

# Evaluación de dos alimentos artesanales para su empleo en la piscicultura rural

Jorge Mendiola-Campuzano\*, Fernando Vera-Quiñones, Alejandro Alpuche-Palma y Eddy Pérez-Vera

División Académica Multidisciplinaria de los Ríos

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Tenosique de Pino Suárez, Tab.; México

[fernando.vera; alejandro.alpuche; eddy.perez]@ujat.mx

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

**Abstract**— Aquaculture presents a notable growth in the world, its promotion being essential in rural areas, since the communal economy limits its development, with food being the main limiting factor. In this research, two feeds with alternate ingredients were processed: *Pterygoplichthys* spp. and *Procambarus llamas*, porridge *Eisenia foetida*, *Cyprinus carpio* and viscera of *Gallus gallus domesticus* and *Rhamdia guatemalensis*, as well flour of *Musa balbisiana* and *Manihot esculenta*. They were also evaluated to determine their nutritional content, safety and costs. The results showed that both foods contain the necessary nutrients for various fish species and the safety obtained was optimal, which shows that the proposed artisanal foods are a viable option in rural fish farming.

**Keyword**— *Elaboration, Valuation, Alternative foods, Fish farming, Small scale.*

**Resumen**— La acuicultura tiene un notable crecimiento en el mundo, siendo indispensable su fomento en las comunidades rurales, ya que su economía limita su desarrollo, siendo los costos de alimentación una limitante. En este trabajo, se elaboraron dos alimentos artesanales con ingredientes alternos: ensilados de *Pterygoplichthys* spp. y *Procambarus llamas*, pastas de *Eisenia foetida*, *Cyprinus carpio* y vísceras de *Gallus gallus domesticus* y *Rhamdia guatemalensis*, así como harina de *Musa balbisiana* y *Manihot esculenta*. También fueron evaluados para conocer su contenido nutrimental, inocuidad microbiológica y costos. Se observó que ambos alimentos cuentan con los nutrimentos necesarios para diversas especies piscícolas y la inocuidad presentada fue óptima, lo que evidencia que ambos alimentos son una opción viable para la piscicultura rural.

**Palabras claves**—*Elaboración, Valoración, Alimentos alternos, Piscicultura, Pequeña escala.*

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad dirigida para la producción de especies acuáticas, cuyo fin primordial es la obtención de alimentos con alto valor nutrimental; sin embargo, también se desarrolla para propósitos recreativos, educativos, de conservación y repoblación; sin embargo, uno de los principales retos que enfrenta a nivel mundial en la actualidad es la capacidad de proveer de productos a los mercados de manera puntual para incrementar el consumo *per cápita* de los productos acuícolas y además, ser una alternativa que mitigue el hambre, sobre todo en las poblaciones más vulnerables, en donde se busca que la acuicultura abastezca de alimentos con la cantidad y calidad que demanda el crecimiento demográfico; aunado a lo anterior, las prácticas acuícolas deben sustentarse en la sostenibilidad para ser amigables con el ambiente y así, generar productos con altos contenidos nutrimentales, funcionales y bioseguros, por lo que es necesario la diversificación de los cultivos, la aplicación de técnicas, métodos y tecnologías de manera eficiente [1, 2, 3, 4].

Pese a que en los últimos años, la producción acuícola viene observando un crecimiento promedio del 14% anual, su consolidación depende de la generación de conocimiento y su eficiencia práctica, sobre todo en las áreas relacionadas con la sanidad, reproducción y nutrición, siendo ésta última considerada como un área clave para su desarrollo, ya que incide directamente en la producción, pues a

través de ella se obtiene un mayor crecimiento y desarrollo de las especies acuícolas cultivadas en cada ciclo productivo [5, 6, 7, 8].

En lo referente a la nutrición y alimentación acuícola en las unidades productivas, suelen representar los costos económicos más elevados, ya que vienen oscilando entre el 40 al 60% de los costos totales de producción, debido al empleo de alimentos comerciales, mismos que cuentan como componentes principales a la harina y el aceite de pescado, que aportan nutrimentos básicos como aminoácidos, ácidos grasos polinsaturados, vitaminas y minerales, además de un gran aporte de energía; a lo anterior, se deben de sumar sus características físicas de atractabilidad, palatabilidad, textura y digestibilidad, por lo que estas propiedades permiten ser aceptadas por los organismos bajo cultivo. Sin embargo, hoy en día, ambos insumos vienen presentando un desequilibrio entre la oferta y la demanda, debido a la sobreexplotación pesquera a la que son sometidos los organismos acuáticos, lo cual disminuye la obtención de materias primas, así como la mayor exigencia de cantidades de estos insumos por parte del sector industrial dedicado a la fabricación de alimentos, por lo que repercute directamente en los costos productivos para su procesamiento e inclusión en los alimentos comerciales destinados a especies acuáticas y terrestres [9, 10, 11, 12, 13].

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mejor conocida como la FAO [14], reportó que para el año 2018, la producción mundial pesquera se ubicó en 179 millones de toneladas, de las cuales, 19 millones fueron destinadas para la elaboración de harina y aceite de pescado, ingredientes básicos para la industria de alimentos para animales; no obstante, esta cantidad no abastece la demanda, por lo que su inclusión es una limitante y se elevan los costos de los alimentos comerciales. Por ello, es primordial racionar de manera eficiente el uso de la harina y el aceite de pescado, por lo que la búsqueda de ingredientes no convencionales es una labor prioritaria en la industria de alimentos, estos ingredientes alternos deben ser valorados para conocer sus aportes nutrimentales, su inocuidad microbiológica y los costos implicados en su elaboración para determinar su factibilidad; con ello, estos ingredientes deberán cubrir las necesidades de los organismos, ser seguros para consumirlos y además deben aminorar su costo de elaboración, con el principal propósito de ser opciones viables en los sistemas productivos acuícolas [15, 16, 17, 18].

Por tal motivo, se han propuesto diversos ingredientes alternos para su inclusión en la alimentación acuícola, muchos de los cuales se han evaluado para su empleo en la alimentación de especies piscícolas, entre los que se pueden citar: harina de cáscara de naranja [19]; concentrado y harina de *Glycine max* [20, 21, 22], ensilados de residuos de pescado [23, 24, 25, 26, 27, 28, 29], hidrolizados de pescado y sus residuos [30, 31, 32, 33, 34, 35], algas [36, 37, 38], microalgas [39, 40, 41, 42, 43], harina del tubérculo y hoja de *Manihot esculenta* [44, 45, 46], semilla y pulpa de *Inga* spp. [47], harina de semilla de *Theobroma grandiflorum* [48], harina de cáscara de *Arachis hypogaea* [49], harina de semilla de *Hevea brasiliensis* [50], hojas de *Cnidocolus chayamansa* [51, 52], harina de *Moringa oleifera* [53], harina y salvado de *Triticum aestivum* [54], harinas de leguminosas como *Vicia narbonensis* [55] y *Erythrina edulis* [56], solo por mencionar algunos.

Actualmente, una alternativa para el aprovechamiento de materias primas no convencionales y disponibles regionalmente que permitan además disminuir los costos por concepto de alimentación en los cultivos acuícolas que se practican en las comunidades rurales son los alimentos artesanales, los cuales son laborados mediante las habilidades, experiencias y conocimientos por parte de un grupo de personas, mismas que desarrollan los productos con tecnología rústica o nula y en la mayoría de las veces, aprovechan las materias primas disponibles. Para que un alimento sea considerado artesanal debe cumplir con ciertas características, tales como: producción a baja escala, mano de obra familiar en el proceso, bajo empleo de maquinaria y equipos, mínimos cambios metodológicos o tecnológicos, así como el evitar la competitividad con la industria alimentaria [57, 58, 59]. Es por ello que los alimentos

acuícolas artesanales, representan una alternativa viable para ser utilizados en la acuicultura rural y con ello, diversificar sus actividades, mejorar su economía y fomentar la acuicultura a pequeña escala.

Al ser la acuicultura una alternativa productiva que hace posible la generación de empleos, seguridad alimentaria y la obtención de recursos económicos, es importante su promoción y fomento en las comunidades rurales, sobre todo en las poblaciones donde se presentan problemas de rezago socioeconómico y problemas de salud por una marcada desnutrición [60, 61, 62]; por ello, la acuicultura rural debe ser promovida fuertemente para impulsar su desarrollo [63, 64, 65, 66].

