olsen, R.L., Peñarubia, O.R. y James, D.G. 2018. Producción y utilización del ensilado de pescado. Manual sobre cómo convertir los desperdicios del pescado en ganancias y en un ingrediente valioso de la ración o como fertilizante. Rome.
- Valencia-Ramírez, A. F. (2016). Los ensilajes: una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/261>
- Vanegas-Ruiz, J. y Codero-Ahiman, O. (2019). Ensilaje como fuente alternade alimentación del ganado en la producción lechera. *Revista Ecuatorian de Ciencia Animal*, 3(2), 129-162.
- Vásquez-Zuluaga, S.A. (2015). Estudio del proceso de ensilaje de vísceras de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) utilizando el método químico y el biológico con melaza y suero lácteo como sustrato. [Tesis de Maestría, Universidad de Antioquia]. <http://hdl.handle.net/10495/9460>
- Viglezzi, V., Fernández-Herrero, A., Tabera, A. y Sesto, A. (2012). Elaboración de ensilado químico a partir de desechos de carpa común (*Cyprinus carpio*) utilizando ácidos fórmico y sulfúrico, con su posterior evaluación físico-química, microbiológica y sensorial. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. <http://hdl.handle.net/1834/9132>
- Villa Ramírez, R. (2021). Alimentación de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) mediante ensilado químico de viseras de trucha en la fase de ceba. *Revista EIA*, 18(35), 1–10. <https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1468>.