

Comparación nutrimental e inocuidad en dos ensilados químicos elaborados con *Oreochromis* spp. y *Pterygoplichthys* spp.

Jorge Mendiola-Campuzano*, Heradia Pascual-Cornelio, Alejandro Alpuche-Palma, María Damián-Alejo
y Edy Pérez-Vera

División Académica Multidisciplinaria de los Ríos

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Tenosique de Pino Suárez, Tabasco; México

*Autor de correspondencia: jorge.mendiola@ujat.mx

Abstract— Aquaculture demands high-quality, low-cost feed, and silage is a viable option. In this study, two silages were produced and their nutritional content evaluated using *Pterygoplichthys* spp. and *Oreochromis* spp., and their safety was determined. Two semi-moist products with a pasty appearance, brown color, and no odor were obtained. The silage with *Pterygoplichthys* spp. contained 62.13% dry matter, 13.76% protein, 10.50% lipids extract, 30.29% ash and 7.58% ELN. The silage with *Oreochromis* spp. contained 15.92% protein, 8.52% lipids extract, 24.14% ash, 4% ELN and 52.58% dry matter. Microbiological analyses confirmed that both silages have optimal safety, making their inclusion in aquaculture feed feasible.

Keyword— Evaluation, Quality, Nutritional, Microbiological, Silage, Chemicals.

Resumen— La acuicultura demanda productos de calidad a bajo costo, siendo los ensilados una opción. En este trabajo se elaboraron dos ensilados con *Pterygoplichthys* spp. y *Oreochromis niloticus*, evaluando su contenido nutrimental e inocuidad. Se obtuvieron dos productos semi-húmedos con apariencia pastosa uniforme y coloración marrón, sin olor perceptible. El ensilado con *Pterygoplichthys* spp presentó 62.13% de materia seca, 13.76% de proteína, 10.50% de extracto etéreo, 30.29% de cenizas y 7.58% de ELN. El ensilado con *Oreochromis* spp. tuvo 15.92% de proteína, 8.52% de extracto etéreo, 24.14% de cenizas, 4% de ELN y 52.58% de materia seca. Los análisis microbiológicos constataron que los ensilados tienen óptima inocuidad, por lo que es factible su empleo de ambos en la alimentación acuícola.

Palabras claves— Evaluación, Calidad, Nutrimental, Microbiológica, Ensilados, Químicos.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la acuicultura es una actividad de gran relevancia, ya que no solo contribuye al generación de beneficios económicos, sino que además su práctica conduce satisfactoriamente hacia un impacto social, pues aporta en la generación de empleos, así como la diversificación de las actividades desarrolladas en las zonas rurales donde se produce a pequeña escala [1, 2, 3, 4]; sin embargo, existen dos principales retos a los cuales se debe de enfrentar: en primer término, los costos generados por el empleo de alimentos comerciales, y en segundo lugar, la descarga de nutrientes provenientes de los sistemas de cultivo que no son consumidos por los organismos, lo cual repercute en la formación de efluentes con exceso de materia orgánica, por lo que la búsqueda de ingredientes alternos que proporcionen los nutrientes necesarios y que tengan una alta tasa de digestibilidad al ser consumidos por los organismos bajo cultivo, representan estrategias que pueden contribuir a mitigar esta problemática que se presenta en las unidades de producción acuícola [5, 6, 7, 8].

Si bien es cierto que las fuentes proteicas provenientes de la harina de pescado y sus subproductos enriquecen la palatabilidad del alimento, aportan una excelente proporción de aminoácidos esenciales, ácidos grasos, vitaminas y minerales [9, 10, 11, 12, 13], debido a su disminución a nivel mundial de estos insumos, son cada vez más escasos y costosos, ya que existe una gran demanda por parte de la industria

dedicada a la elaboración de alimentos destinados en la producción animal, incluyendo a las especies acuáticas [14, 15, 16, 17, 18]. Cabe recordar que las proteínas son el nutriente limitante en la producción acuática, ya que los organismos las consumen para ser empleadas como la principal fuente de energía, proporcionan salud y bienestar, también se utilizan para su crecimiento y desarrollo; no obstante, son el nutriente más caro y esencial para las especies acuáticas en términos económicos, metabólicos y ambientales [19, 20, 21]. Aunado a lo anterior, hay que recordar que la acuicultura practicada en latinoamericana, presenta problemas relacionados a la alimentación y nutrición de las especies cultivadas, debido principalmente a la ausencia de metodologías que permitan mejorar las estrategias de alimentación, así como el déficit de alimentos comerciales que cuenten con la calidad requerida por las especies bajo cultivo y que sean de bajo costo [22, 23, 24], por lo que existe un gran interés por la búsqueda de fuentes proteicas no convencionales que puedan ser empleadas en el procesamiento de alimentos destinados para las especies acuáticas, siendo los ensilados de pescado una alternativa viable y económica [25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32].

Es importante recalcar que en esta búsqueda de materias primas no convencionales, se debe de considerar aquellas que se puedan obtener por su abundancia y que el costo no sea elevado. En particular, en los diversos cuerpos de agua de la Región de los Ríos, Tabasco; México, existe una gran diversidad de peces armados pertenecientes a la familia Loricariidae, particularmente del género *Pterygoplichthys*, mismos que presentan características biológicas que le otorgan una alta tasa de supervivencia, debido a su tasa de fecundidad, reproducción temprana [33, 34] y una amplia adaptabilidad a condiciones ambientales [35, 36, 37, 38]. Sumado a lo anterior, su cuerpo actúa como defensa física que los protegen de la depredación, ya que se conforman por una estructura ósea bien desarrollada (caparazón duro), así como la presencia de espinas muy desarrolladas y duras en las aletas pectorales y la aleta dorsal [39]. Por ello, las especies de *Pterygoplichthys*, han sido reportadas como invasoras nocivas por los problemas causados en los ecosistemas acuáticos en varias partes del mundo [40].

Por tanto, es importante mencionar que el aprovechamiento de especies que no tienen un valor comercial y que están disponibles geográficamente, pueden ser consideradas para este fin, siendo las especies de los peces armados *Pterygoplichthys* spp. una alternativa, debido a su presencia en los diversos cuerpos de agua gracias a sus características biológicas y su amplia adaptación en las aguas territoriales de México, particularmente en las cuencas del río Grijalva y Usumacinta del estado de Tabasco, México, ya que la presencia de estos organismos han representado un gran problema con alto impacto en la actividad pesquera, así como en el desplazamiento de la biodiversidad endémica, por lo que han sido categorizadas como especies invasoras nocivas [41, 42, 43, 44, 45, 46, 47], ya que su presencia es considerada como una gran amenaza para los ecosistemas acuáticos debido principalmente por la degradación generada de diversos hábitat, lo que repercute en daños significativos que inciden directamente en los cambios biológicos observados en las especies nativas [48, 49], lo cual impacta directamente de forma negativa en su comportamiento [50, 51, 52].

