CALIDAD NUTRICIONAL DE PRESAS VIVAS UTILIZADAS EN LA PRIMERA ALIMENTACIÓN DE BRYCÓNIDOS

MARÍA MARGARITA ARRIETA JIMÉNEZ

MARGARITA ROSA GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ACUÍCOLAS

PROGRAMA DE ACUICULTURA

MONTERÍA – CÓRDOBA

2020

CALIDAD NUTRICIONAL DE PRESAS VIVAS UTILIZADAS EN LA PRIMERA ALIMENTACIÓN DE BRYCÓNIDOS

MARÍA MARGARITA ARRIETA JIMÉNEZ

MARGARITA ROSA GONZÁLEZ

Trabajo de grado presentado como requisito
Para optar el título de Profesional en Acuicultura

Directores
MARTHA JANETH PRIETO GUEVARA, Ph.D
CÉSAR JIMÉNEZ VELÁSQUEZ, M.Sc.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ACUÍCOLAS
PROGRAMA DE ACUICULTURA
MONTERÍA – CÓRDOBA
2020

El jurado calificador no será responsable de las ideas emitidas por los autores
(Artículo 46, Acuerdo No. 006 de mayo 29 de 1979, Consejo Superior)

Nota de aceptación,

_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____

Firma del presidente jurado

_____

VÍCTOR ATENCIO GARCÍA

_____

LUIS CARLOS MENDOZA

Montería, Noviembre de 2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado primeramente a Dios, porque ha estado conmigo en cada paso que doy. Cuidándome, dándome la inteligencia, sabiduría, paciencia, entendimiento y fortaleza para continuar y obtener este nuevo logro.

A mi madre, Aracely Jiménez por su amor y gran apoyo; le agradezco de corazón el estar conmigo siempre, a ella le dedico todo mi esfuerzo y dedicación antes, durante y después de este trabajo.

A todas y cada una de las personas que fueron de gran apoyo y en muchas ocasiones estuvieron dándome una vos de aliento en aquellos momentos difíciles.

María Margarita Arrieta Jiménez

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero darle gracias a Dios por estar una vez más conmigo dándome su aprobación y respaldo para que así pudiera superar todos los obstáculos y permitirme cumplir este logro en mi formación profesional.

A la memoria de mi madre Lucelis González quien inicio este sueño conmigo y que gracias a esos sacrificios y palabras motivadoras me ayudaron a esforzarme y mantenerme firme, para que así pudiera cumplir este logro que hoy estaría celebrando feliz a mi lado.

A mi madre Rosa González por siempre estar allí escuchándome, animándome y ayudándome en cualquier momento.

A Brian Cabrera por creer en mí, a pesar de los momentos difíciles siempre has estado allí dándome todo tu amor y apoyo, gracias amor por ser ese pilar fundamental en mi vida.

A mi profesora Luz Marina Arias porque estuvo allí dándome su apoyo y voz de aliento para contribuir a este logro.

Margarita Rosa González

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradezco a la Universidad de Córdoba por su formación profesional y humana, los cuales contribuyeron a la obtención de este título profesional. Instituto de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba CINPIC y al laboratorio de alimento vivo y nutrición acuícola por su contribución con la infraestructura, equipos y materiales que fueron necesarios para realizar esta investigación.

A los profesores Martha Janeth Prieto Guevara y Cesar Jiménez Velásquez por su colaboración y disposición en la ejecución de esta investigación.

A miembros del semillero de alimento vivo y nutrición acuícola por el apoyo en la parte experimental.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS X

LISTA DE FIGURAS XI

RESUMEN XII

1. INTRODUCCIÓN 15

2. OBJETIVOS 18

2.1. Objetivo general 18

2.2. Objetivos específicos 18

3. MARCO TEÓRICO 19

3.2. Zooplancton en la larvicultura 20

3.3. Cladóceros como presa viva 22

3.4. Composición proximal en nutrición acuícola 24

3.5. Lípidos y su importancia en larvicultura 26

3.6. Aminoácidos y su importancia en larvicultura 27

4. MATERIALES Y MÉTODOS 29

4.1. Tipo de estudio 29

4.2. Localización y descripción geográfica del área de estudio 29

4.3. Producción de biomasas de presas vivas 29

4.4. Composición proximal de las presas vivas 31

4.5.1 Humedad. 31

4.5.2 Proteína 31

4.5.3 Ceniza. 32

4.5.4 Extracto etéreo. 32

4.5. Perfil de ácidos grasos y aminoácidos en las presas vivas 33

4.6. Análisis estadístico 34

5. RESULTADOS 35
5.1. Composición proximal 35
5.2. Perfil de ácidos grasos 36
5.3. Perfil de aminoácidos 35
6. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 38
6.1. Composición proximal 38
6.2. Perfil de ácidos grasos 42
6.3. Perfil de aminoácidos 44
7. CONCLUSIONES 48
8. RECOMENDACIONES 49
9. BIBLIOGRAFÍA 50

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Composición proximal de las presas vivas utilizadas en la primera alimentación de larvas de Brycónidos.....35

Tabla 2: Perfil de ácidos grasos de las presas vivas utilizadas en la primera alimentación de larvas de Brycónidos.....35

Tabla 3: Perfil de aminoácidos de las presas vivas utilizadas en la primera alimentación de larvas de Brycónidos.....36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Instituto de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC). Fuente: Autor & Google Earth (2016). 29
Figura 2. Produccion de cladoceros *Moina minuta* y *Macrothrix elegans*.....30

RESUMEN

El valor nutricional de presas vivas como alimento en las etapas larvaria de peces es crucial para el buen desarrollo y sobrevivencia de estas. Con el fin de establecer el aporte nutricional de cuatro presas vivías utilizadas en la primera alimentación de Brycónidos, se realizó análisis de estas en composición proximal, perfil de ácidos grasos y aminoácidos. En muestras de larvas de cachama (*Piaractus brachypomus*), bocachico (*Prochilodus magdalenae*), obtenidas de la inducción hormonal de un lote de reproductores y de los cladóceros *Macrothrix elegans*, *Moina minuta*, mezcla entre *Moina minuta* y *Macrothrix elegans* obtenidos del cultivo escalonado, alimentados con las microalgas *Scenedesmus* sp. y *Chlorella vulgaris* se evaluó la humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína, así también el perfil de ácidos grasos y aminoácidos. En materia seca el mayor valor de proteína se registró en *Macrothrix* elegans (80% ± 0,1), el extracto etéreo fue mayor para *Piaractus brachypomus* (66,9%), la mezcla de los cladóceros *Moina minuta* y *Macrothrix elegans* fue quien mostró el mayor valor de humedad (90,3%), el mayor valor de cenizas se registró en *Prochilodus magdalenae* (1%). El mayor contenido de ácidos grasos saturados y monoinsaturados se registró en *Piaractus brachypomus*, predominando en los saturados el ácido behenico, acido palmítico y acido butírico. Entre los ácidos grasos polinsaturados, el ácido linoleico registro el mayor valor para *Moina minuta* (1,08 ± 0,01) y el ácido linolénico en M*acrothrix elegans* (0,97 ± 0,01). El contenido de aminoácidos fue mayor para la mezcla de *Moina minuta* y *Macrothrix elegans*, con mayor contenido de treonina, valina, leucina, arginina, isoleucina e histidina. Entre las presas los cladóceros mostraron mayores contenidos de ácidos grasos y aminoácidos, por lo que constituyen una buena alternativa para la alimentación de Brycónidos.

PALABRAS CLAVES: Acuicultura, Cladóceros, Nutrición, Larvicultura

SUMMARY

The nutritional value of live prey as food in the larval stages of fish is crucial for their proper development and survival. To establish the nutritional contribution of four live prey used in the first feeding of Bryconidae, an analysis of these was carried out in proximal composition, fatty acid and amino acid profile. Samples of larvae of cachama (*Piaractus brachypomus*), bocachico (*Prochilodus magdalenae*), obtained from the hormonal induction of a batch of broodstock and the cladocerans *Macrothrix elegans, Moina minuta*, a mixture between *Moina minuta* and *Macrothrix elegans* obtained from fed stepped culture taken with the microalgae *Scenedesmus* sp. and *Chlorella vulgaris*. Moisture, ash, ethereal extract, protein, as much as the fatty acid and amino acid profile were evaluated. The highest protein value of dry matter was recorded in *Macrothrix elegans* (80 ± 0.1). The ethereal extract in dry matter was higher for *Piaractus brachypomus* (66.9%). The mixture of cladocerans Moina minuta and Macrothrix elegans was the one who showed the highest humidity value (90.3%), the highest ash value was registered in *Prochilodus magdalenae* (1%). The highest content of saturated and monounsaturated fatty acids was registered in *Piaractus brachypomus*, in the saturated ones predominated behenic acid, palmitic acid and butyric acid. Among the polyunsaturated fatty acids, linoleic acid registered the highest value for *Moina minuta* (1.08 ± 0.01) and linolenic acid in *macrothrix elegans* (0.97 ± 0.01). The amino acid content was higher for the mixture of *Moina minuta* and *Macrothrix elegans*, exhibiting higher threonine content, valine, leucine, arginine, isoleucine and histidine. The cladocerans were the prey showing the highest content of fatty acids and amino acids, which is why they constitute a good alternative for feeding Bryconidae.