Cabe mencionar que en México existen 557 municipios cuya principal actividad económica es la pesca; sin embargo, se ha observado que seis de cada diez personas viven en situación de pobreza y el 57% del total de estos municipios presentan desnutrición extrema [67], debido a su baja capacidad y diversificación productiva, así como por la dependencia alimentaria de las importaciones, lo cual repercute en el aumento continuo de los precios [68, 69, 70]. De este modo, el desarrollo rural debe estar fundamentado en el crecimiento económico y el bienestar, involucrando los aspectos sociales y políticos necesarios para transformar el contexto y mejorar la capacidad productiva, las cuales pueden ser medidas mediante su correlación entre ingreso, riqueza y calidad de vida, a fin de favorecer el desarrollo rural, así como a sus futuras generaciones [71, 72].

Aunado a lo anterior, el contexto económico nacional viene repercutiendo significativamente en las comunidades rurales, siendo los estados más vulnerables Oaxaca, Chiapas y Tabasco, pese a las políticas públicas y programas de apoyo que el Gobierno ha priorizado en las zonas rurales, ya que es evidente la desarticulación entre la distribución, crecimiento productivo, estancamiento, pobreza y rezago en estas comunidades rurales [73, 74], por lo que es necesario crear alternativas en base a sus necesidades reales, considerando los recursos disponibles de la comunidad.

Por ello, es de suma importancia considerar que los alimentos acuícolas alternos deben optimizar el desarrollo de las especies bajo cultivo, mediante el empleo de materias primas no convencionales y subproductos de origen animal y vegetal, los cuales en muchas ocasiones se consideran desechos (vísceras, huesos, cascarillas, semillas, entre otros), mismos que pueden ser aprovechados mediante la elaboración de ensilados, harinas, aceites, etc.; con ello, se minimizan los costos de producción y se obtienen mayores ganancias en la venta de los productos acuícolas. Aunado a lo anterior, se reduce la cantidad de residuos generados, lo cual hace posible un menor impacto ambiental, debido al uso sustentable de las fuentes alimenticias alternas utilizadas por su disponibilidad [75, 76, 77, 78, 79].

Por todo lo anterior, este trabajo de investigación tuvo como fin primordial, la elaboración artesanal de dos alimentos destinados para el cultivo de especies piscícolas, utilizando ocho ingredientes disponibles en las comunidades rurales de la Región de los Ríos, Tabasco; México. Los insumos utilizados fueron: ensilado biológico de pez armado *Pterygoplichthys* spp., ensilado biológico de acocil *Procambarus llamasii*, pasta de lombriz de tierra *Eisenia foetida*, pasta de chopín *Cyprinus carpio communis*, pasta de vísceras de pollo *Gallus gallus domesticus*, pasta de juil *Rhamdia guatemalensis*, harina de plátano cuadrado *Musa balbisiana* y harina de yuca *Manihot esculenta*. En cada alimento se evaluó su contenido nutrimental básico, mediante las técnicas estandarizadas por parte de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, por sus siglas en inglés), responsables de los Métodos Oficiales de Análisis (OMA), en donde se describe el desarrollo de los métodos científicos analíticos para el análisis de alimentos, mismos que son estandarizados y reconocidos legalmente a nivel mundial. Para la evaluación de la inocuidad microbiológica de los alimentos, se aplicaron los métodos descritos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), responsables de promover la seguridad alimentaria. Así mismo, se realizó la estimación de los costos de elaboración de cada uno de los alimentos artesanales elaborados, con la finalidad de conocer la factibilidad económica para su posible uso en las actividades acuícolas, específicamente para peces bajo cultivo en comunidades rurales.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (DAMR), de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), ubicada en la ciudad de Tenosique de Pino Suárez, Tabasco; México. Específicamente, las actividades desarrolladas se hicieron en el Laboratorio de Nutrición Acuícola, Laboratorio de Bromatología, Laboratorio de Microbiología y el Área Experimental de Nutrición Acuícola.

Se elaboraron dos alimentos artesanales con materias primas alternas (Tabla 1) disponibles en las comunidades rurales tabasqueñas de la región de los Ríos, cuyos municipios que la integran son: Emiliano Zapata, Balancán y Tenosique, Está ubicada en la parte oriental del estado Tabasco, México; limitando con el estado de Campeche y la República de Guatemala.

Tabla I. Ingredientes alternos seleccionados para la elaboración de cada uno de los alimentos artesanales propuestos.

Alimento 01 (T <sub>1</sub> )	Alimento 02 (T <sub>2</sub> )
1. Ensilado de pez armado	1. Ensilado de acocil
2. Papilla de lombriz de tierra	2. Papilla de vísceras de pollo
3. Papilla de pez juil	3. Papilla de pez chopín
4. Harina de plátano cuadrado	4. Harina de plátano cuadrado
5. Harina de yuca	5. Harina de yuca

Los organismos de *Pterygoplichthys* spp., *Cyprinus carpio communis* y *Rhamdia guatemalensis*, fueron capturados en dos jagüeyes naturales, localizados en el ejido Miguel Hidalgo 1ra. Sección, perteneciente al municipio de Balancán, Tabasco; México. Para su captura, se utilizó como arte de pesca una red de arrastre de malla alquitranada de 10 m de longitud con una apertura de malla de 3 puntas y se aplicó el método de arrastre, capturando un promedio de 4500 g de cada especie. Luego, los organismos se trasladaron a las instalaciones de la DAMR-UJAT, en un tanque de plástico Rotoplas® con capacidad de 1000 L, equipado con aireación, mediante dos bombas portátiles marca Boyu®. Una vez que los organismos se encontraban en las instalaciones de la DAMR-UJAT, fueron colocados por separado en tres tanques de plástico Rotoplas®, con capacidad de volumen de 1,000 L, ubicadas en el Área Experimental de Nutrición Acuícola, donde permanecieron por un espacio de 20 días, para depurar el contenido del tracto intestinal; así como el minimizar la carga microbiana de los especímenes. Pasado el tiempo, se sometieron a un ayuno por 48 h, con la finalidad de vaciar el sistema digestivo y seguidamente, se sacrificaron mediante la aplicación de un doble shock térmico simultáneo (40°C y 4°C, respectivamente). Una vez sacrificados, por separado, los organismos se colocaron en recipientes de plástico con capacidad de carga de 5 kg, se taparon y conservaron por 48 h en un refrigerador convencional Wirpool®.

Los especímenes de *Procambarus llamas* (3000 g), se obtuvieron de un terreno aledaño a la orilla de un jagüey natural, cercano al río Usumacinta, en la Localidad de Estapilla, del municipio de Tenosique, Tabasco; México. Se empleó una pala y un tamizador con malla de acero para ir separando a los organismos, los cuales se colocaron en una nevera de unicel, acondicionada con una cama de tierra húmeda con grosor de 50 cm, para su transportación a la DAMR-UJAT, donde fueron colocados en un acuario con capacidad de volumen de 60 L, instalado en el Área Experimental de Nutrición Acuícola, donde permanecieron durante 20 días y pasado este tiempo, fueron sacrificados por medio de la aplicación de un shock térmico a 4°C, luego fueron mantenidos por 48 h en un refrigerador convencional Wirpool®.

Los organismos de *Eisenia foetida* (3000 g), se colectaron en un terreno localizado en la localidad de El Recreo, sobre un terreno ubicado a la orilla del río Usumacinta. Para su extracción, se utilizó una

pala, un tamizador y una nevera de unicel, misma que fue acondicionada con una cama de tierra húmeda de aproximadamente 20 cm de grosor, a fin de evitar el estrés de los especímenes al momento de ser transportados al Área Experimental de Nutrición Acuícola de la DAMR-UJAT. Luego, se colocaron en un acuario con capacidad de 60 L, el cual se llenó al 80% de su capacidad y se colocó una bomba aireadora Boyu® con doble salida, con el propósito de insuflar el medio e inmediatamente se introdujeron las lombrices para iniciar el vaciado del tracto intestinal por un tiempo de 48 h; durante este tiempo, cada 4 h se hizo recambio de agua en el sistema, a una proporción del 40%, para eliminar las impurezas. Posteriormente, se aplicó el método de sacrificio [80], para lo cual, los organismos fueron introducidos en una solución salina al 5% por espacio de 15 min y enseguida, se colocaron en botes de plástico con tapa hermética y se guardaron por 48 h en un refrigerador convencional Wirpool®.

El plátano cuadrado *Musa balbisiana* (5000 g), así como la yuca *Manihot esculenta* (4000 g), fueron colectadas en un terreno de cultivo localizado en el Ejido Emiliano Zapata, 2da. Sección, del municipio de Tenosique, Tabasco; México. El plátano cuadrado fue cortado en grado de maduración climatérico sazón con coloración verde clara, mientras que la yuca se cosechó en grado de maduración comestible.