En lo referente a las especies de tilapia del género *Orechromis*, las prácticas de su cultivo han demostrado una gran facilidad para ser cultivadas en una diversa variedad de condiciones ambientales, muchas de ellas adversas, en donde logran sobrevivir, crecer y reproducirse de forma repentina y precoz, lo que repercute en altas densidades, teniendo como resultado un mayor reclutamiento de alevines en los sistemas de cultivo, lo que se traduce en sobre población en los estanques, lo que conlleva a su vez, a la competencia por espacio y alimentos, provocando y causando enanismo en los organismos, por lo que durante la cosecha muchos peces no logran alcanzar su tamaño comercial [53]. Es importante mencionar, que las tilapias son una especie introducida, por lo que su mal manejo dentro de los sistemas de cultivo puede provocar su propagación acelerada en los cuerpos de agua naturales [54], lo cual impacta de manera negativa en las poblaciones endémicas debido principalmente por la competencia por espacios y alimentos disponibles en los ecosistemas acuáticos [55].

Por ello, la alta proliferación de las tilapias es un fenómeno común que se presenta en los sistemas de producción de baja escala, sobre todo en las unidades de producción en donde se desarrollan prácticas acuícolas a pequeña escala o de traspatio que se realizan en las comunidades rurales, ya que muchas veces al adquirir crías que no cuentan con el 100% de masculinización, las crías que se obtienen de las unidades de producción aledañas que provienen de sistemas de cultivo no monosexados, así como aquellas que son introducidas por los propios sistemas productivos al no desinfectar los estanques ni controlar la filtración en la entrada y salida de agua, estos factores dan como resultado la reproducción precoz y por ende, la sobre población en los sistemas de cultivo [56, 57], por lo que se deben de proponer alternativas que mitiguen esta problemática que se presenta durante su cultivo.

Por todo lo anterior, el presente trabajo de investigación tuvo como principal propósito elaborar dos ensilados químicos a partir de pez armado *Pterygoplichthys* spp. y tilapia gris *Oreochromis* spp. En ambos productos se analizaron sus contenidos nutrimentales de proteína cruda, extracto etéreo, cenizas totales, extracto libre de nitrógeno (ELN), humedad total y materia seca [58], así como su calidad microbiana en base a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para determinar la presencia de mohos y levaduras [59], coliformes totales [60], así como *Salmonella* [61] y con ello, conocer sus propiedades que permitan sugerir su inclusión en la alimentación acuícola, así como crear alternativas para el aprovechamiento del pez armado *Pterygoplichthys* spp. y el uso alterno de tilapia gris *Oreochromis* spp. cuando se presentan problemas por sobre poblaciones durante su cultivo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

EL presente trabajo se desarrolló en las instalaciones de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (DAMR) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Los ejemplares de *Pterygoplichthys* spp. (100 organismos en total) se recolectaron en el poblado de Pino Suárez, empleando una malla de tres puntas como arte de pesca y como método de captura el arrastre y fueron seleccionados de acuerdo con su peso total (250 ± 5.0 g en promedio). Luego, fueron trasladados a la Unidad de Producción Acuícola de la DAMR-UJAT. Una vez trasladado dentro de las instalaciones de la DAMR-UJAT, los organismos se mantuvieron en cuarentena durante 30 días en una pileta de 2 m X 4 m X 1.20 (9.60 m³ de volumen de agua), con la finalidad de ir depurando su contenido del tracto digestivo, así como las cargas microbianas presentes en los organismos silvestres; para ello, se realizaron recambios de agua diariamente a una proporción del 30% del volumen total disponible. Pasado los 30 días, los peces fueron sometidos a un ayuno por 48 h para el vaciado del tracto digestivo y luego fueron sacrificados mediante la aplicación de un doble shock térmico (40°C por 20 min y 4°C por 20 min, respectivamente). Por su parte, se adquirieron 100 tilapias grises *Oreochromis* spp. de la Unidad de Producción Acuícola de la DAMR-UJAT, las cuales fueron seleccionadas manualmente para homogenizar las muestras, siendo elegidas aquellas que tuvieran un peso promedio de 250 ± 5.0 g de peso total. De igual forma, fueron sometidas a un ayuno de 48 h y se sacrificaron con un shock térmico simple a 4°C durante 20 min.

Una vez sacrificados los organismos fueron lavados por separado con abundante agua, se trocearon con un cuchillo tipo hachuela de acero inoxidable y se introdujeron por separado en un molino cárnico eléctrico marca Toro Rey® con el fin de obtener los productos con una consistencia en forma de pasta. Luego, se separaron en tres porciones de 1500 g de *Pterygoplichthys* spp. (T1) y de *Oreochromis* spp. (T2), respectivamente. Cada porción se introdujo en un contenedor de plástico con tapa con capacidad de 2000 g y se agregó en cada uno de ellos un mezclado de ácido sulfúrico al 2% más ácido cítrico en grado alimenticio al 4% v/p [62]. Las muestras se mezclaron manualmente con una cuchara de madera para homogenizar cada uno de los tratamientos con sus tres repeticiones. Se midió y ajustó el pH a 3.5 con un potenciómetro Hanna®. Durante los primeros cinco días, se monitoreó el pH cada 4 h para mantener su estabilidad; pasado este tiempo, la lectura del pH se realizó dos veces al día debido a que se mantiene más estable después del sexto día en adelante.

A los 30 días de haber sido elaborados, se obtuvieron los ensilados químicos de *Pterygoplichthys* spp. (T1) y *Oreochromis* spp. (T2) con sus tres repeticiones en cada uno de ellos. A cada muestra se le realizaron los análisis proximales básicos por triplicado sobre su contenido de humedad total, cenizas totales, extracto etéreo, proteína cruda y ELN, de acuerdo con los métodos descritos por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales [63], más conocida como la A.O.A.C., por sus siglas en inglés. Con los resultados obtenidos se les aplicó una comparación de medias *t* de student (α 0.05) para observar si se presentaban diferencias estadísticamente significativas.

Posteriormente, se determinaron los análisis microbiológicos para conocer la inocuidad en ambos productos elaborados; para ello, se realizaron los análisis microbiológicos de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de hongos y levaduras [64], coliformes totales en placa [65] y *Salmonella* [66]. Los resultados fueron reportados en una tabla para mostrar la inocuidad microbiológica obtenida en cada ensilado químico.

También se realizó una descripción de sus propiedades físicas como textura, color, consistencia y olor observadas en cada uno de los ensilados procesados, con el propósito de caracterizarlos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos, ambos ensilados mostraron una apariencia semihúmeda, con una consistencia en forma de puré y una pequeña proporción líquida en la superficie por la presencia de agua y grasa que se genera del propio proceso; también, presentaron ambos productos un color marrón claro uniforme; sin embargo, el ensilado químico de pez armado *Pterygoplichthys* spp. tuvo una consistencia más firme en comparación con el de tilapia gris *Oreochromis* spp.