KEY WORDS: Aquacultura, Cladocerans, Larviculture, Nutrition

1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad en crecimiento, actualmente proporciona la mitad de todo el pescado destinado al consumo humano, siendo una las actividades pecuarias de mayor desarrollo en el mundo (FAO, 2016). Se cultivan especies icticas de interés zootécnico, dentro de las cuales se encuentran el género Brycon, con un gran número de especies con potencial para la piscicultura en América latina (Babilonia et al., 2014; Abe et al., 2014). Entre sus principales características para su cultivo, tenemos: excelente calidad de la carne, rápido crecimiento, fácil adaptación al cautiverio, aceptación de dietas artificiales, resistencia al manejo y habito alimenticio omnívoro con tendencia al consumo de alimento de origen vegetal (Pedreira et al., 2010; David-Ruales y Castañeda, 2014).

A pesar del avance tecnológico en la larvicultura de Brycónidos, el manejo de su primera alimentación es una gran limitante, principalmente por el canibalismo que presenta al inicio de la alimentación exógena; este comportamiento limita su buen desempeño zootécnico, presentando heterogeneidad de tallas y baja sobrevivencia (Atencio et al., 2010; de Souza et al., 2014; Furtado, 2015; Ribeiro y Qin, 2015). Debido a esta conducta y por ser especies altriciales, los *Brycon* requieren alimentos especial en sus primeras fases de vida (Rodríguez, 2009; David-Rules y Castañeda, 2014).

El cultivo larvario de estas especies de peces es dependiente de la calidad del alimento que se suministra en la etapa inicial de vida; en *Brycónidos* el manejo de la primera alimentación se hace con larvas de otras especies icticas, llamadas larvas forrajeras, principalmente del género *Prochilodus* y *Piaractus* que contribuyen a la disminución del canibalismo (Atencio et al., 2010; Maciel et al., 2010); así mismo, se utiliza otros alimentos vivos como cladóceros, ya que estos crustáceos son altamente eficientes para inducir el crecimiento y la supervivencia en las larvas. Jiménez-Velásquez (2016) en un estudio, demostró que los cladóceros son tan eficientes en el manejo de primera alimentación como las larvas forrajeras (Figueroa et al., 2010; Acosta et al.,

2010; Taghavi et al., 2013; Otero et al., 2013; Prieto et al., 2013; Thépot et al., 2016; Jiménez-Velásquez, 2016).

Los cladóceros han adquirido popularidad por tener un tamaño adecuado a la abertura bucal de los brycónidos, rápido desarrollo, facilidad de cultivo, alto contenido de enzimas digestivas, potencial proteico que corresponde al 50% sobre la base de peso seco, también presentan un considerable porcentaje de grasa que corresponde al 27% en los adultos (Das et al., 2012; Kadhar et al., 2014; Prieto-Guevara, 2013; Otero et al., 2013). En efecto estas características atienden a los requerimientos nutricionales de las larvas de los peces, tales como aminoácidos, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas y minerales que contribuyen al éxito de la larvicultura, garantizan el desempeño y la sobrevivencia de los organismos (Rodríguez, 2009; Figueroa et al., 2010; Prieto-Guevara, 2013).

El contenido de nutrientes de un alimento y la evaluación de su aporte en el desarrollo y crecimiento de las larvas puede ser valorado mediante el análisis químico, el cual se lleva a cabo para examinar el porcentaje de proteínas, lípidos, humedad y cenizas; así mismo, la fuente de lípidos es importante para proveer ácidos grasos poliinsaturados requeridos para el funcionamiento de las membranas, como también para la construcción de tejidos en los primeros estadios (Rodríguez, 2009; Abdo et al., 2010); así los lípidos mejoran el crecimiento y la sobrevivencia de las larvas, proveen energía dietética, la manutención, estructuras de biomembranas, regulación de la fluidez de las membrana celulares, precursor de prostaglandinas, vitaminas liposolubles, transportes de pigmentos, carotenoide y hormonas entre otras (Rodríguez, 2009; Castro et al., 2013).

Por otra parte, los aminoácidos también juegan un papel importante en el desarrollo de las larvas, ya que son precursores de muchas vías para la síntesis de componentes biológicos, formando proteínas y pueden usarse como sustratos para producir energía (Finn y Fyhn 2010; Abdo de la Parra et al., 2017). La deficiencia de uno o más aminoácidos altera la síntesis de proteínas y el crecimiento, por esto para alcanzar el éxito en el desarrollo embrionario y

larval, es necesario en la dieta un perfil de aminoácidos (AA) adecuado para el crecimiento del pez (Torres y Hurtado, 2012; Abdo de la Parra et al., 2017).

La información que ofrece el análisis proximal es base necesaria para la formulación de dietas específicas que tienen como objetivo cumplir con los requerimientos nutricionales en diversas etapas de desarrollo y, finalmente, permitir establecer protocolos de manejo para la alimentación y nutrición de la especie en cautiverio. Por tanto, el objetivo del presente estudio es determinar la composición proximal y el perfil de ácidos grasos y aminoácidos de cuatro presas vivas utilizadas en la primera alimentación de Brycónidos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el perfil nutricional de presas vivas utilizadas en la primera alimentación de Brycónidos

2.2. Objetivos específicos

- Conocer la composición proximal de los cladóceros *Macrothrix elegans*, *Moina minuta*; y de las larvas forrajeras bocachico *(Prochilodus magdalenae),* cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), usadas como fuente inicial de alimento vivo en larvas de *Brycon sinuensis* y *Brycon moorei*.
- Conocer el perfil de ácidos grasos de los cladóceros *Macrothrix elegans, Moina minuta*; y de las larvas forrajeras bocachico y cachama blanca.
- Estimar el perfil de aminoácidos de los cladóceros *Macrothrix elegans, Moina minuta;* y de las larvas forrajeras bocachico y cachama blanca.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Primera alimentación de Brycónidos

En la larvicultura de algunas especies, se presenta un comportamiento conocido como canibalismo, conducta adaptativa de la alimentación que consiste en matar a un individuo de la misma especie para consumir parcial o totalmente, independiente del estado de desarrollo. Para el control del canibalismo en la larvicultura, específicamente durante el manejo de la primera alimentación de los brycónidos, algunos autores han sugerido suministrar larvas de forraje de los géneros *Prochilodus, Colossoma* y *Piaractus* (Atencio-García et al., 2003). Los brycónidos son el grupo de peces que inician más tempranamente la alimentación exógena, entre las 22 y 23 horas posteclosión (HPE) a temperatura de 28ºC (Atecio-García et al., 2010). El uso de larvas de forraje es el método de alimentación más empleado a fin de incrementar la sobrevivencia y controlar el canibalismo en los Brycónidos (Pedreira et al., 2008; Atencio-García et al., 2010; Maciel et al., 2010; Billalba et al., 2018).

Entre las especies utilizadas con este fin se encuentra, *Prochilodus scrofa* (Gomes et al., 2000); *Piaractus brachypomus* (Atencio-García et al., 2003); *Prochilodus costatus* (Pedreira et al., 2008); *Prochilodus lineatus* (Maciel et al., 2010) y *Prochilodus magdalenae* (Atencio García et al., 2010; David y Castañeda, 2014).

Atencio et al. (2003) reportan sobrevivencia de 70% en la larvicultura de yamú *Brycon amazonicus*, cuando alimentaron durante 24 horas con cuatro larvas recién eclosionadas de cachama blanca *Piaractus brachypomus* por cada larva de yamu. Estos mismo autores, evaluaron el efecto de la densidad de presas en la larvicultura de dorada *Brycon sinuensis*, al ser ofrecidas larvas recién eclosionadas de bocachico *Prochilodus magdalenae* durante 24 horas cuatro proporciones presa-predador 0:1 (T1), 1:1 (T2), 2:1 (T3) y 4:1 (T4) al inicio de la alimentación exógena; los resultados indicaron que suministrar entre dos y cuatro larvas forrajeras como primera alimentación en dorada reduce el canibalismo y ofrece mejores resultados de sobrevivencia y crecimiento durante la larvicultura (Atencio et al., 2010).

Por otro lado, Acosta-Muñoz et al. (2010), evaluaron durante 15 días el efecto de tres dietas (*Spirulina platensis*, alimento comercial con 32% de proteína y *Artemia franciscana*) sobre el crecimiento y sobrevivencia de larvas de *B. melanopterus*; los resultados indicaron que el suministro de *Artemia* permite la mejor sobrevivencia y ganancia en peso para larvas de *B. melanopterus*, como respuesta al mayor valor proteico y contenido de aminoácidos de la *Artemia*.