Para el procesamiento de los ensilados biológicos de *Pterygoplichthys* spp. y *Procambarus llamasii*, inicialmente se pesaron 3000 g de cada producto y por separado, se dividieron en tres porciones iguales de 1000 g; luego, se trocearon y picaron los organismos, utilizando un cuchillo y una tabla de cocina, hasta obtener un producto tipo pasta. Cada porción fue colocada en un recipiente de plástico con tapa hermética con capacidad de volumen de 2 kg, por triplicado y se inició con el mezclado manual de cada producto para homogenizarlo. Se adicionó ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) para acidificar cada muestra a un pH de 3, además se agregaron 100 g de endulzante líquido comercial como fuente de carbono para las bacterias lácticas, las cuales fueron incluidas, al añadir 100 g de yogurt natural. El pH se ajustó a 3 cada 4 h con un pechímetro de mesa Hanna®, durante los primeros cinco días después de su elaboración; posteriormente, fue monitoreado dos veces al día. Cada muestra se conservó en un recipiente de plástico con tapa hermética a temperatura ambiente, por espacio de 30 días.

Para la obtención de las pastas de *Eisenia foetida*, *Cyprinus carpio communis*, de vísceras de *Gallus gallus domesticus*, así como de *Rhamdia guatemalensis*, se tomaron 3000 g de cada una de las materias primas y se dividieron por separado en porciones de 1000 g, cada una de las materias primas fueron troceadas utilizando un cuchillo tipo hachuela y una tabla de cocina de plástico; al obtener el troceado, éstos se fueron colocando en un molino cárnico manual Kesntto®, donde se introdujeron por separado los productos troceados, hasta obtener una pasta cárnica. En cada una se le agregaron 100 mL de jugo de limón *Citrus limon*, con la finalidad de que actuara como antioxidante, debido a su contenido de ácido cítrico (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>). Finalmente, el producto fue conservado en un refrigerador convencional Wirpool®.

Para la elaboración de la harina de plátano cuadrado *Musa balbisiana* y harina de yuca *Manihot esculenta* se colectaron 3000 g de cada una de las materias primas y se dividieron en tres porciones iguales de 1000 g. Luego, se cortaron en rodajas con la ayuda de un cuchillo convencional de acero inoxidable y una tabla de cocina de plástico. Seguido, en cada porción se adicionaron 100 mL de jugo de limón, el cual se mezcló de forma manual mediante una pala de cocina de madera y se mantuvieron en sus recipientes por espacio de 24 h, para evitar la oxidación del producto y así poder conservarlo mejor. A continuación, las rodajas se distribuyeron en seis charolas reposteras de acero, las cuales fueron colocadas en una mesa de madera para captar la mayor cantidad de energía solar para el secado de los ingredientes, el cual se obtuvo al ser expuestos al sol por 12 h, a una temperatura ambiental promedio de 35°C. Una vez obtenido el secado, se molieron los productos a grado harinoso en cada uno de ellos, empleando para esto un molino eléctrico para nixtamal con motor 1 HP y piedras de molienda No. 5. Una vez obtenida la harina, ésta se guardó en bolsas de plástico con cierre de jareta hermético y se conservó en un refrigerador convencional Wirpool®.



Al obtener cada uno de los ingredientes no convencionales, se realizaron los cálculos necesarios para la formulación de los alimentos, a través del método del cuadrado compuesto de Pearson [81, 82, 83, 84]; de esta forma, en la Tabla 2 se observan las cantidades utilizadas de cada ingrediente, de acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar el método correspondiente de formulación.

Tabla II. Cantidades empleadas de cada uno de los ingredientes en la elaboración de los alimentos artesanales propuestos.

T <sub>1</sub>	Cantidad (g)	T <sub>2</sub>	Cantidad (g)
1. Papilla de pez juil	288.88	1. Papilla de pez chopín	286.74
2. Papilla de lombriz de tierra	259.26	2. Ensilado de acocil	273.51
3. Ensilado de pez armado	148.14	3. Papilla de vísceras de pollo	176.41
4. Harina de yuca	162.96	4. Harina de yuca	170.57
5. Harina de plátano cuadrado	140.74	5. Harina de plátano cuadrado	132.34

Para la elaboración de cada uno de los alimentos artesanales, se siguió la metodología sugerida por diversos autores [85, 86, 87], iniciando con el pesaje por separado de cada uno de los ingredientes, a través de una balanza digital Ohaus<sup>®</sup>, y se colocaron en un recipiente de plástico con capacidad de carga de 10 kg, en donde se hizo una premezcla de los ingredientes incorporados, mediante una pala de madera para cocina, por espacio de 10 min, a fin de homogenizar los productos y seguidamente, se añadió lentamente agua (150 mL) para obtener una masa maleable. Al obtener la masa, se colocó la masa en una mesa de madera y se cubrió con manta de cielo, dejándose así por 2 h, a fin de iniciar un pre-secado. Posteriormente, la masa se introdujo en un molino cárnico manual Kesntto<sup>®</sup>, para darles forma de tiras y fueron colocadas y extendidas en seis charolas reposteras, mismas que se colocaron al sol por espacio de 8 h, a fin de obtener el secado de los alimentos. Finalmente, fueron cortadas con un cuchillo de acero inoxidable para obtener partículas de menor tamaño tipo granulado y se guardaron en recipientes de plástico con capacidad de carga para 5 kg y se almacenaron en refrigeración por un corto tiempo para continuar con su evaluación nutrimental, microbiológica y la estimación de costos.

Una vez procesados los alimentos artesanales (T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, respectivamente), se adquirió del mercado local 2 kg del alimento comercial Nutripec-Purina<sup>®</sup>, mismo que representó el tratamiento control (T<sub>0</sub>) y con éste, compararlo con los alimentos artesanales propuestos.

En todos los alimentos se realizaron los análisis proximales básicos [88], para determinar su composición nutrimental, mediante:

- ◆ *Proteína cruda*: Se aplicó el método Kjeldahl, realizando la digestión ácida mediante un digestor Tecator<sup>®</sup>, mientras que la digestión alcalina se hizo con un destilador semiautomático Novatech<sup>®</sup>; por su parte, la titulación se hizo con una bureta automática, con una solución de ácido clorhídrico (HCl) a 0.1 N, considerando un factor de conversión de 6.25.
- ◆ *Extracto etéreo*: Fue estimado a través del método Soxhlet, empleando un equipo de extracción etérea convencional, así como éter de petróleo para el lavado de cada alícuota.
- ◆ *Cenizas totales*: Se estimó por el método de incineración de cada muestra a través del uso de una mufla Novatech<sup>®</sup>, calcinando las muestras a 550°C por espacio de 2.5 h.
- ◆ *Humedad total*: Se calculó mediante la eliminación térmica del contenido de agua en cada muestra a través de su introducción en una estufa Binder<sup>®</sup>, a 110°C, hasta obtener el peso constante en cada muestra.
- ◆ *Fibra cruda*: Se hizo por el método de pérdida de fibra por ignición del residuo seco después de una digestión ácido-básica con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaOH) al 1.25%,

utilizando una multiunidad Lab-Line<sup>®</sup>, una bomba de vacío Jaelsa<sup>®</sup>, una estufa Binder<sup>®</sup>, así como una mufla Novatech<sup>®</sup>.

- ◆ *ELN*: Se fueron restando cada uno de los resultados obtenidos en los análisis al 100% del contenido nutrimental total.
- ◆ *Materia seca*: Se sumaron cada uno de los nutrimentos evaluados, exceptuando el contenido de humedad total.

Los resultados obtenidos en los análisis proximales básicos fueron comparados estadísticamente, aplicando el método de comparación de medias Dunnett a un  $\alpha$  de 0.05 para comparar los resultados del T<sub>0</sub> con respecto a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, respectivamente.

Una vez determinado el contenido nutrimental en cada uno de los tratamientos evaluados, se procedió a realizar los análisis microbiológicos empleando los métodos descritos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), para cuantificar el contenido de bacterias mesofílicas aeróbicas [89], hongos y levaduras [90], coliformes totales en placa [91] y Salmonella [92], con el propósito de determinar la inocuidad de cada uno de los alimentos experimentales propuestos. Para realizar la comparación de los resultados obtenidos, se elaboró una tabla.