Luego de caracterizarlos físicamente, se procedió a conocer su composición nutrimental en cada uno de los ensilados químicos evaluados ($n=6$) con sus desviaciones estándares. Cada uno fue realizado por triplicado y con duplicidad experimental. Los resultados en negritas con superíndices muestran las diferencias estadísticas que se presentaron con la comparación de medias *t* de student a un α de 0.5. (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje del contenido nutrimental de los ensilados químicos

Análisis Proximal	T ₁	T ₂
Humedad Total	37.87 \pm 0.04 ^b	47.42\pm0.06^a
Materia Seca	62.13\pm0.24^a	52.58 \pm 0.48 ^b
Cenizas Totales	30.29\pm0.03^a	24.14 \pm 0.07 ^b
Proteína Cruda	13.76 \pm 0.27 ^b	15.92\pm0.46^a
Extracto Etéreo	10.50\pm0.16^a	8.52 \pm 0.05 ^b
ELN	7.58\pm0.39^a	4.00 \pm 0.56 ^b
Total	100%	100%

Como se puede observar, el ensilado con pez armado *Pterygoplichthys* spp. presenta mayor porcentaje en materia seca y cenizas totales, lo cual se puede deber a su estructura ósea con la que cuenta la especie; de igual forma, tuvo mayor contenido porcentual en extracto etéreo y ELN. Por su parte, el ensilado de tilapia gris *Oreochromis* spp. obtuvo mayor porcentaje en humedad, lo cual supone una estructura muscular y esquelética más simple; no obstante, el contenido proteico de este ensilado fue mayor en comparación con el ensilado de pez armado.

Al obtener los resultados de los análisis microbiológicos, ambos productos presentaron una óptima inocuidad, por lo que su empleo garantiza la salud y seguridad alimenticia en los organismos acuáticos (Tabla 2).

Tabla 2.

Resultados obtenidos en los análisis microbiológicos aplicados en los ensilados químicos elaborados en el presente trabajo.

Análisis Microbiológico	T ₁	T ₂
Mohos y Levaduras	2.2X10 ² UFC g ⁻¹	1.9X10 ² UFC g ⁻¹
Coliformes Totales	Negativo	Negativo
Salmonella	Negativo	Negativo

Si bien los límites permisibles de mohos y levaduras en los ensilados químicos no están establecidos por una NOM específica para el consumo animal, diversos estudios en el sector pecuario [67, 68, 69, 70, 71] sugieren que el ensilado se considera de óptima calidad cuando las concentraciones de mohos y levaduras están por debajo del límite sugerido, el cual es menos de 1X10⁴ Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC g⁻¹) y se considera el umbral de deterioro en concentraciones que superan 10⁵ o 10⁶ UFC g⁻¹, lo cual es un indicativo después de la fermentación de una calidad deficiente y un riesgo potencial para la producción de micotoxinas. El uso de ácidos químicos tiene como objetivo principal inhibir el crecimiento de estos microorganismos, por lo que se espera que los recuentos se ubiquen por debajo de 10² UFC g⁻¹; además, un manejo adecuado durante el proceso del ensilaje, así como el sellado adecuado y una rápida fermentación, son factores clave para minimizar la presencia de mohos y levaduras, lo cual se puede constatar que se logró para ambos ensilados de acuerdo con los resultados.

Asimismo, no existen límites permisibles específicos en ensilados químicos para coliformes totales y *Salmonella* establecidos por una NOM para el consumo animal en México. Sin embargo, en la industria de alimentos destinados para el consumo animal, se aplican límites referenciales para garantizar la inocuidad [72, 73]. Hay que recordar que los coliformes totales representan un indicador de higiene o contaminación potencial, ya que, si bien no son patógenos en sí mismos, su alta presencia sugiere condiciones insalubres durante el procesado o manejo del ensilado. Por ello, a pesar de que no existe un límite estricto para ensilado, se espera que un ensilado químico de calidad y bien conservado tenga niveles muy bajos o totalmente ausentes, sobre todo en los ensilados químicos, ya que la adición de los ácidos inhibe el crecimiento bacteriano. Cabe señalar que la presencia de *Salmonella* en ingredientes para alimentación animal se considera un riesgo significativo, ya que es un patógeno potencial para los animales, así como su posible transmisión a la cadena alimentaria humana, por lo que la directriz general debe indicar la ausencia total de estos microorganismos.

Al no existir una NOM específica que indique los límites permisibles para ensilados químicos, la industria alimenticia animal considera fundamental de que patógenos como *Salmonella* deben estar ausentes y el análisis de coliformes es un indicador de contaminación durante su procesamiento, por lo que deben mantenerse en niveles mínimos o de preferencia ausentes para asegurar la bioseguridad del alimento, lo cual, para ambos análisis efectuados en la presente investigación, se cumplieron.

Con todo lo anteriormente presentado y en base a los resultados obtenidos se puede discutir que:

Las especies de pez armado *Pterygoplichthys* spp. y tilapia gris *Oreochromis* spp. fueron empleadas en la elaboración de dos ensilados químicos por su abundancia local y de acuerdo con el trabajo realizado, se considera que estas especies pueden ser incluidas como ingredientes para la elaboración de alimentos destinados a diversas especies acuáticas. Algunos autores mencionan que uno de los principales retos actuales que enfrenta la nutrición acuática converge en que en la elaboración de alimentos se deben emplear ingredientes de calidad, mismo que debe reflejarse por sus altos contenidos nutrimentales que cubran las necesidades de los organismos, y con ello, ser incluidos para la elaboración de dietas acuáticas y que a su vez, puedan ser conservados a bajo costo [74]; en ambos ensilados elaborados, se obtuvo una

aceptable calidad nutrimental y además su conservación se hizo a temperatura ambiente, por lo que no es necesario realizar un gasto económico para ello.

Por otra parte, su empleo en la alimentación acuícola es una alternativa para disminuir la problemática que presenta *Pterygoplichthys* spp., ya que se ha señalado que estos organismos impactan negativamente en las actividades pesqueras tradicionales de la Región de los Ríos, Tabasco, donde es considerada una especie nociva [75]. Así mismo, la abundancia de la tilapia gris *Oreochromis* spp. por sobrepoblación la convierte en una especie accesible para evitar los problemas causados por su reproducción precoz al no contar con lotes monosexados para su cultivo. Debido a la apertura comercial, así como la incapacidad de los productores nacionales para producir la cantidad y calidad de tilapia que demanda el mercado, se vienen incrementando sus importaciones proveniente de Asia, lo cual ocasiona el desplazamiento de la producción nacional [76]; por ello, es necesario crear alternativas para el aprovechamiento total, lo cual permitan a los productores no ser desplazados, así como diversificar e incrementar su producción para su venta en los mercados locales o nacionales, por lo que la elaboración del ensilado químico de tilapia representa una alternativa; de igual forma, puede ser empleado en la elaboración de dietas para el consumo animal, incluyendo las especies acuícolas.