David y Castañeda (2014) evaluaron durante 15 días densidades de siembra en larvas de dorada (*Brycon moorei*) alimentadas con larvas de bocachico (*Prochilodus magdalenae*), nauplios de *Artemia salina* y una dieta comercial de proteína cruda al 40%. Los resultados mostraron que el tratamiento 1, el cual tenía la menor densidad de siembra (10 larvas) y fue alimentado con larvas de bocachico, presentó mejor desempeño en cuanto a la ganancia en peso, la tasa de crecimiento específico y la tasa de supervivencia.

3.2. Zooplancton en la larvicultura

El éxito comercial de la acuicultura como industria depende en gran medida de la producción controlada y en grandes cantidades de la especie a cultivar, por esta razón la sobrevivencia en la fase larval es esencial ya que se requiere cumplir con sus exigencias nutricionales (Sánchez, 2011). La alimentación inicial de las larvas sigue siendo un aspecto crítico que determina la cantidad de organismos en un cultivo, por esta razón tanto la nutrición como la producción de alimento vivo en esta fase juegan un papel importante.

Las larvas van cambiando su actividad enzimática y sus necesidades de nutrientes según así lo requieran (Rivera y Botero, 2009). Un elemento importante para el éxito en la larvicultura es el uso de zooplancton, estos organismos en la larvicultura no solo reducen el canibalismo que genera baja producción (Rodríguez et al., 2013); sino que también es una fuente de alimento natural para diversas especies de peces (Busch et al., 2010) que aportan nutrientes esenciales como aminoácidos, ácidos grasos y otros elementos esenciales que son escasos en otros alimentos para peces (Campaña et al., 2010). La abundancia y distribución varían según cambios en

factores bióticos y abióticos por lo que su composición y abundancia también varía en respuesta a estos cambios (Wetsel, 2001). En el campo acuícola se han desarrollado varios estudios en la producción zooplanctónica con fines acuícolas para la fase de larvicultura (Romero, 2010; Otero et al., 2013; Trejo et al., 2014; Oviedo et al., 2019)

La comunidad zooplanctónica de ambientes acuáticos, está compuesta principalmente por rotíferos, microcrustaceos (cladóceros y copépodos) y protozoarios. El zooplancton se constituye en un ítem obligatorio en la dieta de casi todos los alevinos y adultos de muchas especies de peces y otros organismos acuáticos (Gogoi et al., 2016); por lo que a mayor abundancia de zooplancton mayor expectativa de supervivencia y desarrollo para los peces en crecimiento (Lagos et al., 2014). Los estadios más jóvenes de poslarvas consumen individuos de pequeño porte, como protozoario, rotíferos y nauplios de copépodos, posteriormente los alevinos pasan a consumir organismos mayores, principalmente cladóceros. Luego se alimentan de copépodos o larvas de insectos, dependiendo de la especie. Siendo así, la obtención de zooplancton en abundancia y de buena calidad nutricional, un requerimiento básico en la larvicultura (Prieto-Guevara, 2013; Otero et al., 2013).

La composición bioquímica del zooplancton para los peces es importante, siendo considerado el alimento que contiene la mayoría de las sustancias nutritivas y que sirve como base para dietas experimentales para peces. El zooplancton, debido a su contenido de ácidos grasos esenciales, es una buena opción para la nutrición de las larvas (Gama Flores et al., 2015; Prieto et al., 2006). En general, los alimentos naturales presentan altos niveles de proteína de excelente calidad, siendo fuentes importantes de vitaminas y minerales (Prieto et al., 2006). El plancton posee enzimas necesarias para el crecimiento y la supervivencia de las larvas; el movimiento natural de esos organismos planctónicos estimula el comportamiento predatorio de las larvas. (Prieto et al., 2006; Morales-Ventura et al., 2012).

3.3. Cladóceros como presa viva

Los cladóceros, son organismos ampliamente distribuidos; sin embargo, algunas especies, se encuentran restringidas a determinadas zonas del continente. Las especies descritas son principalmente de agua dulce. La mayoría son filtradoras, alimentándose de bacterias y algas, algunas especies son predadoras (Rodríguez et al., 2003; Sinev y Silva-Briano, 2012). En la actualidad, a nivel mundial existen descritas aproximadamente 620 especies y se considera que alrededor de 200, se encuentran en la región neotropical (Sinev y Silva-Briano, 2012).

Los cladóceros principalmente los géneros *Daphnia y Moina* son de gran importancia en la piscicultura, estos organismos son muy estudiados en relación con sus condiciones óptimas de cultivo, debido al alto valor nutritivo y facilidad de producción (Figueroa et al., 2010; Ramírez-Merlano et al., 2013). Presentan espectro de enzimas importantes (proteasas, peptidasas, amilasas, lipasas y celulasas) que sirven como exoenzimas en el intestino de las postlarvas (Taghavi et al., 2013; Nandini et al., 2013). De igual manera presentan otras ventajas en larvicultura, no afectan la calidad del agua y las características de estas especies de cladóceros se mantienen por largos períodos (Otero et al., 2013).

Los cladóceros son claves en la nutrición de las larvas, su potencial varía según las condiciones que definan para su cultivo, dentro de las cuales tenemos, la intensidad lumínica, esta es una de las características que define su eficiencia productiva y velocidad de crecimiento.

Por otra parte, el fotoperiodo es incidente en el crecimiento de esta especie, así como también el alimento que sea consumido influye directamente en el desarrollo de los cladóceros y por último la temperatura es un factor relacionado con la longevidad, fecundidad y fertilidad (Granada, 2013; Ramírez et al 2013; Muñoz et al 2013; Pérez et al., 2015; Ismiño et al., 2020).

Cladóceros del género *Moina* son considerados presa fácil debido a su forma, movimiento, perfil nutricional y pigmentación (Prieto, 2013; Gogoi et al., 2016),

Moina sp presenta un contenido proteico alrededor del 50% de su peso seco. Bardales y Panduro-Quiroz (2014) reportan perfil nutricional de *Moina* sp en base seca (BS) y base húmeda (BH), así tenemos porcentajes de proteína del 69,7% en BS y 3,91% en BH, contenido de lípidos de 5,83% en BS y 0,81% en BH, porcentajes de ceniza que corresponde al 6,28% en BS y 0,13% en BH, humedad del 18,87% en BS y 95,15% en BH, también se conoce valores de grasa que se encuentran entre el 20% - 27% sobre la base del peso seco para las hembras adultas y del 4% - 6% para los juveniles (Masclaux et al., 2012; Hartwich et al., 2013; Gama-Flores et al., 2015). El contenido de lípidos de la Moina es de gran importancia para sus propias necesidades metabólicas, como para las especies que la consumen (Gogoi et al., 2016).

Otro factor importante de esta especie, para tener en cuenta es su contenido de aminoácidos favorables para los requerimientos nutricionales de larvas y alevinos de peces Romero López et al. (2009) realizaron un estudio donde determinaron la composición de aminoácidos esenciales del cladócero *Moina* encontrando los siguientes valores expresados (g/100g): isoleucina (2,5), leucina (6,0), metionina (1,0), cistina (0,6), fenilalanina (3,6), tirosina (3,3), treonina (3,8), triptófano (1,2), valina (3,2), lisina (5,8), arginina (5,1), histidina (1,6).

Por otra parte, Gama Flores et al. (2015) encontraron en *Moina macrocopa* que entre los ácidos grasos saturados (SAFA), el mirístico, el palmítico y el esteárico fueron generalmente dominantes y comprendieron aproximadamente el 50% del total de ácidos grasos. Entre los ácidos grasos insaturados de *M. macrocopa* los más dominantes son el palmitoleico, linoleico y linolénico ya que comprenden del 15 a 35% del total de ácidos grasos.

En cuanto al uso de cladóceros como presa Ramírez-Merlano et al. (2010) reportan resultados positivos cuando evaluaron cinco dietas con alimentos vivos en la primera alimentación de larvas de yaque (*Leiarius marmoratus)* (nauplios de *Artemia* salina recién eclosionados, cladóceros del género *Diaphanosoma*, copépodos del género *Diaptomus,* cladóceros + copépodos y larvas recién eclosionadas de cachama blanca *P. brachypomus*). La mayor

sobrevivencia se observó con nauplios de *Artemia* (55,3 %), seguido por cladóceros (18,6 %), reafirmando que los cladóceros constituyen una importante alternativa como fuente de alimento vivo en la larvicultura de esta especie.

Por otro lado, Sampaio, (2010) realizó un estudio en el que las larvas de matrinxa *B. amazonicus* mostraron amplia preferencia por cladóceros al evaluar la selectividad alimenticia durante un período de 24 a 240 horas posteclosión (HPE), mostrando mayor participación de cladóceros (90%) durante las 24 y 72 HPE.