A continuación, se efectuaron los cálculos necesarios para conocer los costos implicados en la elaboración de cada uno de los alimentos artesanales; para ello, se consideraron todos los equipos, materiales e insumos utilizados; así, estas estimaciones se hicieron de acuerdo con lo expuesto en la Ley de Porcentajes de Depreciación Anual [93], en su sección II, Artículos 31, 32, 33, 34, 35 y 36, donde se considera a las inversiones como activos fijos, gastos y cargos diferidos, así como las erogaciones utilizadas en periodos preoperativos, para lo cual se debe aplicar el 8% de su depreciación, mismo que es ratificado en el Prontuario Fiscal Correlacionado [94], en lo referente a la elaboración de productos alimenticios. Se elaboró una tabla para observar los costos en ambos alimentos artesanales.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los alimentos elaborados presentaron una consistencia suave con textura lisa y olores levemente pronunciados, para el caso de T<sub>1</sub>, persistió el olor a pescado, mientras que para T<sub>2</sub>, el olor a pollo; además, ambos presentaron un color café-pardo. En lo referente al contenido nutrimental, la composición de los alimentos es óptima, ya que puede cubrir las necesidades de diversas especies piscícolas, los resultados (n=7) se estimaron en base húmeda (BH). Letras distintas indican diferencias estadísticas en base a la comparación de medias Tukey-Kramer aplicada (P<0.05), tal y como se pueden apreciar en la siguiente tabla

Tabla III. Contenido porcentual de nutrimentos en los alimentos.

Nutrimento	% T <sub>0</sub>	% T <sub>1</sub>	% T <sub>2</sub>
Proteína Cruda	40.23±1.66 <sup>b</sup>	41.67±2.13 <sup>a</sup>	41.79±2.37 <sup>a</sup>
Extracto Etéreo	08.85±0.92 <sup>c</sup>	10.81±1.99 <sup>b</sup>	11.38±2.09 <sup>a</sup>
Cenizas Totales	08.91±3.02 <sup>c</sup>	17.28±2.17 <sup>a</sup>	13.26±2.55 <sup>b</sup>
Humedad Total	07.55±2.33 <sup>a</sup>	09.87±2.14 <sup>b</sup>	09.16±3.06 <sup>b</sup>
Fibra Cruda	25.69±1.87 <sup>a</sup>	14.84±2.87 <sup>c</sup>	16.52±2.88 <sup>b</sup>
ELN	08.77±1.12 <sup>a</sup>	05.53±2.87 <sup>c</sup>	07.89±2.88 <sup>b</sup>
Materia Seca	92.45±2.43 <sup>a</sup>	90.13±1.89 <sup>b</sup>	90.84±2.56 <sup>b</sup>

Como se puede observar, todos los alimentos contienen la cantidad de nutrimentos requeridos por diversas especies piscícolas, destacando el porcentaje de proteína para ambos alimentos artesanales y presentando diferencias significativas con respecto al contenido proteico por parte del alimento comercial. Así mismo, el contenido lipídico, cenizas totales y humedad en los alimentos experimentales fue mayor; sin embargo, el porcentaje de materia seca para el alimento comercial fue ligeramente mayor, lo cual se debe al porcentaje que presentó en cuanto a Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) y fibra cruda. De forma general, se pudo constatar a través de la comparación de medias con el método Dunnett, existen diferencias estadísticas significativas en cuanto al contenido nutrimental de T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, en comparación con T<sub>0</sub>, lo cual muestra las bondades que se pueden obtener por el uso de ambos alimentos artesanales evaluados en las producciones piscícolas a pequeña escala o incluso, para aquellas desarrolladas para el autoconsumo.

En lo referente a los análisis microbiológicos, los tres tratamientos presentaron una adecuada inocuidad, tal y como se aprecia en los resultados que se muestran en la Tabla 4.

Tabla IV. Calidad microbiológica en cada uno de los alimentos evaluados.

Análisis	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Bacterias Mesofílicas Aeróbicas	20 UFC g <sup>-1</sup>	11 UFC g <sup>-1</sup>	13 UFC g <sup>-1</sup>
Mohos y Levaduras	117	77	82
Coliformes Totales	-----	-----	-----
Salmonella	-----	-----	-----

De acuerdo con los resultados obtenidos, el alimento comercial fue el que presentó mayor carga microbiana, en comparación con los alimentos artesanales evaluados; sin embargo, sigue presentando una óptima inocuidad. Esta diferencia se puede deber por dos factores: la forma y tiempo de transportación desde el lugar en donde se fabricó hasta su distribución en los mercados locales, así como el tiempo y las condiciones para su almacenamiento al que están sometidos los alimentos comerciales en los expendios de venta. Para el caso de coliformes totales, no se reportó la presencia de estos microorganismos, lo cual es un indicador que en muchas ocasiones es un referente correspondiente a la metodología empleada en el procesamiento de los alimentos artesanales propuestos en la presente investigación. Así mismo, la ausencia de Salmonella en todos los alimentos evaluados indica que tanto el procesamiento para la obtención de las materias primas, el procesamiento de cada uno de los ingredientes no convencionales, así como la elaboración de los alimentos a través de una metodología artesanal fue adecuada en cada una de las etapas y pese a la naturaleza de que algunas materias primas presentan comúnmente la presencia de estos organismos microbianos, al final del procesamiento estuvo ausente. De esta forma, se constató que los alimentos artesanales y el comercial son seguros para su consumo por parte de las especies piscícolas, ya que cuentan con una excelente inocuidad microbiológica.

Por otra parte, para el cálculo de los costos de cada uno de los alimentos artesanales elaborados, se les etiquetó un precio a las materias primas, pese a que éstos se encuentran disponibles en las zonas rurales y que en varios casos no son aprovechados por los lugareños. En la Tabla 5, se pueden observar los resultados obtenidos en cada uno de los alimentos propuestos. Cabe mencionar que el alimento comercial Nutripec-Purina<sup>®</sup>, destinado para especies piscícolas (tilapia y bagre), tiene un costo promedio actual en los mercados locales de \$55.00 M.N. El alimento artesanal compuesto con el ensilado biológico de pez armado *Pterygoplichthys* spp., pastas de lombriz de tierra *Eisenia foetida* y de pez juil *Rhamdia guatemalensis*, así como de las harinas de plátano cuadrado *Musa balbisiana* y harina de yuca *Manihot esculenta* (T<sub>1</sub>) tuvo un precio estimado de \$72.37 M.N., mientras que el alimento a base de ensilado biológico de acocil *Procambarus llamasi*, pastas de chopín *Cyprinus carpio communis*,



vísceras de pollo *Gallus gallus domesticus* y las harinas de plátano cuadrado *Musa balbisiana* y yuca *Manihot esculenta*, alcanzó un costo de \$71.29 M.N., por lo que en ambos alimentos propuestos, el costo es mayor, lo que conlleva a la búsqueda de alternativas para minimizar su precio.

Tabla V. Costos estimados para cada uno de los alimentos artesanales elaborados.

Alimento	Equipos y materiales	Cantidad	Costo	Depreciación	
T <sub>1</sub> \$72.37 M.N.	▪ Refrigerador convencional	1	\$10499.00	\$2.30	
	▪ Pechímetro	1	\$ 2699.81	\$0.59	
	▪ Balanza digital	1	\$ 2296.78	\$0.50	
	▪ Recipiente de plástico	2	\$ 1518.88	\$0.33	
	▪ Red de pesca	1	\$ 1450.00	\$0.32	
	▪ Molino cárnico manual	1	\$ 529.99	\$0.12	
	▪ Tamizador de cocina	1	\$ 376.09	\$0.08	
	▪ Bomba portátil	2	\$ 374.00	\$0.08	
	▪ Bomba de dos salidas	1	\$ 365.11	\$0.08	
	▪ Charolas reposteras	8	\$ 344.24	\$0.76	
	▪ Cuchillo	1	\$ 189.20	\$0.04	
	▪ Pala de madera	1	\$ 169.00	\$0.03	
	▪ Pala plana	1	\$ 143.08	\$0.03	
	▪ Tabla de cocina	1	\$ 99.00	\$0.02	
	▪ Nevera de unice	1	\$ 90.99	\$0.02	
	<b>INSUMOS:</b>				
	◆ Pez juil	288.88 g	\$ 8.66		
	◆ Lombriz de tierra	259.26 g	\$ 5.18		
	◆ Pez armado	148.14 g	\$ 5.92		
	◆ Yuca	162.96 g	\$ 3.25		
	◆ Plátano cuadrado	140.74 g	\$ 2.11		
	◆ Sal común	50 g	\$ 3.45		
	◆ Ácido acético	300 mL	\$ 4.65		
	◆ Endulzante líquido	300 mL	\$14.40		
	◆ Yogurt	300 mL	\$ 9.45		
	◆ Hielo	2 kg	\$10.00		
T <sub>2</sub> \$71.29 M.N.	▪ Refrigerador convencional	1	\$10499.00	\$2.30	
	▪ Pechímetro	1	\$ 2699.81	\$0.59	
	▪ Balanza digital	1	\$ 2296.78	\$0.50	
	▪ Recipiente de plástico	2	\$ 1518.88	\$0.33	
	▪ Red de pesca	1	\$ 1450.00	\$0.32	
	▪ Molino cárnico manual	1	\$ 529.99	\$0.12	
	▪ Tamizador de cocina	1	\$ 376.09	\$0.08	
	▪ Bomba portátil	2	\$ 374.00	\$0.08	
	▪ Bomba de dos salidas	1	\$ 365.11	\$0.08	
	▪ Charolas reposteras	8	\$ 344.24	\$0.76	
	▪ Cuchillo	1	\$ 189.20	\$0.04	
	▪ Pala de madera	1	\$ 169.00	\$0.03	
	▪ Pala plana	1	\$ 143.08	\$0.03	
	▪ Nevera de unice	1	\$ 90.99	\$0.02	
	<b>INSUMOS:</b>				
		◆ Pez chopin	286.74 g	\$ 8.60	
	◆ Vísceras de pollo	273.51 g	\$ 4.10		
	◆ Acocil	176.41 g	\$ 5.29		
	◆ Yuca	170.57 g	\$ 3.41		
	◆ Plátano cuadrado	132.34 g	\$ 2.64		
	◆ Sal común	50 g	\$ 3.45		
	◆ Ácido acético	300 mL	\$ 4.65		
	◆ Endulzante líquido	300 mL	\$14.40		
	◆ Yogurt	300 mL	\$ 9.45		
	◆ Hielo	2 kg	\$10.00		