En ambos ensilados, la combinación de ácido sulfúrico al 2% y ácido cítrico al 4% v/p fue adecuada en la obtención de los dos productos finales, lo cual evidencia que el empleo de ácidos promueve un contenido nutrimental aceptable y una excelente calidad microbiológica. En experiencias similares, al ser elaborado un ensilado con la fauna acompañante de camarón, empleando 3.5% de una mezcla de 1:4 ácido sulfúrico y ácido fórmico, los resultados fueron muy satisfactorios [77]; en otro estudio, se procesó un ensilado a base de pez macarela *Scomberomorus sierra* y vísceras de abulón *Haliotis* spp., aplicando una mezcla de 2.6% de ácido fosfórico más 2.6% de ácido cítrico, el producto se empleó para la alimentación de juveniles de abulón y los resultados manifestaron una gran aceptación [78, 79]; a su vez, en un ensilado obtenido de la mezcla de ácido sulfúrico comercial con una densidad de 1.82 g cm⁻³ y una concentración al 96%, evidenciaron su amplia potencialidad para ser aprovechados los subproductos de la pesca, teniendo buenos resultados en la alimentación de diversas especies acuícolas [80]; en otro trabajo, se elaboró un ensilado con residuos de tilapia con otros peces marinos y dulceacuícolas con un 2% ácido sulfúrico más 2% ácido fórmico, presentando este ensilado buenos resultados en la alimentación de rana toro *Rana catesbeiana* y pez pacú *Piaractus mesopotamicus* [81, 82]; en una investigación similar, al ser utilizados desechos frescos de filetes de tilapia y le adicionaron ácido sulfúrico al 50%, a fin de elaborar un producto destinado para la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*), observando un buen crecimiento en los organismos bajo estudio [83]; asimismo, al acidificar un ensilado de pescado con un 2.8% de ácido fórmico y ser conservado a temperatura ambiente, controlando el pH en un valor promedio de 4.40 y posteriormente, al adicionar un mezclado con ácido sulfúrico al 20% en forma gradual hasta estabilizar el pH en 4, estos investigadores señalaron que este ensilado puede ser una alternativa para su empleo en comunidades rurales [84]; en otra experiencia, al ser adicionado 3.5% de ácido fórmico al 98% con 2% de ácido sulfúrico al 98%, 2% de ácido fórmico al 98% con 2.6% de ácido fosfórico al 96% y 2.6% de ácido cítrico con 0.1% de benzoato de sodio como antioxidante en carne molida de *Pterygoplichthys* spp., al ser evaluados los productos observaron que los mejores resultados fueron con la mezcla de ácido sulfúrico al 2% más ácido fórmico al 3.5%, obteniendo un producto estable con consistencia pastosa, de color blanquecino brillante con pequeños grumos y una capa superficial de grasa con olor poco perceptible, sin alteración aparente [85].

En base a los análisis proximales básicos aplicados, se puede decir que los ensilados químicos son una alternativa eficaz para ser incluidos en la elaboración de alimentos acuícolas. En este estudio, el ensilado de pez armado (T1) presentó mayor contenido de materia seca (62.13%) lo cual contempla el contenido de cenizas totales (30.29%), proteína cruda (13.76%), extracto etéreo (10.50%) y extracto libre de nitrógeno (7.58%). No obstante, el ensilado de tilapia gris (T2) obtuvo un mayor contenido de proteína cruda (15.92%), seguido de las cenizas totales (24.14%), extracto etéreo (8.52%) y ELN (4%), con un

total de 52.58% de materia seca. Los resultados estimados se asemejan a los reportados por diversos autores; por ejemplo, en un trabajo donde se elaboró un ensilado químico de vísceras de pescado, éste mostró un 12.8% de proteína cruda [86]; otro estudio concuerda con los datos obtenidos en la presente investigación al procesar un ensilado de pescado, teniendo como resultados un 13.27% de proteína cruda, 11.12% de extracto etéreo y 33.86% de cenizas totales [87]; mientras que en un ensilado hecho a base de *Pterygoplichthys* spp., el producto presentó un contenido de 13.08% de proteína cruda, 12.13% de extracto etéreo y 34.70% de cenizas totales [88],

Ambos productos obtuvieron una aceptable inocuidad microbiológica, ya que no se observó la presencia de *Salmonella* y coliformes totales, mientras que la presencia reportada de mohos y levaduras en el ensilado de pez armado (2.2×10^2 UFC g⁻¹) y el ensilado de tilapia gris (1.9×10^2 UFC g⁻¹), no son significativas. Se han reportado resultados similares en ensilados para la alimentación animal como, por ejemplo, en un ensilado procesado con desechos de carpa *Cyprinus carpio*, los valores microbiológicos manifestaron que los microorganismos patógenos son inhibidos por la condición de acidez del ensilado [89]; otra experiencia reportó que en tres ensilados químicos elaborados con *Pterygoplichthys* spp. con diversos medios ácidos (ácido sulfúrico, ácido fórmico, ácido clorhídrico, todos mezclados con ácido cítrico en grado alimenticio) al determinar la presencia de *Salmonella*, coliformes totales, así como hongos y levaduras, en todos los casos hubo ausencia de los microorganismos en los tres ensilados evaluados [90]; en un estudio donde determinaron la viabilidad y composición nutrimental de un ensilado de cabeza de langostino y residuos de pescado para ser empleado en la alimentación de cerdos, se reportó que los microorganismos aerobios mesófilos, así como mohos y levaduras estuvieron dentro del límite aceptable para alimentos balanceados y *Salmonella* sp. estuvo ausente [91]; otra investigación realizó un estudio de las características químicas y microbiológicas de un ensilado de cáscara de cacao *Theobroma cacao*, para inclusión en la alimentación animal de interés zootécnico, donde se presentó la ausencia de *Escherichia coli*, *Clostridium* spp. y *Salmonella* spp., lo cual garantiza la inocuidad del alimento sin comprometer la salud de los animales que lo consumen [92].

CONCLUSIONES

Los ensilados químicos elaborados con pez armado *Pterygoplichthys* spp. y tilapia gris *Oreochromis* spp., ambos representan una alternativa para su inclusión como ingredientes en la elaboración de alimentos destinados a especies acuáticas, ya que al ser evaluados presentaron aceptables valores nutrimentales, resaltando el contenido proteico en el ensilado de tilapia gris, lo cual permite un aporte significativo (15.92%) para el crecimiento y desarrollo de la especie que lo consume, mientras que el contenido de cenizas totales en el ensilado de pez armado puede aportar los minerales necesarios para la formación de estructura ósea que se requiere en las primeras etapas del crecimiento de las diversas especies acuáticas. También se obtuvo una óptima inocuidad microbiológica, lo que se traduce en ingredientes seguros para los organismos que los consuman. Cabe recalcar que estos productos deben adicionarse con otros ingredientes con la finalidad de obtener alimentos que cubran las necesidades nutrimentales requeridas por los organismos acuáticos bajo cultivo.