Los cladóceros son de gran importancia para la acuicultura ya que su aporte nutricional diversifica el alimento y son presa fácil para las larvas de peces (Prieto et al., 2006) y el cultivo de estos organismos ofrece la ventaja de generar un gran número de individuos en cortos períodos de tiempo, siempre y cuando se le proporcione al cultivo las condiciones adecuadas de temperatura, calidad de agua y alimentación (Otero et al., 2013).

3.4. Composición proximal en nutrición acuícola

Existen muchos métodos analíticos utilizados en el análisis de alimentos. Estos también, se han empleado en el campo de la nutrición acuícola. Uno de los más usados es el análisis proximal (Vásquez et al., 2013); es un método convencional para el análisis de calidad de los alimentos, el cual permite conocer la naturaleza de los alimentos, su composición química y su comportamiento bajo diversas condiciones (Vásquez et al., 2013; Abdo de la Parra et al., 2017). Existen ciertos factores que se toman en cuenta para evaluar un alimento, como: materia seca, extracto etéreo, proteína cruda, ceniza y humedad. Es de gran importancia conocer la composición proximal de los alimentos, en particular referente a los alimentos vivos, es fundamental conocer su aporte en nutrientes y perfil de aminoácidos y ácidos grasos, puesto que utilizar un recurso pobre en nutrientes esenciales puede causar el desarrollo anormal y muerte masiva de las especies en cultivo.

Por otro lado, las especies animales que sirven para alimentar larvas de peces siempre son invertebrados, principalmente en sus primeros estadios, generalmente zooplancton como copépodos, cladóceros, rotíferos, artemia, larvas de otros peces entre otros (Torres et al., 2016; Huanacuni y Espinoza, 2018). Por esta razón, la alimentación de las larvas con presas vivas es de gran relevancia, ya que es importante tener alimentos con una buena composición controlada y hacer variar un factor de forma precisa salvo los ácidos grasos (Guillaume et al, 2004); es necesario proveer de una presa adecuada como primer alimento de las larvas, para ello se deben considerar diferentes criterios que influyen en el éxito alimenticio de la larva como el contenido nutricional de la presa, esta debe ser digerida y ser fácilmente producida a niveles masivos, así como contener un adecuado grado nutricional (Hernández, 2016).

La calidad de las presas vivas es por naturaleza bastante variable ya que estos organismos están influenciados por factores medioambientales y alimentarios durante el periodo de su producción y hasta el momento en el que son ingeridos por las larvas, se pueden observar variaciones en la composición bioquímica, en los estudios nutricionales de las larvas es necesario verificar la composición de las presas para conocer su estado nutricional o enriquecerla si es necesario (Prieto, 2003; Vásquez et al., 2013; Martínez et al., 2012).

La composición química y por tanto, la energía disponible en las presas varían enormemente en función del estado fisiológico de las mismas. Lo que cuenta en la escala nutricional es el valor energético de las presas al momento que las consumen (Guillaume et al., 2004).

La ausencia en el conocimiento de los requerimientos nutricionales de las larvas es una de las causas de altas mortalidades y problemas de calidad comúnmente observados en la larvicultura. Los porcentajes de supervivencia casi siempre son bajos o altamente variables. Además, los problemas de calidad como las deformidades del esqueleto siguen siendo el cuello de botella, parte de estos problemas derivan de una nutrición óptima (Abdo de la parra et al., 2017).

3.5. Lípidos y su importancia en larvicultura

Desde el punto de vista nutritivo, los lípidos en los alimentos son importantes fuentes de energía por su alto contenido calórico y, además, están relacionadas con este grupo de compuestos numerosas sustancias de importante actividad fisiológica a las que vehiculizan, como algunas vitaminas, hormonas, ácidos biliares, entre otros (Ahmad et al., 2012). Los componentes básicos característicos de la mayor parte de los lípidos son los ácidos grasos. Son ácidos orgánicos de cadena larga que poseen desde 4 hasta 26 átomos de carbono, tienen un solo grupo carboxilo y una cola prolongada no polar hidrocarbonada que confiere a la mayor parte de los lípidos su naturaleza de insolubles en agua, con un aspecto y consistencia grasosa u oleaginosa (Ahmad et al., 2012).

Los ácidos grasos presentes en el organismo se encuentran en su forma saturada, principalmente como ácido palmítico, butírico, caproico, mirístico, esteárico, entre otros, o en la forma insaturada debido a la presencia de dobles ligaduras. Los ácidos grasos insaturados pueden ser monoinsaturados como el oleico y poliinsaturados, estos últimos son de mayor importancia a considerar en un estudio de requerimiento nutricional en larvas de peces, de la serie n-3 y n-6, ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6 n-3), ácido eicosapentaenóico (EPA, 20:5 n-3) y ácido araquidónico (AA 20:4 n-6). Estos ácidos grasos son esenciales**,** ya que no pueden ser sintetizados por el organismo (Rivero y Botero, 2009; Valenzuela y Valenzuela, 2014).

Las composiciones de ácidos grasos en diversos organismos utilizados como presas vivas muestran grandes diferencias según los tipos de organismos y las modalidades de alimentación. El contenido de ácidos grasos esenciales de la serie n-3 suele ser bueno en copépodos, parecen ser capaces de concentrarlo, particularmente el DHA. En comparación con el contenido de ácidos grasos esenciales (AGE) así como la relación DHA/EPA son reducidas en rotíferos y artemia (Guillaume et al., 2004).

Además, parte del buen resultado obtenido al emplear alimento vivo en la primera alimentación está relacionado con la presencia de ciertos nutrientes

bioquímicos indispensables, entre los que destacan los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI) (Hernández, 2016); los cuales tienen efectos sobre la composición y función de las membranas celulares, la señalización celular, la regulación de la expresión genética y la síntesis de eicosanoides, cumpliendo así un papel fundamental en el adecuado desarrollo y funcionalidad del cerebro y del sistema nervioso central, en este grupo se encuentran algunos ácidos grasos que no pueden ser sintetizados por el organismo y por lo cual son catalogados esenciales, ya que se deben ingerir en la dieta de una determinada cantidad y proporción entre ellos; estos son el ácido linolenico y el ácido linoleico (Castro et al., 2013; Atehortua et al., 2017).

3.6. Aminoácidos y su importancia en larvicultura

Los requerimientos proteicos se pueden suplir de un conjunto de aminoácidos, en unas cantidades y proporciones adecuadas, para la obtención de sus propias proteínas funcionales y estructurales lo que equivale a mantener su estado fisiológico y sustentar un crecimiento óptimo (Abdo de la Parra et al., 2017). Después de la digestión proteica, los aminoácidos liberados son absorbidos para construir un pool endógeno, a partir del cual van a ser utilizado con distinto fin. El patrón de aminoácidos endógenos a disposición metabólica en el animal está compuesto por dos categorías nutritivas de aminoácidos: los esenciales y los no esenciales (Torres y Hurtado, 2012).

La esencialidad de los aminoácidos significa que no puede ser sintetizado por el organismo y, en consecuencia, debe ser aportado en la dieta, el material genético de cada especie que determina la secuencia y composición en aminoácidos en sus proteínas funcionales y estructurales específicas exige unas cantidades mínimas disponible de cada uno de los aminoácidos esenciales. Lógicamente las necesidades aminoácidicas del animal, y por tanto proteicas, son mayores que la suma de los requerimientos esenciales, por ello debe también cubrirse con la dieta (Abdo de la Parra et al., 2017). Así, las unidades estructurales de las proteínas son unos 23 L-esteroisómeros de los cuales 10 (Treonina, Valina, Leucina, Isoleucina, Metionina, Triptófano, Lisina, Histidina, Arginina, Fenilalanina) son esenciales o indispensables para los

peces que, al no poderlos sintetizar debe obtenerse de la dieta (Finn y Fyhn, 2010).

Asimismo, una nutrición optima y rentable se basa en que el suministro de nutrientes esénciales con la dieta, sea suficiente y no excesivo, para satisfacer las demandas del crecimiento y mantener un estado fisiológico normal (Visbal et al., 2013). Es necesario conocer los requerimientos cuantitativos de los aminoácidos esenciales, posibles antagonismos entre ellos y capacidad de algunos por ser sustituidos parcialmente, por aminoácidos no esenciales (Torres y Hurtado, 2012). Un patrón adecuado de aminoácidos en cantidades adecuadas, calidad proteica depende no solamente de su composición de aminoácidos esenciales si no de su utilización digestiva, ya que esta va a condicionar la cantidad de cada uno de los aminoácidos absorbidos y, en consecuencia, el patrón disponible para un crecimiento óptimo (Abdo de la Parra et al., 2017).