Una alternativa en la elaboración de alimentos artesanales que puede reducir significativamente su costo es el aprovechamiento de estas materias primas por parte de las personas que viven en las comunidades rurales, ya que para ellas las materias primas al estar disponibles, no representan ningún costo; de igual forma, su elaboración por parte de las familias rurales, minimiza aún más los costos implicados en los alimentos.

Con todo lo anteriormente expuesto, se puede discutir que:

La producción acuícola generada es de suma importancia para la obtención de alimentos con alto valor nutrimental, así como para la generación de empresas, empleos y economía, lo cual puede encaminar a la mejora de las unidades productivas a pequeña escala, mediante la aplicación de diversas biotecnologías [95, 96, 97, 98]; con ello, se puede impulsar la piscicultura en zonas rurales, ya sea para fines de autoconsumo o mediante la conformación de microempresas familiares o comunales.

Si bien es cierto que en la actualidad se continua con la búsqueda de ingredientes alternos que puedan cubrir las necesidades nutrimentales de las diversas especies piscícolas cultivadas en la actualidad, es indispensable su evaluación, con el fin primordial de crear alternativas viables y reales [99, 100, 101, 102, 103, 104, 105], por lo que la presente investigación se sujetó a este objetivo.

Se ha señalado que, a nivel mundial, la industria de alimentos acuícolas viene presentando un incremento anual del 10%, por lo que es necesario que en la creación o innovación de nuevos productos deben contar con un control de calidad sobre los insumos empleados y su procesamiento, para contar con alimentos de calidad [106, 107, 108, 109], por lo que los alimentos artesanales no están exentos de estas evaluaciones y se hace necesario su evaluación nutrimental, microbiológica y de los costos para conocer las bondades de cada uno de ellos, lo cual se realizó en este trabajo de investigación.

Es de suma importancia mejorar la producción acuícola en las zonas rurales, ya que no solo representa un área de oportunidad, sino que existe la necesidad de desarrollo como una estrategia para combatir el hambre y la desnutrición de la población más vulnerable, así como el de generar un mayor bienestar socioeconómico [110, 111, 112, 113, 114, 115].

Cabe señalar que, debido al incremento de los costos de la harina y aceite de pescado, el precio de los alimentos comerciales acuícolas se hace inaccesible en los cultivos de subsistencia o en producciones a pequeña escala, por lo que surge la necesidad de buscar alternativas que permitan fortalecer su sostenibilidad en términos económicos y productivos [116, 117, 118]. Es así que en diversas partes del mundo se vienen estableciendo programas de apoyo para el desarrollo de los acuicultores de recursos limitados, y en particular, en lo referente a la elaboración de dietas alternativas de bajo costo para su inclusión en la piscicultura, las cuales deben caracterizarse por su facilidad en el procesamiento y su conservación, así como el aprovechamiento de materias primas disponibles localmente, con el objetivo de mejorar la rentabilidad de las actividades acuícolas practicadas [119, 120, 121]. En este sentido, los alimentos artesanales cuentan con estas características, por lo que pueden ser consideradas como una estrategia en la piscicultura y en el presente trabajo se pudo constatar.

#### IV. CONCLUSIONES

Los alimentos elaborados y evaluados en el presente trabajo, constituyen una alternativa viable para su inclusión en la piscicultura rural, ya que presentaron contenidos nutrimentales adecuados para cubrir las necesidades metabólicas y fisiológicas de diversas especies piscícolas de importancia comercial. Además, la inocuidad microbiológica fue óptima, lo cual se traduce en alimentos seguros para la salud de los organismos cultivados y de los consumidores de éstos. De igual forma, las materias primas disponibles en las comunidades rurales tabasqueñas y el proceso para su elaboración, hacen posible la disminución de costos en comparación con los alimentos comerciales que normalmente son utilizados en

los diversos cultivos acuícolas. De esta forma, los alimentos propuestos pueden ser incluidos para las prácticas acuaculturales de subsistencia, así como en las producciones a pequeña escala, como estrategias de apoyo en las comunidades rurales donde en la mayoría de las ocasiones los recursos económicos son muy limitados.

## 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*, 8, 1-12.
- [2] Ponce, P.J.T., Romero, C.O., Castillo, V.S., Arteaga, N.P., Ulloa, G.M., González, S.R., Febrero, T.I. y Esparza, L.H. (2006). El desarrollo sostenible de la acuicultura en América Latina. *Revista Electrónica de Veterinaria*, VII (7), 1-16.
- [3] Magallón, B.F.J., Villarreal, C.H., Arcos, O.F., Avilés, Q.S., Civera, C.R., Cruz, H.P., González, B.A., Gracia, L.V., Hernández, L.A., Hernández, L.J., Ibarra, H.A.M., Lechuga, D.C., Mazón, S.J.M., Muhlia, M.A.F., Naranjo, P.J., Pérez, E.R., Porchas, C.M., Portillo, C.G. y Pérez, U.J.C. (2007). Orientaciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la acuicultura en México. La Paz, Baja California Sur; México: Publicaciones Especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Cámara de Diputados, LX Legislatura.
- [4] Martínez, D.J. (2008). Desarrollo sustentable y acuicultura de pequeña escala en Chile: Evaluación ambiental y consideraciones para su administración. *Tesis de Magíster*. Santiago de Chile, Chile: Universidad Católica de Chile.
- [5] Usgame, Z. (2007). Agenda productiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la tilapia. Proyecto transición de la agricultura. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- [6] Comité Sistema Producto Tilapia de México, A.C. (2012). Criterios técnicos y económicos para la producción sustentable de tilapia en México. CDMX, México: SAGARPA, CONAPESCA, INCA RURAL.
- [7] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura: La sostenibilidad en acción. Roma, Italia: FAO.
- [8] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2022). El estado mundial de la pesca y acuicultura. Hacia la transformación azul. Roma, Italia: Departamento de Pesca y Acuicultura, F.A.O. En: <https://doi.org/10.4060/cc0461es>. Fecha de consulta: 05/03/2023.
- [9] New, M.B. & Wijkström, U.N. (2002). Use of fishmeal and fishoil in aquafeed: Further thoughts on the fishmeal trap. Rome, Italy: FAO, Fisheries Circular.
- [10] Guevara, C.E. (2009). Estudio de factibilidad y puesta en marcha de una empresa productora y comercializadora de mojarra roja. Bucaramanga. En: [http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/609/1/digital\\_18284.pdf](http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/609/1/digital_18284.pdf). Fecha de consulta: 27/04/2022.
- [11] Oliva, T.A. (2012). Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal of Fish Diseases*, 35, 83-108.
- [12] Reyes, R.G.A. (2012). Plan de negocios para la producción y comercialización de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis* sp.) en Managua, Nicaragua. *Tesis de Licenciatura*. Tegucigalpa, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana de Zamorano.
- [13] Benítez, J.M., Rebollar, R.S., González, R.F.J., Hernández, M.J. y Gómez, T.G. (2015). Viabilidad económica para la producción y venta de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Amatepec, Estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 37, 147-158.
- [14] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura: La sostenibilidad en acción. Roma, Italia: FAO.