REFERENCIAS

- [1] Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H. & Troell, M. (2001). Effects of aquaculture on world fish supplies. *Issues in Ecology Journal*, 8, 1-12. <https://doi.org/10.1038/35016500>
- [2] Rueda González, F.M. (2011). Breve historia de una gran desconocida: La acuicultura. *Revista Eubacteria*, 26, 1-2. <https://www.um.es/eubacteria/acuicultura.pdf>

- [3] Norzagaray Campos, M., Muñoz Sevilla, P., Sánchez Velasco, L., Capurro Filograsso, L. y Llánes Cárdenas, O. (2012). Acuacultura: Estado actual y retos de la investigación en México. *Revista AquaTIC*, (37), 20-25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49425906011>
- [4] Álvarez Torres, P., Soto F., Avilés Quevedo, S., Díaz Luna, C. y Treviño Carrillo, L.M. (2019). Panorama de la investigación y su repercusión sobre la producción acuícola en México. (pp. 3-20). Avances en Nutrición Acuícola. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/321>
- [5] Tacon, A.G.J. (2013). Global trends in aquaculture and feed ingredient use in compound aquacifeeds. En Contribuciones recientes en alimentación y nutrición acuícola. (1ra. Edición, pp. 1-12). Cruz Suárez, L.E., Ricque Marie, D., Tapia Salazar, M., Nieto López, M.G., Villarreal Cavazos, D.A., Gamboa Delgado, J., Alvarez González, C. (Editores). Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/9941/1/LibroCRANA.pdf>
- [6] Piñeros Roldán, A.J., Gutiérrez Espinosa, M.C. y Castro Guerrero, S.R. (2014). Sustitución total de la harina de pescado por subproductos avícolas suplementados con aminoácidos en dietas para juveniles de *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818. *Revista Orinoquia*, 18 (2), 13-24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89640734002>
- [7] Filigrana Celorio, G. (2016). Uso de la harina de pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) en la alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). (Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur [ECOSUR], Villahermosa, Tabasco). Repositorio Institucional. https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1424/1/100000057617_documento.pdf
- [8] Mendiola Campuzano, J., Vera Quiñones, F., Alpuche Palma, A., Ramos Ferrer, J. y Barceló Gutiérrez, V. (2018). Análisis nutrimental, microbiológico y digestibilidad en un alimento para tilapia gris. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(6), 12-24. <https://www.reibci.org/publicados/2018/dic/3200103.pdf>
- [9] Hardy, R.W. (2006, noviembre 15 al 17). Worldwide fish meal production outlook and the use of alternative protein meals for aquaculture. [Ponencia]. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mazatlán, Sinaloa; México. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/179>
- [10] Glencross, B.D., Booth, M. & Allan, G.L. (2007). A feed is only as good as its ingredients—a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition Journal*, 13, 17-34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x>
- [11] Hardy, R.W. (2010). Utilization of plant proteins in fish diets: Effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Responses Journal*, 41, 770-776. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x>
- [12] Barragán, A., Zanazzi, N., Gorosito, A., Cecchi, F., Prario, M., Imeroni, J. y Mallo, J. (2017). Utilización de harinas vegetales para el desarrollo de dietas de pre-engorde y engorde de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *REDVET: Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1-15. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653009025>
- [13] Luthada Raswiswi, R., Mukaratirwa, S. & O'Brien, G. (2021). Animal protein sources as a substitute for fishmeal in aquaculture diets: A systematic review and meta-analysis. *Applied Science Journal*, 11, e3854. <https://doi.org/10.3390/app11093854>
- [14] Abdelghany, A.E. (2003). Partial and complete replacement of fishmeal with gambusia meal in diets of red tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). *Aquaculture Nutrition Journal*, 9, 145-151. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00234.x>
- [15] Wu, G.S., Chung, Y.M., Lin, W.Y., Chen, S.Y. & Huang, Ch.H. (2003). Effect of substituting de-hulled or fermented soybean meal for fishmeal in diets on growth of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Journal of the Fisheries Society*, 30 (4), 291-297. <https://doi.org/10.29822/JFST.200312.0003>

- [16] Gatlin, D.M., Barrows, F.T. & Brown, P. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: A review. *Aquaculture Responses Journal*, 38, 551-579. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x>
- [17] Boland, M.J., Rae, A.N., Verejkeh, J.M., Meuwissen, M.P.M., Fischer, A.R.H., van Boekel, M.A.J.S., Rutherford, S.M., Gruppen, H., Moughan, P.J. & Hendriks, W.H. (2013). The future supply of animal-derived protein for human consumption. *Trends Food Science Technology Journal*, 29, 62-73. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.07.002>
- [18] Sammadar, A. (2018). A review of fishmeal replacement with fermented biodegradable organic wastes in aquaculture. *International Journal Fisheries Aquatic Studied*, 8(6), 203-208. www.fisheriesjournal.com/archives/2018/vol6issue6/partC/6-6-11-136.pdf
- [19] Ayadi, F.Y., Muthukumarappan, K. & Rosentrater, K.A. (2012). Alternative protein sources for aquaculture feeds. *Journal Aquaculture Feed Science Nutrition*, 4, 1-26. <http://dx.doi.org/10.3923/joafsnu.2012.1.26>
- [20] Chor, W.K., Lim, L.S. & Shapawi, R. (2013). Evaluation of feather meal as a dietary protein source for African Catfish fry, *Clarias gariepinus*. *Journal Fisheries Aquatic Science*, 8, 697-705. <https://doi.org/10.3923/jfas.2013.697.705>
- [21] Mountinho, S., Martinez Llores, S., Tomas Vidal, A., Jover Cerda, M. & Oliva Teles, A. (2017). Meat and bone meal as partial replacement for fishmeal in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles: Growth, feed utilization, amino acid utilization, and economic efficiency. *Aquaculture Journal*, 468, 271-277. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.10.024>
- [22] Tacon, A.G. & Metian, M. (2018). Foodmatters: Fish, income and food supply-A comparative analysis. *Fisheries Science Journal*, 26, 1-14. <http://dx.doi.org/10.1080/23308249.2017.1328659>
- [23] Hua, K., Cobcroft, J.M., Cole, A., Condon, K., Jerry, D.R., Mangott, A., Praeger, Ch., Vucko, M.J., Chaoshu Zeng, Ch., Zenger, K. & Strugnel, J.M. (2019). The future of aquatic protein: Implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth Journal*, 1, 316-329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>
- [24] Toledo Pérez, S.J. y García Capote, M.C. (2019). Nutrición y alimentación de tilapia *cultivada* en América Latina y el Caribe. (pp. 83-137). En Avances en Nutrición Acuicola. Universidad Autónoma de Nuevo León. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/292>
- [25] Toledo Pérez, J. y Llanes Iglesias, J. (2006). Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilados por vías bioquímicas y biológicas. *Revista AquaTIC*, 25, 28-33. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49402505>
- [26] Botello León, A., Toledo Pérez, J., García Galano, T., Llanes Iglesias, J. y Lazo de la Vega Tornés, J. (2010). Conservación in vitro de tres ensilajes de pescado (*Opisthonema oglinum*). Caracterización físico-química. *Revista Electrónica Granma Ciencia*, 14(1), 1-10. https://www.researchgate.net/publication/349442461_Botello_AL_Toledo_JP_Garcia_Tsai_G_Llanes_I_Lazo_JM_2010_Conservacion_in_vitro_de_tres_ensilajes_de_pescado_Opisthonema_glinum_Caracterizacion_fisica-quimica_Revista_Electronica_Granma_Ciencias_14_1
- [27] 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 acuáticas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 9(2), 167-178. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382010000200005&lng=es&tlang=es