Además, la composición de aminoácidos en las diferentes especies utilizadas como alimentos vivos cubren los requerimientos de AA esenciales estimados para los peces juveniles. La proporción de AA libres presentes en los organismos del zooplancton se ha considerado factor de calidad en las presas para las larvas cuyo tubo digestivo esta poco desarrollado, ya que los AAL son más fáciles de absorber (Guillaume et al, 2004). Por último, el perfil de AA de la proteína también sufre cambios específicos en cada especie durante el desarrollo larval; por ejemplo, las larvas *Piaractus mesopotámicus* utilizan ciertos AA como la lisina y metionina y retienen otros para el desarrollo de estadios tardíos, tales como la histidina y triptófano; lo cual deja una diferencia en el perfil de AA de la larva (Portella et al., 2013). Estos cambios en el perfil de AA de las larvas de peces tienen importantes implicaciones en términos de requerimientos de AA (Abdo de la Parra et al., 2017).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de estudio

Un estudio de tipo descriptivo y experimental se realizó con la finalidad de determinar el valor nutricional de presas utilizadas en la alimentación de *brycónidos.*

4.2. Localización y descripción geográfica del área de estudio

Él estudió se llevó a cabo en el Instituto de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), municipio de Montería, departamento de Córdoba (Figura 1), cuyas coordenadas geográficas son: 8º 48' Latitud Norte, 75º 22' Longitud Oeste, con altitud de 15 metros sobre el nivel del mar, Humedad relativa del 80 %, temperatura promedio anual de 28.5 ºC y precipitación promedio anual de 1100 mm.

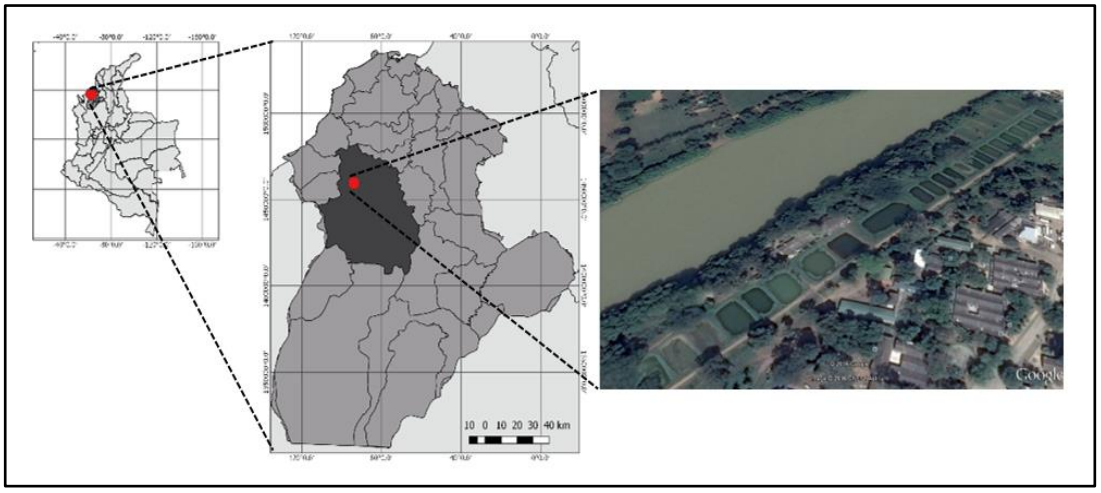

Figura 1. Ubicación del Instituto de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC). Fuente: Autor & Google Earth (2016).

4.3. Producción de biomasas de presas vivas

Las biomasas de cladóceros se obtuvieron a partir de cepas de *Moina minuta* y *Macrothrix elegans*, mantenidos en volumenes de 200 mL en el laboratorio de Alimento Vivo. Se realizaron cultivos escalonados partiendo de frascos de vidrio traslúcidos de 3 litros, acuarios de vidrio de 20 litros, tanques en fibra de vidrio de 100 litros, hasta tanques rectangulares de concreto de 3000 litros con

agua filtrada en red de 50 µm, fotoperiodo natural 12:12 horas, limpieza periódica del fondo de materia orgánica y alimentados con las microalgas *Ankistrodesmus* sp y *Scenedesmus* sp.

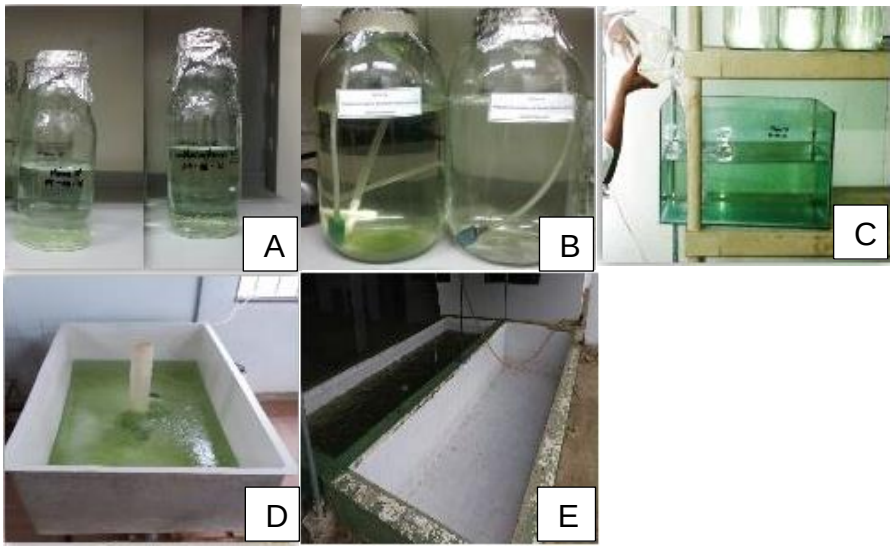

Figura 2: Producción de cladóceros *Moina minuta* y *Macrothrix elegans* en: A. Frascos de 200ml. B: Frascos de 3 litros. C: Acuarios de 20 litros. D: Tanques en fibra de vidrio de 100 litros. E: Tanques rectangulares de concreto de 3000 litros.

Las larvas de *Piaractus brachypomus* y *Prochilodus magdalenae* fueron obtenidas mediante reproducción artificial de padrotes mantenidos en cautiverio en el Instituto de Investigación de Piscicultura- CINPIC. Se realizó la valoración de la madurez sexual para la reproducción mediante biopsia ovárica a las hembras y masaje cráneo-caudal a los machos. Las hembras fueron inducidas con Extracto Hipofisario de Carpa (7 mg/kg de peso vivo), aplicados en dos dosificaciones de 10 y 90%, en un intervalo de 12 horas. La eclosión ocurrió en incubadoras cilindrocónicas de 200 L; las larvas de *Piaractus brachypomus* y *Prochilodus magdalenae* fueron obtenidas directamente de las incubadoras de 200 L, de 22 a 23 post-eclosión.

Las biomasas de cladóceros y larvas de forraje fueron colectadas con red cónica de 250 µm de ojo de malla. El exceso de humedad de las biomasas se retiró a través de tollas adsorventes de papel y posteriormente se pesaron, rotularon y fueron empacadas en bolsas ziploc y luego se congelaron a -20 ºC.

4.4. Composición proximal de las presas vivas

La evaluación química de las biomasas colectadas fue realizada en el Laboratorio de Nutrición Animal-Berastegui de la Universidad de Córdoba a través del análisis de composición proximal.

4.5.1 Humedad.

El porcentaje de humedad se determinó mediante el método descrito por la AOAC (1990). Se secó de1 a 5 g de muestra fresca en una estufa a 102ºC durante12 horas. Ya frio se pesó nuevamente.

El porcentaje de humedad presente en las muestras se calculó por diferencia de pesos entre la materia húmeda y la materia seca según la ecuación:

$$\text{humedad } (\%) = \frac{\text{peso inicial } - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

4.5.2 Proteína.

El porcentaje de proteína cruda en las muestras previamente colectadas se determinó empleando el método de Kjeldahl descrito por la Sociedad Oficial de Química Analítica (AOAC, 1990) que consiste básicamente en colocar 1 g de muestra deshidratada en el matraz de Kjeldahl, agregando sulfato de potasio, oxido de mercurio y de ácido sulfúrico calentándolo hasta ebullición. Posteriormente se dejó enfriar adicionando 90ml de agua destilada y desionizada. Adicionando sulfato de sodio para mezclarlo con solución de hidróxido de socio al 40%. Se conectó el matraz a la unidad de destilación, hasta colectar 50 ml del destilado. Finalmente se tituló con solución de ácido clorhídrico.

El porcentaje de proteína se calculó según la concentración de nitrógeno en la muestra en donde:

$$\mathrm{N}(\%) = \frac{(\mathrm{V\ H2SO4} - \mathrm{V\ H2\ SO4\ Blanco})}{\mathrm{g\ de\ la\ muestra}} \times 0{,}1\mathrm{N} \times 14 \times 100$$

P.B. % = %N X 6,25

4.5.3 Ceniza.

El porcentaje de ceniza se determinó mediante el método descrito por la AOAC (1990). Donde se pesó 2 g de muestra en un crisol de porcelana previamente tarado e incinerado posteriormente se llevó a una estufa a 100-110ºC con el objetivo de expulsar el agua presente, para su calcinación por combustión a 525ºC durante 12 horas en una mufla. Una vez frio se hizo pasar por un desecador y nuevamente se pesó el crisol con la ceniza.