- [15] Rivas, V.M.E., Miranda, B.A. y Sandoval, M.M.I. (2010). Avances en la evaluación de ingredientes para tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. *Memorias del X Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey; México. P. 467-484.
- [16] García, C.A. y Taboada, B.W. (2012). Producción de alimento balanceado alternativo, para peces a base de subproductos de origen vegetal y animal, en el Centro Experimental de Investigaciones y Prácticas Agropecuarias (C.E.I.P.A). Tucupita, Estado Delta Amacuro; Venezuela: Ministerio del Poder Popular para la Educación e Instituto Universitario de Tecnología Universitaria Dr. Delfín Mendoza.
- [17] Toledo, P.J. y Llanes, I.J.E. (2013). Alternativas para la alimentación de organismos acuáticos. En: Depello, G., Witchinsky, E. y Wicki, G. (Eds.), *Nutrición y alimentación para la acuicultura de recursos limitados*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- [18] León, S.R. (2015). Panorama sobre los alimentos balanceados para acuicultura en México, en comparación con otros países. Ergomix. En: <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/panorama-sobre-alimentos-balanceados-t31919.htm>. Fecha de consulta: 30/03/2022.
- [19] Álvarez, M.J., Hernández, J.G., Rovero, R., Tablante, A. y Rangel, L. (2000). Alimentación de tilapia con raciones parciales de cáscara de naranja. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(1), 29-33.
- [20] Deng, J., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W., Wang, X., Xu, W. & Luifu, Z. (2006) Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 258, 503-513.
- [21] Salze, G., McLean, E., Battle, P.R., Schwarz, M.H. & Craig S.R. (2010) Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 298 (3-4), 294-299.
- [22] Zhou, Q.C., Mai, K.S., Tan, B.P. & Liu, Y.J. (2005) Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition*, 11, 175-185.
- [23] Pimenta, M.E.S.G., Oliveira, M.M., Logato, P.V.R., Pimenta, C.J. e Freato, T.A. (2008). Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. *Ciência Agrotecnia*, 32, 1953-1959.
- [24] Toledo, P.J., Botello L.A. y Llanes, I.J. (2009). Evaluación de tres ensilados químicos de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Revista Cubana de Investigación Pesquera*, 26(1), 14-18.
- [25] Spanopoulos, H.M., Ponce, P.J.T., Barba, Q.G., Ruelas, I.J.R., Tiznado, C.M.R., Hernández, G.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.
- [26] Llanes, I.J.E., Toledo, P.J., Savón, L. y Gutiérrez, O. (2012). Caracterización y evaluación del ensilaje de residuos pesqueros como sustituto de la harina de pescado en dietas semihúmedas para tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*). *AcuaCUBA*, 14(2), 30-50.
- [27] Ramasubburayan, R., Palanisamy, I., Kanaharaja, J.S., Manohar, N.C., Arunachalam, P. & Grasian, I. (2013). Characterization and nutritional quality of formic acid silage developed from marine fishery waste and their potential utilization as feed stuff for common carp *Cyprinus carpio* fingerlings. *Turkish Journal of Fishery and Aquatic Science*, 13, 281-289.
- [28] Bringas, A.L., Zamorano, O.A., Rojo, R.J.B., González, F.M.L., Pérez, V.M., José Luis Cárdenas, L.J.L. y Navarro, G.G. (2018). Evaluación del ensilado fermentado de subproductos de tilapia y su utilización como ingrediente en dietas para bagre de canal. *BIOtecnica: Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XX (2), 85-94.

- [29] Terrones, E.S. y Reyes, A.W. (2018). Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de molusco en el crecimiento del camarón *Cryphiops caementarius* y tilapia *Oreochromis niloticus* en co-cultivo intensivo. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 167-176.
- [30] Chotikachinda, R., Tantikitti, C., Benjakul, S., Rustad, T. & Kumarnsit, E. (2013). Production of protein hydrolysates from skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) viscera as feeding attractants for Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture Nutrition*, 19(5), 773-784.
- [31] Bui, H.T.D., Khosravi, S., Fournier, V., Herault, M. & Lee, K.J. (2014). Growth performance, feed utilization, innate immunity, digestibility and disease resistance of juvenile red seabream (*Pagrus major*) fed diets supplemented with protein hydrolysates. *Aquaculture*, 418-419, 11-16.
- [32] Ovissipour, M., Kenari, A.A., Nazari, R., Motamedzadegan, A. & Rasco, B. (2014). Tuna viscera protein hydrolysate: Nutritive and disease resistance properties for Persian sturgeon (*Acipenser persicus* L.) larvae. *Aquaculture Research*, 45(4), 591-601.
- [33] Silva, T.C., da Rocha, J.D.M., Moreira, P., Signor, A. & Boscolo, W.R. (2017). Fish protein hydrolysate in diets for Nile tilapia post-larvae. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(7), 485-492.
- [34] Rathore, S.S., Chandravanshi, A., Chandravanshi, P., Srinivasa, K.H., Rakesh, K., Mamun, M.A.A. & Nasren, S. (2018). Optimization of fish hydrolysate preparation and its effect on growth and feed utilization of Magur (*Clarias batrachus*). *Bulletin Environmental Pharmacology Life Science*, 7(11), 78-83.
- [35] Cardoza, R.A.L., Guerra, E.M.F.G. y Palomino, R.A.R. (2021). Uso de hidrolizados de pescado en la acuicultura: Una revisión de algunos resultados beneficiosos en dietas acuícolas. *Manglar*, 18(2), 215-222.
- [36] Azaza, M.S., Mensi, F., Ksouri, J., Dhraief, M.N., Brini, B., Abdelmouleh, A. & Kraiem, M.M. (2008). Growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed with diets containing graded levels of green algae ulva meal (*Ulva rigida*) reared in geothermal waters of southern Tunisia. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(2), 202-207.
- [37] Pérez, Y., González, R., Méndez, Y. y Ramírez, J.L. (2014). Inclusión de la harina de *Lemna perpusilla* para alimentar alevines *Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(5), 1-10.
- [38] Pérez, V.M., Gatlin III, D.M., González, F.M.L. & García, O.A. (2018). Partial replacement of fishmeal and fish oil by algal meals in diets of red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 487, 41-50.
- [39] Cerezuela, R., Guardiola, F.A., Meseguer, J. & Esteban, M.A. (2012). Enrichment of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) diet with microalgae: Effects on the immune system. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38, 1729-1739.
- [40] Kiron, V., Phromkunthongm, W., Huntley, M., Archibald, I. & De Scheemakerm, G. (2012). Marine microalgae from biorefinery as a potential feed protein source for Atlantic salmon, common carp and whiteleg shrimp. *Aquaculture Nutrition*, 18, 521-531.
- [41] Bin, D.E., Dhahri, M.A. & Omar, H. (2018). Potential application of the blue-green alga (*Spirulina platensis*) as a supplement in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Applied Ecology and Environmental Research*, 16, 7883-7902.
- [42] He, Y., Lin, G., Rao, X., Chen, L., Jian, H., Wang, M., Guo, Z. & Chen, B. (2018). Microalga *Isochrysis galbana* in feed for *Trachinotus ovatus*: Effect on growth performance and fatty acid composition of fish fillet and liver. *Aquaculture International*, 26, 1261-1280.
- [43] Barraza, G.R.H., Pérez, V.A.M., González, F.M.L., Ortega, U.J.A.T., Muñoz, H.R., Zúñiga, P.M. y Pérez, V.M. (2020). Uso de microalgas como constituyentes parciales del alimento balanceado para engorda de tilapia (*Oreochromis niloticus*). *BIOTecnia*, 22(1), 135-141.
- [44] Gaber, M.M.A. (2006). The Effects of plant-protein based diets supplemented with Yucca on growth, digestibility, and chemical composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) fingerlings. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37, 74-81.