- [28] Llanes Iglesias, J., Bórquez, A., Alcaino, J. y Toledo Pérez, J. (2011). Composición físico-química y digestibilidad de los ensilajes de residuos pesqueros en el salmón del Atlántico (*Salmo salar*). Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 45 (4), 417-422. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022260012>
- [29] Hernandez, C., Osuna Osuna, L., Benitez Hernandez, A., Sanchez Gutierrez, Y., Gonzalez Rodriguez, B. & Dominguez Jimenez, P. (2014). Replacements of fish meal by poultry by-product meal, food grade, in diets for juvenile spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*). Latin American Journal Aquatic Research, 42, 111–120. <https://doi.org/10.1080/10454438.2015.1005483>
- [30] Soza Chí, U., Peralta González, F., Rodríguez Flores, F., Alpuche Palma, A., Vera Quiñones, F. y Mendiola Campuzano, J. (2020). Estimación del contenido nutrimental, inocuidad y costos en cuatro ensilados químicos. Revista Iberoamericana de Ciencias, 7(1), 39-49. <https://www.reibci.org/publicados/2020/jul/3900103.pdf>
- [31] Gaviria, Y.S., Figueroa, O.A. y 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. Revista Información Tecnológica, 32(3), 79-88. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300079>
- [32] González Artiga, N., Soza Chí, U., Peralta González, F., Rodríguez Flores, F., Alpuche Palma, A., Vera Quiñones, F. y Mendiola Campuzano, J. (2022). Ensilado compuesto: Una opción viable para su inclusión en la alimentación acuícola. Revista Iberoamericana de Ciencias, 9(1), 67-81. <https://www.reibci.org/publicados/2022/abr/4500101.pdf>
- [33] Hoover, J., Killgore, K.J. & Confrancesco, A.F. (2004). Suckermouth catfishes: Threats to aquatic ecosystems in the United States? Aquatic Nuisance Species Research Program, 4(1), 1-9. <https://www.nanfa.org/ac/suckermouth-catfishes-threats-aquatic-ecosystems.pdf>
- [34] Gibbs, M.A., Shields, J.H., Lock, D.W., Talmadge, K.M. & Farrell, T.M. (2008). Reproduction in an invasive exotic catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* in Volusia Blue Spring, Florida, U.S.A. Journal of Fish Biology, 73 (7), 1562-1572. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02031.x>
- [35] Escalera Vázquez, L.H., García López, J.E., Sosa López, A., Calderón Cortés, N. & Hinojosa Garro, D. (2019). Impact of the non-native locariid fish *Pterygoplichthys pardalis* in native fish community on a seasonal tropical floodplain in Mexico. Aquatic Ecosystem Health & Management, 22(4), 462-472. <https://doi.org/10.1080/14634988.2019.1700343>
- [36] Elfidasari, D., Wijayanti, F. & Muthmainah, H.F. (2020a). Short communication: The effect of water quality on the population density of *Pterygoplichthys pardalis* in the Ciliwung river, Jakarta, Indonesia. Biodiversitas Journal, 21(9), 4100-4106. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210922>
- [37] Elfidasari, D., Wijayanti, F. & Muthmainah, H.F. (2020b). Habitat characteristic of Suckermouth armored catfish *Pterygoplichthys pardalis* in Ciliwung River, Indonesia. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 8(3), 41-147. <https://www.fisheriesjournal.com/>
- [38] Aida, S.N., Utomo, A.D., Anggraeni, D.P., Ditya, Y.C., Wulandari, T.N.M., Ali, M., Caipang, C.M.A. & Suharman, I. (2022). Distribution of fish species in relation water quality conditions in Bengawan Solo River, Central Java, Indonesia. Polish Journal of Environmental Studies, 31(6), 5549-5561. <https://doi.org/10.15244/pjoes/152167>
- [39] Ebenstein, D., Calderon, C., Troncoso, O.P. & Torres, F.G. (2015). Characterization of dermal plates from armored catfish *Pterygoplichthys pardalis* reveals sandwich-like nanocomposite structure. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 45, 175-182. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2015.02.002>

- [40] Dmitry, Z. & Yén, Đ.T.H. (2023). Risk screening of non-native suckermouth armoured catfishes *Pterygoplichthys* spp. in the River Dinh (Vietnam) using two related decision-support tools. *Biological Communications Journal*, 68(2), 122-131. <https://doi.org/10.21638/sbu03.2023.206>
- [41] Hernández Santos, M.E. (2008). Aspectos reproductivos de Loricariidos *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855); en la laguna de las Ilusiones, Tabasco; México. (Tesis de Licenciatura, División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco; México). Repositorio Institucional UJAT. https://www.researchgate.net/publication/215801447_ASPECTOS_REPRODUCTIVOS_DEL_LORICARI_DO_Pterygoplichthys_pardalis_Castelnau_1855
- [42] Cruz León, Z. (2013). Dinámica poblacional del pez invasor del género *Pterygoplichthys* en la cuenca de Chacalapa y primeros registros de su distribución en la cuenca baja de Coatzacoalcos, Veracruz, México. (Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria de la Universidad Veracruz, Acatlán, Veracruz; México). Repositorio Institucional UV. <https://www.uv.mx/personal/cmeiners/files/2013/06/Zeferino-Pterygoplichthys-spp-junio-2013.pdf>
- [43] Sumanasinghe, H.W. & Amarasinghe, U.S. (2014). Population dynamics of accidentally introduced Amazon sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes, Loricariidae) in Pologolla reservoir, Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences*, 8, 37-45. <http://dx.doi.org/10.4038/sljas.v18i0.7040>
- [44] Sánchez, A.J., Florido, R., Álvarez Pliego, N. y Salcedo, M.A. (2015). Distribución de *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 1099-1102. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v86n4/1870-3453-rmbiodiv-86-04-01099.pdf>
- [45] Lorenzo Márquez, H., Torres Dosal, A., Barba Macías, E., Ilizaliturri Hernández, C.A., Martínez Salinas, R.I., Morales López, J.J. y Sánchez Moreno, I. (2016). Estimación de riesgo de exposición a metales pesados por consumo de plecos (*Pterygoplichthys* spp.) en infantes de comunidades ribereñas de los ríos Grijalva y Usumacinta, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(2), 153-164. <http://www.redalyc.org/articulo.ox?id=37045328002>
- [46] Raj, S., Kumar, A.B., Raghavan, R. & Dahanukar, N. (2020). Amazonian invaders in an Asian biodiversity hotspot: Understanding demographics for the management of the armoured sailfin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* in Kerala, India. *Journal of Fish Biology*, 96(2), 549-553. <https://doi.org/10.1111/jfb.14243>
- [47] Mendiola Campuzano, J., Vera Quiñones, F., Alpuche Palma, A., Barceló Gutiérrez, V. y Urrieta Saltijeral, J. (2022). Inclusión de pez armado *Pterygoplichthys* spp. como ingrediente en dos alimentos acuáticos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 9(2), 25-45. <https://www.reibci.org/publicados/2022/sep/4600105.pdf>
- [48] Balderas Mancilla, U.J., Cipriano Anastasio, J. y Azuara Domínguez, A. (2025). Percepción de la problemática ecológica y socioeconómica del pez diablo invasor *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) por pescadores en Altamira, Tamaulipas, México. *Revista Bio Ciencias*, 12, e1749. <https://ojs3.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/download/1749/1835/1835>
- [49] Capps, K.A. & Flecker, A.S. (2013). Invasive fishes generate biogeochemical hotspots in a nutrient-limited system. *PLoS ONE Journal*, 8(1), 1-7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054093>
- [50] Rubio, V.Y., Gibbs, M.A., Work, K.A. & Bryan, C.E. (2016). Abundant feces from an exotic armored catfish, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991), create nutrient hotspots and promote algal growth in a Florida spring. *Aquatic Invasions Journal*, 11(3), 337-350. <http://www.aquaticinvasions.net/2016/issue3.html>