El porcentaje de ceniza presente en las muestras se calculó según la relación:

$$\mathrm{Ceniza}(\%) = \frac{\mathrm{peso\ (g)cenizas}}{\mathrm{peso\ (g)muestra}} \times 100$$

4.5.4 Extracto etéreo.

Mediante el método de Soxhlet descrito por la AOAC (1990) se determinó el porcentaje de lípidos en las diferentes muestras. El residuo seco proveniente de la determinación de humedad se desintegró en mortero y se pasó al dedal de extracción usando un poco de éter para lavar la capsula de humedad y el mortero. El matraz de extracción se secó por 30 min a 110ºC pesándose para conectarlo en el sistema Soxhlet, el dedal se ubicó en el tubo de extracción adicionando solvente al matraz. El tiempo de extracción duro entre 4 y 6 horas, al finalizar la extracción el solvente se eliminó por evaporación en rotavapor. El matraz con la grasa se secó a 110ºC por 10 min, una vez frio se pesó.

El porcentaje de lípidos presente en la muestra se calculó según la ecuación:

$$\text{extracto etéreo (\%)} = \frac{\text{peso extracto etéreo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

4.5. Perfil de ácidos grasos y aminoácidos en las presas vivas

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad Nacional. La determinación del perfil de ácidos grasos, incluyó la extracción de lípidos; para lo cual las muestras de las presas vivas fueron transmetiladas siguiendo la metodología NTC 4967, que consiste en la saponificación y conversión de ácidos grasos en esteres metílicos. La extracción incluyó inicialmente la saponificación en baño hirviendo por 5 min con 4 ml de NaOH en metanol, esterificación en baño hirviente por 5 min con reactivo esterificante (10 g clorato + 300 ml metanol + 15 ml H_2SO_4), adición de 4 ml de NaCl saturado, extracción de esteres metílicos con 5 ml de hexano, evaporación con gas N_2 en baño de maria (55ºC) y, finalmente, adición de 1 ml de hexano para su determinación cromatografica. Los ácidos grasos de todas las muestras se determinaron mediante cromatografía de gases. Los picos de los ácidos grasos fueron integrados por medio de un software de cromatografía Varian Star y la identificación de los ácidos se realizó por comparación de los tiempos de retención con referencia a los patrones internos y certificados.

Fue utilizado un cromatógrafo de gases (Agilent Technoologies modelo 6890N), equipado con un detector de ionización de llama FID, columna DB-225, gas de arrastre Helio, para la inyección de las muestras se utilizó modo Split 100:1, volumen de inyección 0,2 µl, temperatura del inyector 250ºC y del detector 220ºC. La temperatura de horno se inicia en 75ºC y se programó una rampa de calentamiento por intervalos de tiempo hasta alcanzar una temperatura de 220ºC con incrementos de 5ºC por min durante 50 min. La identificación y cuantificación de los ácidos grasos se hizo por comparación de los tiempos de retención de los patrones de esteres metílicos con todas las muestras.

La determinación del perfil de aminoácidos se realizó en una porción de muestra con el proceso de hidrólisis establecido en la norma AOAC 994.12,

Alternative III, Acid Hydrolysis Method. La solución final se inyecto siguiendo la metodología descrita en la nota de análisis “Amino Acid Analysis Using Zorbax Eclipse-AAA Columns and the Agilient 1100 HPLC”.

4.6. Análisis estadístico

Todos los datos colectados de las variables analizadas fueron sometidos a pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza. Posteriormente se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). Todas las pruebas se realizaron bajo un nivel de confianza del 95 %. Los valores de las medias fueron contrastados con la prueba de Tukey y prueba de Kruskal-Wallis, cuando las variables fueron paramétricas y no paramétricas respectivamente. Los valores se presentaron como promedio ± desviación estándar. El análisis estadístico fue realizado con el software estadístico SPSS, IBM, versión 23, 2014.

5. RESULTADOS

5.1. Composición proximal

La tabla 1 muestra la composición proximal de diferentes presas vivas utilizadas en el manejo de la primera alimentación de larvas de bryconidos

Tabla 1: Composición proximal de las presas vivas utilizadas en la primera alimentación de larvas de Brycónidos.

	Presas vivas				
Composición proximal	*Prochilodus magdalenae*	*Piaractus brachypomus*	*Macrothrix elegans*	*Moina minuta*	Mezcla *M. minuta y M.* elegans
Proteína MS (%)	57,4 ± 0,1^{d}	52,3 ± 0,1^{e}	80 ± 0,1^{a}	57,9 ± 0,1^{c}	60,7 ± 0,1^{b}
Proteína MN (%)	10,7 ± 0,1^{b}	15,3 ± 0,1^{a}	9,3 ± 0,1^{c}	6,8 ± 0,1^{d}	6,5 ± 0,1^{e}
Extracto etéreo MS (%)	48,3 ± 0,1^{b}	66,9 ± 0,1^{a}	37,4 ± 0,1^{d}	32,1 ± 0,1^{e}	40,3 ± 0,1^{c}
Extracto etéreo MN (%)	9,0 ± 0,1^{b}	19,5 ± 0,1^{a}	4,3 ± 0,1^{c}	3,8 ± 0,1^{d}	4,3 ± 0,1^{c}
Humedad (%)	84,3 ± 0,1^{c}	77,4 ± 0,1^{d}	89,6 ± 0,1^{b}	89,5 ± 0,1^{b}	90,3 ± 0,1^{a}
Ceniza (%)	1,0 ± 0,01^{a}	0,8 ± 0,01^{b}	0,6 ± 0,01^{c}	0,6 ± 0,01^{c}	0,8 ± 0,01^{b}

*MS: materia seca *MN: materia natural
Letras diferentes en una misma columna indica diferencia significativa (p<0.05)

El mayor porcentaje de proteína en materia seca se registró para *Macrothrix elegans* (80 ± 0,1%), con diferencia significativa en relación con las demás presas evaluadas (p<0,05). El mayor porcentaje de proteína en materia natural (15,3 ± 0,1%), extracto etéreo en materia seca (66,9 ± 0,1%) y extracto etéreo en materia natural (19,5 ± 0,1%) se registró para *Piaractus brachypomus*, con diferencia significativa con las demás presas evaluadas (p<0,05). El mayor porcentaje de humedad se registró para la mezcla *M. minuta* y *M. elegans* (90,3 ± 0,1%), con diferencia significativa con las demás presas evaluadas (p<0,05).

El mayor porcentaje de cenizas se registró en *Prochilodus magdalenae* (1,0 ± 0,1%), con diferencia significativa con las demás presas evaluadas ($p<0,05$).

5.2. Perfil de ácidos grasos

La composición de ácidos grasos de las distintas presas vivas utilizadas en la primera alimentación de *Brycónidos* se presentan en la tabla 2

Tabla 2: Perfil de ácidos grasos de las presas vivas utilizadas en la primera alimentación de larvas de *Brycónidos.*