- [45] Bichi, O. y Ahmad, R. (2015). Evaluación de la harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta*) en *Clarias gariepinus*. *Memorias del V Simposio Internacional ACUACUBA*. Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas. La Habana, Cuba. P. 2011-221.
- [46] Gil, J. (2015). Uso de la yuca en alimentación animal. Palmira, Colombia: Corporación CLAYUCA, 3, 4-16.
- [47] Aguinaga, C. (2019). Inclusión parcial de harina a base de semilla y pulpa de guaba (*Inga spp.*) en la alimentación de tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) en la etapa de engorde en el sector Santa Cecilia, Parroquia Lita. *Tesis de Grado*. Ibarra, Ecuador: Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.
- [48] Castillo, S. y Castillo, H. (2017). Efecto de la inclusión de la harina de semilla copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en la dieta balanceada durante el crecimiento en fase juvenil de paco (*Piaractus brachyomus*) en Puerto Maldonado, Perú. *Tesis de Grado*. Puerto Maldonado, Perú: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Amazonia de Madre de Dios (UNAMAD).
- [49] Garduño, L.M. & Olvera, N.M.A. (2008). Potential of the use of peanut (*Arachis hypogaea*) leaf meal as a partial replacement for fish meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research*, 39(12), 1299-1306.
- [50] Deng, J., Wang, K., Mai, K., Chen, L., Zhang, L. & Mi, H. (2017). Effects of replacing fish meal with rubber seed meal on growth, nutrient utilization, and cholesterol metabolism of tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 43(4), 941-954.
- [51] Poot, L.G.R. & Gasca, L.E. (2009). Substitution of balanced feed with chaya *Cnidoscolus chayamansa*, leaf in tilapia culture: A bioeconomic evaluation. *Journal World Aquaculture Society*, 40, 351-362.
- [52] Poot, L.G.R., Gasca, L.E. y Olvera, N.M.A. (2012). Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado. *Latin American Journal Aquatic Research*, 40(4), 835-846.
- [53] Richter, N., Siddhuraju, P. & Becker, K. (2003). Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 217, 599-611.
- [54] Llanes, J., Salgarriaga, D. y Sarduy, L. (2018). Efecto de la sustitución de trigo por otros ingredientes energéticos en alimento de alevines de *Clarias gariepinus*. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 35(1), 24-29.
- [55] Buyukcapar, H.M., Mezdegi, M.I., & Kamalak, A. (2010). Nutritive value of narbon bean (*Vicia narbonensis*) seed as ingredient in practical diet for tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Journal of Applied Animal Research*, 37(2), 253-256.
- [56] Morillo, M., Visbal, T., Rial, L., Ovalles, F., Aguirre, P., y Medina, A.L. (2013). Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soja. *Interiencia*, 38 (2), 121-127.
- [57] Godfray, H.C.J., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Nisbett, N., Pretty, J., Robinson, S., Toulmin, C. & Whiteley, R. (2010). The future of the global food system. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 365, 2769-2777.
- [58] Gralton, A. & Vanclay, F. (2008). Artisanality and culture in innovative regional agri-food development: Lessons from the Tasmanian artisanal food industry. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 5(1-3), 193-204.
- [59] Cocolin, L., Gobbetti, M., Neviani, E. & Daffonchio, D. (2016). Ensuring safety in artisanal food microbiology. *Nature microbiology*, 1(10), 161-171.
- [60] Camacho, V.J.H., Cervantes, E.F., Cesín, V.A. y Palacios, R.M.I. (2019). Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Estudios sociales: Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(53), 1-20.
- [61] Platas, R.D.E. y Vilaboa, A.J. (2014). La acuicultura mexicana: Potencialidad, retos y áreas de oportunidad. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35, 1065-1071.

- [62] Cuéllar, L.M.B., Asiain, H.A., Juárez, S.J.P., Reta, M.J.L. y Gallardo, L.F. (2018). Evolución normativa e institucional de la acuicultura en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(4), 541-564.
- [63] Abraham, R.J. (2011). La acuicultura rural: Instrumento para la incorporación de las comunidades rurales del Distrito Federal a los procesos de sustentación económica en el marco del desarrollo sustentable. *Tesis de Licenciatura*. CDMX, México: UNAM.
- [64] Espinosa, P.A. y Bermúdez, A.M. del C. (2011). La acuicultura y su impacto al medio ambiente. *Estudios Sociales*, 2do. Número Especial, 219-232.
- [65] Cámara de Diputados. (2014). Acuicultura. Alternativa para la seguridad alimentaria. CDMX, México: Gobierno Federal, 37(04), 21-79.
- [66] Anderson, J.L., Asche, F., Garlock, T. & Chu, J. (2017). Aquaculture: Its role in the future of food. *World Agricultural Resources and Food Security*, 17, 159-173.
- [67] Santinelli, J.B. (2009). Indicadores socio-económicos del sector pesquero y acuícola. Comisión de Pesca Comité del Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. CDMX, México: Cámara de Diputados LX Legislatura/Congreso de la Unión.
- [68] Bringezu, S., Schütz, H. & Moll, S. (2003). Rationale for and interpretation of economy-wide materials flow analysis and derived indicators. *Journal of Industrial Ecology*, 7(2), 43-64.
- [69] Soto, D. (2007). Applying an ecosystem-based approach to aquaculture: Principles, scales and some management measures. Building an ecosystem approach to aquaculture. Palma de Mallorca, España: FAO, *Fisheries and Aquaculture Proceedings*, 14, 15-35.
- [70] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2011). The state of food insecurity in the world. How does international price volatility affect domestic economies and food security? Roma, Italy: FAO.
- [71] Rivera, J.G. (2012). Juventudes emergentes: Percepciones en torno a la familia, la escuela, el trabajo y el ocio en jóvenes en contextos rurales en San Luis Potosí, México. *Cuicuilco*, 19(53), 73-95.
- [72] Díaz, V. y Fernández, J. (2017). ¿Qué sabemos de los jóvenes rurales? Síntesis de la situación los jóvenes rurales en Colombia, Ecuador, México y Perú. Serie Documento de Trabajo No. 228. CDMX, México: Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural-RIMISP.
- [73] Gómez, L. y Tacuba, A. (2017). La política de desarrollo rural en México. ¿Existe correspondencia entre lo formal y lo real? *Revista Economía UNAM*, 14(42), 93-117.
- [74] García, S.J.R., Aldape, B.L.A. y Alonso, E.F. (2020). Perspectivas del desarrollo social y rural en México. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVI(3), 1-22.
- [75] Rivas, V.M.E., Miranda, B.A. y Sandoval, M.M.I. (2010). Avances en la evaluación de ingredientes para tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. *Memorias del X Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey; México. P. 467-484.
- [76] Mendiola, C.J.V.H., de la Cruz, L.M.C., May, G.M.E. y Alpuche, P.A. (2013). Evaluación de dos ensilados químicos elaborados con *Oreochromis niloticus* y *Pterygoplichthys* spp. para la acuicultura. *Memorias del 3er. Simposium Internacional de Investigación Multidisciplinaria y 4to. Encuentro Nacional de Investigación Científica*. Villahermosa, Tabasco, México. P. 201-211.
- [77] Fabián, C.L.E., Casas, L.J.L., Fernández, S.A.D., Rodríguez, F.R., Ramírez, L.H., Chávez, G.A., Vázquez, L.O. y Duran, A.S. (2015). Desarrollo de alimentos formulados para especies acuícolas. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 2(1), 40-48.
- [78] Mendiola, C.J., Vera, Q.F., Alpuche, P.A. y Ramos, F.J. (2018). Análisis nutrimental, microbiológico y digestibilidad en un alimento para tilapia gris. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(6), 12-24.
- [79] Soza, Ch.U., Peralta, G.F., Rodríguez, F.F., Vera, Q.F., Alpuche, P.A. y Mendiola, C.J. (2020). Estimación del contenido nutrimental, inocuidad y costos en cuatro ensilados químicos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 7(1), 39-49.