- [51] Chaichana, R., Pouangcharean, S. & Yoonphand, R. (2013). Foraging effects of the invasive alien fish *Pterygoplichthys* on eggs and first-feeding fry of the native *Clarias macrocephalus* in Thailand. *Agriculture and Natural Resources Journal*, 47(4), 581-588.
<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/243100>
- [52] Mallick, S., Sundaray, J.K. & Ghosal, R. (2024). Understanding feeding competition under laboratory conditions: Rohu (*Labeo rohita*) versus Amazon sailfin catfish (*Pterygoplichthys* spp.). *Behavioural Processes Journal*, 218, e105029. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2024.105029>
- [53] Abaho, I., Mesembe, C., Akoll, P. & Jones, C. (2021). The use of plant extracts to control tilapia reproduction: Current status and future perspectives. *Journal World Aquaculture Society*, 53(3), 593-619. <https://doi.org/10.1111/jwas.12863>
- [54] Wurts, W., Davis, A. & Perschbacher, P.R. (2020). Polyculture of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) with blue tilapia (*Oreochromis aurea*): Using tilapia progenyas forage. *Journal of Aquaculture & Livestock Production*, SRC/JALP-101. [https://doi.org/10.47363/JALP/2020\(1\)101](https://doi.org/10.47363/JALP/2020(1)101)
- [55] Bonham, V. (2022, 13 de diciembre). *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia). CABI Compendium 72086. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.72086>
- [56] Urías Sotomayor, R., Maeda Martínez, A.N., Garza Torres, R., García Morales, R. y Navarro Murillo, R. (2022). Análisis de la producción de crías de tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) en instalaciones acuícolas en México de 2014-2021. *Revista AquaTécnica*, 4(1), 1-6.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=722479694002>
- [57] Valverde Moya, J. (2025). Uso del guapote lagunero *Parachromis dovii* (Günther 1869) como biocontrol de la sobre población de tilapia azul *Oreochromis aureus* (Steindachner 1864) y su impacto económico. *Revista AquaTechnica*, 7(1), 39-51. <https://doi.org/10.33936/at.v7i1.7283>
- [58] Association of Official Agricultural Chemists [A.O.A.C.]. (2016). Official methods of analyses (20th Edition). The Association of Official Analytical Chemists.
- [59] NOM-111-SSA1-1994. Método para la cuenta de hongos y levaduras en alimentos. Diario Oficial de la Federación.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881226&fecha=13/09/1995#gsc.tab=0
- [60] NOM-113-SSA2-1994. Determinación de bacterias coliformes. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Diario Oficial de la Federación.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4880115&fecha=25/08/1995#gsc.tab=0
- [61] NOM-114-SSA1-1994. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. Diario Oficial de la Federación.
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69538.pdf>
- [62] Hernández Ortiz, M., Urrieta Saltijeral, J.M y Mendiola Campuzano, J.V.H. (2011, 16 al 20 de mayo). Evaluación de tres ensilados químicos elaborados con pez diablo (*Plecostomus* spp.) para su empleo en acuicultura. 2do. Encuentro Nacional de Investigación Científica y 1er. Simposium Internacional de Investigación Multidisciplinaria. Tenosique de Pino Suárez, Tabasco; México.
- [63] Association of Official Agricultural Chemists [A.O.A.C.]. (2016). Official methods of analyses (20th Edition). The Association of Official Analytical Chemists.
- [64] NOM-111-SSA1-1994. Método para la cuenta de hongos y levaduras en alimentos. Diario Oficial de la Federación.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881226&fecha=13/09/1995#gsc.tab=0

- [65] NOM-113-SSA2-1994. Determinación de bacterias coliformes. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Diario Oficial de la Federación.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4880115&fecha=25/08/1995#gsc.tab=0
- [66] NOM-114-SSA1-1994. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. Diario Oficial de la Federación.
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69538.pdf>
- [67] Reyes, W., Espinoza, V., Rojo, F., Jiménez Plasencia, C., De Lucas, E., Hernández Góbora, J. y Ramírez Alvarez, A. (2008). Occurrence of fungi and mycotoxins in corn silage, Jalisco State, Mexico. Revista Iberoamericana de Micología, 25, 182-5.
https://www.researchgate.net/publication/23250918_Occurrence_of_fungi_and_mycotoxins_in_corn_silage_Jalisco_State_Mexico
- [68] Carvalho, B., Oliveira, M., Krempser, P., Schwan, R. & Ávila, C. (2015, 13-17 June). Identification of yeasts and molds in corn silage under farm conditions. [Conference]. I" International Conference on Forages in Warm Climates. Lavras, Brazil.
https://www.researchgate.net/publication/385863608_Identification_of_yeasts_and_molds_in_corn_silage_under_farm_conditions
- [69] del Palacio, A., Mionetto, A., Bettucci, L. & Pan, D. (2016). Evolution of fungal population and mycotoxins in sorghum silage. Food Additives & Contaminants: Part A, 33, 1-9.
https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1244732?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
- [70] Ogunade, I.M., Martinez Tuppia, C., Queiroz, O.C.M., Jiang, Y., Drouin, P., Wu, F., Vyas, D. & Adesogan, A.T. (2018). Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. Journal of Dairy Science, 101(5), 4034-4059. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13788>
- [71] García, A.N. y Peressutti, S.R. (2019). Análisis microbiológico de ensilados biológicos y químicos elaborados a partir de residuos de surel. (Informe de Asesoramiento y Transferencia, No. 92). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).
<https://marabielto.inidep.edu.ar/handle/inidep/3240>
- [72] Ariztía Reyes, A. (2013). Establecimiento de los límites máximos de contaminantes en insumos destinados a la alimentación animal. Dirección Nacional Servicio Agrícola y Ganadero. Gobierno de Chile.
https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/lim_max_contaminantes_insumos_oct_2013.pdf#:~:text=2.1%20Los%20l%C3%ADmites%20m%C3%A1ximos%20de%20contaminaci%C3%B3n%20microbiol%C3%ADcamente%2C,n=5%2C%20c=2%2C%20m=10%2C%20M=300%20en%201%20gr
- [73] Alba, J., Ramos, F. y López, B. (2021). Prevalencia de coliformes totales y *Staphylococcus aureus* en manipuladores de helados artesanales en Ancash, Perú. Revista Ciencia e Investigación, 24(1),23-29.
<https://doi.org/10.15381/ci.v24i1.19845>
- [74] Anadón A., Díaz P. y Martínez L.M.R. (2000). Residuos de sustancias con actividad biológica en alimentos de origen animal y responsabilidad legal (1^a Parte). Revista Eurocarne, 83, 83-94.
https://www.researchgate.net/publication/262535225_P_DIAZ_y_A_ANADON_2000_Residuos_de_sustancias_con_actividad_biologica_en_alimentos_de_origen_animal_y_responsabilidad_legal_1_Parte_Eurocarn_e_83_83-94
- [75] Mendoza Carranza, M. (2018). Especies invasoras, amenaza y oportunidades de investigación: El pez diablo. Publicado en Ciencia e Investigación. Colegio de la Frontera Sur.
<https://www.ecosur.mx/especies-invasoras-amenaza-y-oportunidades-de-investigacion-el-pez-diablo/>

- [76] González Sánchez, R.F., Urcelay Gutierrez, E. y Sigler Chávez, Y. (2007). Programa Maestro del Comité Sistema Producto Tilapia del estado de Colima. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca y la Universidad de Colima. pp. 32-39. https://cadenasproductivas.conapesca.gob.mx/pdf_documentos/comites/csp/Programa_Maestro_Estatal_Tilapia_Colima.pdf
- [77] Rodríguez, T., Montilla, J.J. y Bello, R.A. (1990). Ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón: Elaboración y evaluación biológica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 40(3), 426-438.
- [78] Viana, M.T. y López, L.M. (1995). Determinación de la calidad del alimento elaborado con ensilajes de pescado crudo y cocido, para abulones juveniles de *Haliotis fulgens*. Revista Ciencias Marinas, 21(3), 331-342. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48021306>
- [79] Viana, M.F., López, L.M., García, E.Z & Méndez, E. (1996). The use of silage mad from fish and abalone viscera as an ingredient in abalone feed. Aquaculture Journal, 140, 87-98. <https://doi.org/10.1016/0044-8486%2895%2901196-X>
- [80] Miranda. O., Otero. M. y Cisneros. M. (2001). Potencialidad de los principales subproductos de la pesca en Granma: Composición química. Revista Producción Animal. 13(1), 41-43. <https://core.ac.uk/download/pdf/268092619.pdf>
- [81] Murrillo. E.S. & Verardino. M.S. (2000). Substituicao da farinha de peixe pela silagen de peixe na alimentacao de girinos de ra-touro (*Rana catesbeiana*). Revista Ciencia Rural, 32(3), 505-508. <https://www.scielo.br/j/cr/a/SZwJ7cRNJ3bFnPBsPHNpcVc/?lang=pt>
- [82] Vidotti. R.M., Carneiro. D.J. & Macedo. V.E.M. (2002). Acid an fermented silage characterization and determination of crude protein for pacu *Piaractus mesopotamicus*. Journal of the World Aquaculture Society. 1(33), 57-62. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00478.x>
- [83] Llanes Iglesias, J.E., Toledo Pérez, J. y Lazo de la Vega J.M. (2006). Producción de alimento húmedo a partir de ensilado de pescado para la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Revista AquaTIC, 25, 16-21. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49402503>
- [84] Copes. J., Pellicer. K., del Hoyo. G. y García Romero, N. (2007). Producción de ensilado de pescado en baja escala para uso de emprendimientos artesanales. Revista Analecta Veterinaria, 26(1), 5-8. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/11184/documento_completo.pdf?sequence=1
- [85] Toledo Pérez, J., Botello León, A. y Llanes Iglesias, J.E. (2009). Evaluación de tres ensilados químicos de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Revista Cubana de Investigación Pesquera, (26), 14-18. https://www.researchgate.net/publication/277179317_Evaluacion_de_tres_ensilados_quimicos_de_pescado_en_la_alimentacion_de_Clarias_gariepinus_Burchell_1822
- [86] Wicki, G., Wiltchiensky, E. y Luchini, L. (2002). Ensilado de vísceras de pescado de río como fuente de proteína y fórmulas alimentarias a base de harina de soja o algodón o de pluma como sustituto total o parcial de harina de pescado en el engorde final de Pacú en el noroeste argentino. (pp. 2-13). SAGPyA. <https://www.yumpu.com/es/document/view/14839383/ensilados-de-visceras-de-pescado-de-rio-ministerio-de-agricultura->
- [87] Toledo Pérez, J., Botello León, A. y Llanes Iglesias, J.E. (2007). Evaluación del ensilado químico de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). REVET: Revista Electrónica de Veterinaria, VIII(9), 1-6. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090307/090723.pdf>
- [88] Escalera, G.C., Arroyo, D.M., Zuno, F.F. & Moncayo, E.R. (2008). Physicochemical characterization of the invasive species *Hypostomus plecostomus* and alternatives for its use in Mexico. (pp. 2-11). CIIDIR, Instituto Politécnico Nacional and Baylor University.

- [89] Fernández Herrero, A.L., Tabera, A., Agüeria, D., Sanzano, P., Grosman, F. y Manca, E. (2011). Obtención, caracterización microbiológica y físico-química de ensilado biológico de carpa (*Cyprinus carpio*). REDVET: Revista Electrónica de Veterinaria, 12(8), 1-15.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63621920002>
- [90] Hernández Ortiz, M., Urrieta Saltijeral, J.M y Mendiola Campuzano, J.V.H. (2011, 16 al 20 de mayo). Evaluación de tres ensilados químicos elaborados con pez diablo (*Plecostomus spp.*) para su empleo en acuicultura. 2do. Encuentro Nacional de Investigación Científica y 1er. Simposium Internacional de Investigación Multidisciplinaria. Tenosique de Pino Suárez, Tabasco; México.
- [91] Castillo García, W.E., Sánchez Suárez, H.A. y Ochoa Mogollón, G.M. (2020). Evaluación del ensilado de residuos de pescado y de cabeza de langostino fermentado con *Lactobacillus fermentus* aislado de cerdo. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30(4), 1456-1469.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17165>
- [92] Caicedo, W. y Caicedo, L. (2021). Características químicas y microbiológicas del ensilado de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L) tratado con yogur natural. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 32(6), e21692. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i6.21692>