- [80] Vielma, R.R., Ovalles, D.J.F., León, L.A. y Medina, A. (2003). Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Archives Pharmaceutical*, 44(1), 43-58.
- [81] Wagner, J. y Stanton, T.L. (2012). Formulación de raciones con el cuadrado de Pearson. *Hoja informativa*. Fort Collins, Colorado, Estados Unidos: Universidad Estatal de Colorado. Serie Ganadería, 1618, 201-222.
- [82] Mendiola, C.J., Vera, Q.F., Alpuche, P.A., Ramos, F.J. y Barceló, G.V. (2018). Análisis nutricional, microbiológico y digestibilidad en un alimento para tilapia gris. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(6), 12-24.
- [83] Aranibar, A.M.J. (2021). Manual de capacitación: Alimentos balanceados para truchas. Puno, Perú: Jupiter Impresores.
- [84] Pineda, S.H.R., Giraldo, S.M.C., Pabón, E.W., López de Mesa, T.O.A. y Calderón, B.V.M. (2023). Evaluación zootécnica de alevinos de tilapia roja *Oreochromis* sp. suplementados con botón de oro *Tithonia diversifolia*. *Revista Politécnica*, 19(37), 151-159.
- [85] Gutiérrez, E.M.C., Murillo, R., Merino, M.C. y Flores, A. (2016). Catálogo de dietas piscícolas artesanales de bajo costo convalidadas con productores de recursos limitados. Proyecto TcP/R1a/3504 Alimentos Alternativos Arel. Bogota D.C., Colombia: FAO-Unillanos-AUNAP.
- [86] Restrepo, C.A.C. (2019). Manual práctico de manufacturación artesanal de dietas acuícolas alternativas para cachama blanca *Piaractus brachyomus*, Cuvier 1818, dirigido a acuicultores de recursos limitados de los municipios de Lejanias y El Dorado, Meta. *Tesis de Licenciatura*. Villavicencio, Meta; Colombia: Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de la Universidad De Los Llanos.
- [87] Gutiérrez, E.M.C. y Merino, M.C. (2021). Manual práctico para la preparación de alimentos balanceados artesanales para piscicultura. Bogota D.C., Colombia: FAO- AUNAP.
- [88] Association of Official Agricultural Chemists. (2016). Official methods of analyses. Washington, D.C., USA: The Association of Official Analytical Chemists, 20th Edition.
- [89] NOM-092-SSA1-1994. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. CDMX, México: Diario Oficial de la Federación.
- [90] NOM-111-SSA1-1994. Método para la cuenta de hongos y levaduras en alimentos. CDMX, México: Diario Oficial de la Federación.
- [91] NOM-113-SSA2-1994. Determinación de bacterias coliformes. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. CDMX, México: Diario Oficial de la Federación.
- [92] NOM-114-SSA1-1994. Método para la determinación de Salmonella en alimentos. CDMX, México: Diario Oficial de la Federación.
- [93] Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos (2021). Ley de Impuestos sobre la Renta. CDMX, México: Cámara de Diputados.
- [94] Prontuario Fiscal Correlacionado. (2023). Ley de impuesto sobre la renta. Ixtapaluca, Estado de México; México: Cosegraf.
- [95] El-Sayed, A.F.M. (2004). Protein nutrition of farmed tilapia: Searching for unconventional sources. *6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Manila, Philippines. P. 364-378.
- [96] Gisbert, E., Fernández, I. y Estévez, A. (2008). Nutrición y morfogénesis: Efecto de la dieta sobre la calidad larvaria en peces. *Memorias del IX Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*. Monterrey, Nuevo León; México. P. 46-78.
- [97] Tacon, A.G.J. (2008). Compound aqua feeds in a more competitive market: Alternative protein sources for a more sustainable future. *IX International Symposium of Aquaculture Nutrition*. Monterrey, Nuevo León; México. P. 1-5.

- [98] Toledo, P.J. y Llanes, I.J.E. (2013). Alternativas para la alimentación de organismos acuáticos. En Depello G., Witchiinsky E. y Wicki G. (Eds.), *Nutrición y alimentación para la acuicultura de recursos limitados*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- [99] Abdelghany, A.E. (2003). Partial and complete replacement of fishmeal with gambusia meal in diets of red tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture Nutrition*, 9,145-151.
- [100] Bastardo, H., Medina, A. y Bianchi, G. (2008). Utilización de proteína no convencional en dietas para iniciador de trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss*. Caracas, Venezuela: Instituto Nacional de Investigación Agrícolas.
- [101] De la Cruz, M.L.C. (2010). Análisis proximal y microbiológico de harinas de fuentes no convencionales. *Tesis de Licenciatura*. Tenosique de Pino Suárez, Tabasco; México: División Académica Multidisciplinaria de los Ríos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- [102] León, S.R., Villanueva, C.G.J., González, L.I., García, L.P.M., Ruiz, L.M.A. y García, Ch.A.A. (2010). Evaluación de subproductos agropecuarios en nutrición de tilapias *Oreochromis* sp. *Revista AquaTic*, 32, 1-6.
- [103] Botello, L.A.Y., Coutiño, E.M. y Botello, R.A. (2011). Sustitución de la harina de pescado por harina de caña proteínica para la engorda de tilapia roja. *Agrociencia*, 45, 23-31.
- [104] Morillo, M., Visbal, T., Altuve, D., Ovalles, F. y Medina, A. (2013). Valoración de dietas para alevines de *Colossoma macropomum* utilizando como fuentes proteicas harinas de lombriz (*Eisenia foetida*), soya (*Glycine max*) y caraotas (*Phaseolus vulgaris*). *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2),147-154.
- [105] Mendiola, C.J., Vera, Q.F., Alpuche, P.A. y Ramos, F.J. (2018). Análisis nutrimental, microbiológico y digestibilidad en un alimento para tilapia gris. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(6), 12-24.
- [106] Beumer, H. & Van Der Poel, A.F.B. (1997). Effects on hygienic quality of feeds examined. *Feedstuffs*, 69(53), 13-15.
- [107] Jones F.T. (2000). Quality control in feed manufacturing. *Feedstuffs*, 72(29), 85-89.
- [108] Dong, F.M. & Hardy, R.W. (2000). Feed evaluation, chemical. In: Stickney, R.R. (Editor). New York, USA: Encyclopedia of Aquaculture, John Wiley y Sons Inc.
- [109] Villarreal, C.D.A., Guajardo, B.C., Ezquerra, B.J.M., Scholz, U., Cruz, S.L.E. y Rique, M.D. (2004). Las micotoxinas en la nutrición de camarones peneidos. *Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. Hermosillo, Sonora; México, P. 463-479.
- [110] Brugère, C. y Ridler, N. (2005). Perspectivas de la acuicultura mundial en los próximos decenios: Análisis de los pronósticos para 2030 de la producción acuícola de los principales países. Circular de Pesca No. 1001 FIPP/C1001 (Es). Roma, Italia: FAO.
- [111] Das, S.K. (2006). Small-scale rural aquaculture in Assam, India: A case study NAGA. *World Fish Center Quarterly*, 29(1), 42-47.
- [112] Ponce, P.J.T., Romero, C.O., Castillo, V.S., Arteaga, N.P., Ulloa, G.M., González, S.R., Febrero, T.I. y Esparza, L.H. (2006). El desarrollo sostenible de la acuicultura en América Latina. *Revista Electrónica de Veterinaria*, VII(07), 19-36.
- [113] Lango, R.F., Castañeda, Ch.M., Zamora, C.J.E., Hernández, Z.G., Ramírez, B.M.A. & Solís, M.E. (2012). Ornamental marine fishkeeping: A trade of challenges and opportunities. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1), 12-21.
- [114] Chibras, G.D.E. (2015). Sustentabilidad de la acuicultura en México: Perspectivas desde un caso de estudio en la Costa Chica de Oaxaca. *Interdisciplina*, 3(7), 161-191.
- [115] Vega, V.F., Jaime, C.B., Cupul, M.A.L., Galindo, L.J. y Cupul, M.F.G. (2009). Acuicultura de tilapia a pequeña escala para autoconsumo de familias rurales y periurbanas de la costa del Pacífico. Puerto Vallarta, Jalisco, México: Centro de Investigaciones Pesqueras de la Universidad de Guadalajara.

- [116] Delgado F., Gallardo, A., Cuevas, L. y García, M. (2009). Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13 (2), 55-70.
- [117] Nguyen T., Allen, D. & Saoud, P. (2009). Evaluation of alternative protein sources to replace fish meal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis* spp. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(1), 113-122.
- [118] INAPESCA (2020). Dietas alternativas de bajo costo para la producción de peces como la tilapia. *Boletín sobre la Acuicultura de Pequeña Escala y Recursos Limitados*, 1-4.
- [119] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2013). Diagnóstico de la acuicultura de recursos limitados (AREL) y de la acuicultura de la micro y pequeña empresa (Amype) en América Latina. Roma, Italia: FAO.
- [120] Gutiérrez, E.M.C. Murillo, R., Merino, C., Flores, A., Barajas, K. y Morales, K. (2016). Catálogo de materias primas alternativas como insumos potenciales para la elaboración de alimentos para acuicultura. Proyecto Tcp/Rla/3504, Alimentos alternativos Arel. Bogotá, Colombia: FAO-UNILLANOS-AUNAP.
- [121] Gutiérrez, E.M.C., Murillo, R., Merino, C. y Flores, A. (2016). Catálogo dietas piscícolas artesanales de bajo costo convalidadas con productores de recursos limitados. Proyecto Tcp/Rla/3504, Alimentos Alternativos Arel. Bogotá, Colombia: FAO-UNILLANOS-AUNAP.