Ácidos grasos	g/100 g muestra				
	Piaractus brachypomus	***Prochilodus magdalenae***	***Macrothrix elegans***	***Moina minuta***	**Mezcla *M. minuta y M. elegans***
C4:0 Ácido Butírico	0,55 ± 0,01^{b}	0,03 ± 0,01^{c}	0,19 ± 0,01^{d}	***	0,83 ± 0,01^{a}
C6:0 Ácido Caproico	***	***	***	***	0,09 ± 0,01^{a}
C8:0 Ácido Caprilico	***	***	***	***	***
C10:0 Ácido Càprico	***	***	***	***	***
C12:0 Ácido Làurico	***	***	***	***	***
C14:0 Ácido Mírisco	0,04 ± 0,01^{ab}	0,01 ± 0,001^{c}	0,02 ± 0,01^{bc}	0,05 ± 0,01^{a}	0,02 ± 0,01^{bc}
C16:0 Ácido Palmítico	0,71 ± 0,01^{a}	0,12 ± 0,01^{e}	0,43 ± 0,01^{c}	0,58 ± 0,01^{b}	0,24 ± 0,01^{d}
C18:0 Ácido Esteárico	0,2 ± 0,01^{ab}	0,04 ± 0,01^{c}	0,11 ± 0,01^{bc}	0,29 ± 0,01^{a}	0,09 ± 0,01^{bc}
C20:0 Ácido Araquídico	0,02 ± 0,01^{a}	0,01 ± 0,01^{ab}	***	***	***
C22:0 Ácido Behenico	0,78 ± 0,01^{a}	0,12 ± 0,01^{c}	0,46 ± 0,01^{b}	***	0,11 ± 0,01^{c}
C24:0 Ácido Lignoceratico	***	***	0,08 ± 0,01^{a}	***	***
C18:1 n-9 Ácido Oleico	0,76 ± 0,01^{a}	0,09 ± 0,01^{d}	0,15 ± 0,01^{c}	0,46 ± 0,01^{b}	0,11± 0,01^{d}
C18:2 n-6 Ácido Linoleico	0,35 ± 0,01^{c}	0,06 ± 0,01^{d}	0,53 ± 0,01^{b}	1,08 ± 0,01^{a}	0,52 ± 0,01^{b}
C18:3 n-3 Ácido Linolenico	0,16 ± 0,01^{c}	0,06 ± 0,01^{d}	0,97 ± 0,01^{a}	0,82 ± 0,01^{b}	0,84 ± 0,01^{b}
SAFA	2,3± 0,01	0,33± 0,01	1,29± 0,01	0,92± 0,01	1,38± 0,01
MUFA	0,76± 0,01	0,09± 0,01	0,15± 0,01	0,46± 0,01	0,11± 0,01
PUFA	0,51± 0,01	0,12± 0,01	1,5± 0,01	1,9± 0,01	1,36± 0,01
n-3	0,16 ± 0,01^{c}	0,06 ± 0,01^{d}	0,97 ± 0,01^{a}	0,82 ± 0,01^{b}	0,84 ± 0,01^{b}
n-6	0,35 ± 0,01^{c}	0,06± 0,01^{d}	0,53± 0,01^{b}	1,08 ± 0,01^{a}	0,52 ± 0,01^{b}
n-6/n-3	2,19 ± 0,01^{a}	1,00± 0,01^{c}	0,55 ± 0,01^{d}	1,32 ± 0,01^{b}	0,62 ± 0,01^{d}
n-3/n-6	0,46 ± 0,01^{e}	1,00 ±0,01^{c}	1,83 ± 0,01^{a}	0,74± 0,01^{d}	1,61± 0,01^{b}

***No hay presencia de una señal cuantificable, letras diferentes en una misma columna indica diferencias significativas ($p<0.05$)

Entre los ácidos grasos presentes en los cladóceros y larvas forrajeras se encontraron ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados; dentro del grupo de los saturados el ácido butírico registro el mayor valor para la mezcla (0,83g ± 0,01), este presenta diferencia significativa con los demás tratamientos ($p<0,05$). El ácido mirístico registro el mayor valor para Mm (0,05g ± 0,01), sin diferencia significativa con *P. brachypomus* (0,04g ± 0,01) ($p>0,05$). El ácido palmítico registro el mayor para *P. brachypomus* (0,71g ± 0,01), este presenta diferencia significativa con los demás tratamientos ($p<0,05$). El ácido esteárico registro el mayor valor en Mm (0,29g ± 0,01), sin diferencia significativa con *P. brachypomus* (0,2g ± 0,1) ($p>0,05$). El ácido araquidonico registró el mayor valor para *P. brachypomus* (0,02g ± 0,01), sin diferencia significativa con *P. magdalenae* (0,01g ± 0,01) ($p>0,05$). El ácido behenico registro mayor valor en *P. brachypomus* (0,78g ± 0,01), y presentó diferencia significativa con los demás tratamientos ($p<0,05$).

El ácido lignoceratico registró mayor valor para Me (0,08g ± 0,01), con diferencia significativa respecto a los demás tratamientos ($p<0,05$). Dentro de los ácidos grasos monoinsaturados encontramos el ácido oleico quien presentó mayor valor en la muestra de *P. brachypomus* (0,76g ± 0,01 presentó diferencia con los demás tratamientos ($p<0,05$). Entre los ácidos grasos poliinsaturados se encuentra el ácido linoleico el cual registro mayor valor para Mm (1,08g ± 0,01), este presento diferencia significativa con los demás tratamientos ($p<0,05$). El ácido graso linolénico registro el mayor valor en Me (0,97g ± 0,01), con diferencia significativa con los demás tratamientos, ($p<0,05$). Los ácidos grasos de la serie de n-6 en relación con la serie n-3 registró el mayor valor en *P. brachypomus* (2,19g ± 0,01), con diferencias significativas con los demás tratamientos ($p<0,05$).

5.3. Perfil de aminoácidos

El perfil de aminoácidos para las presas *Piaractus brachipomus, Prochilodus magdalenae, Macrothris elegans, Moina minuta y la mezcla de Moina m. Y Macrothrix e.* se presenta en la tabla 3. Dichos valores son el promedio de los resultados obtenidos a partir del análisis de diferentes replicas y/o diluciones.

Tabla 3: Perfil de aminoácidos de las presas vivas utilizadas en la primera alimentación de larvas de *Brycónidos*

Clasificación de aminoácidos		g/100 g muestra				
		Piaractus brachypomus	***Prochilodus magdalenae***	***Macrothrix elegans***	***Moina minuta***	**Mezcla *M. minuta* y *M. elegans***
Aminoácidos esenciales						
THR	Treonina	3,09 ± 0,01^{b}	2,74 ± 0,01^{d}	2,26 ± 0,01^{e}	2,78 ± 0,01^{c}	5,26 ± 0,01^{a}
VAL	Valina	3,76 ± 0,01^{c}	2,9 ± 0,1^{d}	3,69 ± 0,01^{c}	4,10 ± 0,1^{b}	6,47 ± 0,01^{a}
ILE	Isoleucina	2,14 ± 0,01^{c}	2,85 ± 0,01^{b}	2,03 ± 0,01^{d}	1,75 ± 0,01^{e}	4,38 ± 0,01^{a}
LEU	Leucina	3,28 ± 0,01^{c}	4,59 ± 0,01^{b}	3,19 ± 0,01^{d}	2,13 ± 0,01^{e}	5,69 ± 0,01^{a}
PHE	Fenilalanina	2,05 ± 0,01^{b}	2,46 ± 0,01^{a}	***	0,72 ± 0,01^{d}	1,15 ± 0,01^{c}
LYS	Lisina	3,79 ± 0,01^{c}	4,66 ± 0,01^{a}	2,45 ± 0,01^{d}	***	4,47 ± 0,01^{b}
HIS	Histidina	1,41 ± 0,01^{c}	1,48 ± 0,01^{b}	0,67 ± 0,01^{d}	0,55 ± 0,01^{e}	1,55 ± 0,01^{a}
ARG	Argenina	2,19 ± 0,01^{e}	3,36 ± 0,01^{c}	4,22 ± 0,01^{b}	3,25 ± 0,01^{d}	8,78 ± 0,01^{a}
Aminoácidos No Esenciales						
ASP	Aspartato	2,81 ± 0,01^{e}	4,48 ± 0,01^{b}	3,37 ± 0,01^{c}	3,12 ± 0,01^{d}	6,66 ± 0,01^{a}
SER	Serina	1,2 ± 0,01^{e}	2,03 ± 0,01^{b}	1,84 ± 0,01^{c}	1,62 ± 0,01^{d}	3,35 ± 0,01^{a}
GLU	Glutamato	5,76 ± 0,01^{d}	6,55 ± 0,01^{b}	5,92 ± 0,01^{c}	5,5 ± 0,01^{e}	10,81 ± 0,01^{a}
GLY	Glicina	1,47 ± 0,01^{d}	2,33 ± 0,01^{b}	1,98 ± 0,01^{c}	1,88 ± 0,01^{c}	5,00 ± 0,01^{a}
ALA	Alanina	3,36 ± 0,01^{d}	3,72 ± 0,01^{c}	3,08 ± 0,01^{e}	3,95 ± 0,01^{b}	6,41 ± 0,01^{a}
TYR	Tirosina	1,81 ± 0,01^{c}	2,4 ± 0,01^{b}	1,09 ± 0,01^{e}	1,57 ± 0,01^{d}	3,37 ± 0,01^{a}

***No hay presencia de una señal cuantificable, letras diferentes en una misma columna indica diferencia significativa (p<0.05).

Entre los aminoácidos esenciales encontrados en las distintas presas se destacan treonina, valina, leucina, arginina, isoleucina e histidina los cuales registran mayor valor en la mezcla de cladóceros, presentan diferencias significativas entre los demás tratamientos (p<0,05); mientras que fenilalanina y lisina registraron mayores valores en *Prochilodus magdalenae* los cuales presentan diferencias significativas con los demás tratamientos (p<0,05). En

cuanto a los aminoácidos no esenciales se registró mayor valor de aspartato, serina, glutamato, glicina, alanina y tirosina en la mezcla, presentaron diferencias significativas con los demás tratamientos ($p<0,05$).

6. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Composición proximal

La composición proximal y abundancia de zooplancton se puede ver influenciada por cambios climáticos, variables ambientales, diversidad y abundancia de fitoplancton que se utilice como alimento durante su producción, ya que es un factor determinante en la composición química de los organismos que se producen (Prieto, 2016; Mecalco et al., 2018, Martínez, 2018). Los valores de composición proximal evaluados durante el estudio señalan que el cladócero *Macrothrix elegans* mostró mayor contenido de proteína en materia seca (80%), esto pone de manifiesto que los cladóceros son organismos de un alto valor nutricional con un contenido proteico que varía según las condiciones de cultivo y la dieta suministrada. Sobre el tema, Mitra et al. (2007) reportaron niveles de proteína entre 73% y 79% para zooplancton mixto silvestre dominado principalmente por algunas especies de cladóceros, valores similares de proteína (63,2% y 74,2%) reportaron Martínez et al. (2010) para zooplancton silvestre en varias épocas del año.

El alto contenido proteico reportado para los cladóceros en el presente estudio puede estar influenciado por el alimento, puesto que las microalgas *Ankistrodesmus* y *Scenedesmus* sp. son capaces de elevar los valores nutricionales debido a que contiene cantidades apreciables de proteínas, vitaminas y ácidos grasos (Ianora y Miralto, 2010; Amasifuen, 2017); con relación al tema Peña et al., 2005; Otero et al., 2013; Huamán, 2017 encontraron un bajo rendimiento en la población de cladóceros alimentados solo con levadura (*Saccharomyces cereviseae*) de lo que se puede inferir que las dietas a base de levadura son más pobres en nutrientes que las constituidas a base de microalgas, dado a que la calidad nutricional y cantidad del alimento influye en la tasas reproducción y frecuencia reproductiva determinando así las tasas de crecimiento en la población de cladóceros. Cabe destacar que el perfil nutricional de los cladóceros alimentados con dietas que incluyan microalgas o combinaciones de estas con otros insumos pueden presentar hasta más del 50% en proteína tal como se reflejó en el presente

estudio, resultados consecuentes con lo reportado por Bardales & Panduro-Quiroz, 2014 donde el porcentaje de proteína fue del 69,07% en especie de cladóceros alimentados con microalgas en combinación con otros insumos (harina de pescado, torta de soya, harina de maíz, polvillo de arroz, levadura)

Por su parte, la microalga *Scenedesmus* presenta un porcentaje de proteína del 24,8% al 35,1%, lo que la convierte en una buena alternativa para la alimentación de estos organismos (Quevedo et al., 2008; Andrade et al., 2009; García, 2015; Huancollo, 2018). Los porcentajes de proteína reportados para *Ankistrodesmus* se encuentran entre 12% – 35% (Prieto et al., 2006); teniendo en cuenta estos valores se puede decir que el alto contenido de proteína encontrado en los cladóceros se ve altamente influenciado por las microalgas ya que estas transfieren estas características nutricionales a los organismos que las consumen. Por otro lado los cladóceros son susceptibles al alimento que consumen por lo cual es necesario que la dieta suministrada tenga buena calidad nutricional, los mejores rendimientos en cuanto a la producción de cladóceros se han destacados aquellos en donde la dieta ha sido a base de microalgas, o en sus combinaciones (Peña et al., 2005; Prieto et al., 2006; Oviedo et al., 2019; Ismiño et al., 2020)

Los resultados de este estudio muestran que *Piaractus brachypomus* es la presa con menor contenido de proteína en materia seca (52,3%), esto puede ser explicado debido a que la composición química de los peces varía dependiendo de la edad, dieta suministrada, sexo, medioambiente y estación del año (FAO 1998; Abdo de la parra et al., 2017; Fonseca et al., 2012; Santaella et al., 2012; Massa et al., 2013; Ortiz, 2015). La influencia que hay entre la dieta y la composición química permite inferir que el contenido nutritivo de las larvas en estudio obedece a su contenido endógeno de origen genético conferido por los padres, esto cuando se acumulan reservas energéticas en forma de vitelo (Sink et al., 2010; Zavala, 2011; Chávez, 2011). Las proteínas en los peces son importantes como constituyente fundamental en los seres vivos, son la base estructural de la materia viva y por tanto, son esenciales

para el buen desarrollo de los organismos, el 65 al 75% del total de la materia seca del cuerpo de un pez está compuesto por proteína (Portz et al., 2013).

Las proteínas entre otras cosas mantienen el funcionamiento adecuado de un organismo, están formándose y degradándose constantemente, por tanto, el suministro de este nutriente es necesario para un perfecto crecimiento en los peces (Gutiérrez et al., 2019). Los niveles de proteína bruta requeridos por los peces van a depender de su estado fisiológico, cultivo, especie y otros nutrientes, por ejemplo, para *Brycon amazonicus* en etapa de alevino reportan requerimientos de proteína 45% (Salinas et al., 2001) matrinxã juvenil (*Brycon cephalus*) del 28% (Uchoa et al., 2004; Santamaria, 2014). En juveniles de *P. reticulatum* se reportó un 49.25 % de proteína (Cornelio et al., 2014). Para alevinos de cachama se muestras mejor crecimiento con proteína de 32% (Mejías et al., 2016)

Así mismo, los peces recién eclosionados contienen una cantidad de nutrientes en el vitelo para su desarrollo, antes de su alimentación exógena, así, los lípidos son uno de los nutrientes que se encuentran en mayor cantidad, y constituyen una importante fuente de energía (Zabala, 2011; Santamaria et al., 2014; Abdo de la Parra et al., 2017). Al igual que las proteínas los lípidos están relacionados con la materia viva, son importante por las diferentes funciones que desempeñan tales como: fuente de energía, permeabilidad, transporte de sustancia entre otros; además, son requeridos para tasas de crecimiento y desarrollo (Martino et al., 2002; García et al., 2013). En relación, Badillo et al. (2018) reportaron que con un 30% de proteína y 8% de lípidos es suficiente para producir un adecuado crecimiento. En el presente estudio la larva de *P. brachypomus* obtuvo mayor porcentaje de extracto etéreo en materia seca (66,9%), estos resultados pueden estar relacionados con el nivel de aceite de aceite que presentan estos organismos en sus primeras horas de vida, puesto que es su principal fuente de energía, a lo que se le atribuye el contenido de extracto etéreo encontrado en las larvas de *Piaractus brachypomus.*

Entre los cladóceros con mayor utilidad, el género *Moina* es de gran importancia por su perfil nutricional, este presenta importantes cantidades de

enzimas como las proteinasas, peptidasas, entre otras (Prieto et al., 2006; Kushniryk et al., 2015) Algunas especies pueden presentar el 60% de proteína de su peso seco y del 15-40% del total de grasas (Pérezet al.,2015; Figeroa y Arce, 2017). Estos reportes son consecuentes con lo encontrado en este estudio en donde el contenido de extracto etéreo en materia seca de la *Moina minuta* fue el menor (32,1%) en comparación con el contenido de proteína, que para estos organismos zooplanctónicos es mayor en comparación con el contenido de lípidos (Cheban et al., 2018; khudyi et al., 2018).

Para los porcentajes de humedad reportados, la mezcla de cladóceros presentó el mayor valor (90,3%), lo cual puede estar relacionado a que estos organismos en su composición nutricional tienen mayor abundancia de proteínas que de lípidos, como se muestra en este estudio. Valores similares fueron referenciados por Romero et al. (2009) y Prieto et al. (2006) en donde se refieren a que el nivel de proteína esta entre 60% y lípidos del 20 al 27%. En el presente estudio *Moina minuta y Macrothix elegans* presentan mayor contenido de proteína que lípidos, por consiguiente, al contener menor cantidad de lípidos su contenido de humedad aumenta, algunos autores afirman que a mayor contenido graso menor humedad y viceversa (Thurston et al., 1959; Izquierdo et al., 2000; Molina et al., 2001)

Los elementos importantes para el desarrollo de los animales incluyendo los peces se encuentran los minerales, los cuales representan el mayor contenido en organismos con estructuras esqueléticas como los huesos y dientes. Puesto que los peces en fase larvaria necesitan desarrollar su sistema óseo y de escamas, el contenido de minerales en las larvas de *Prochilodus magdalenae* y *Piaractus brachypomus* serían mayores tal como se muestran en este estudio; por otro lado, los minerales constituyen estructuras de tejidos blandos, regulan el pH de la sangre y otros fluidos corporales, sirven como constituyentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas, hormonas, pigmentos respiratorios, o como cofactores en el metabolismo, catálisis y como activadores enzimáticos, que si bien se encuentran estimulados en esta primera fase de desarrollo de las larvas, estos elementos hacen parte de los organismos de los peces, son

necesarios para el metabolismo y crecimiento (González, 2010; Torres et al., 2012; Gutiérrez et al., 2019). Los cladóceros no acumulan minerales dado a que no cuentan con una estructura ósea compuesta de calcio, sino de quitina, serán entonces las larvas que necesitarán estos elementos en mayor contenido para su óptimo desarrollo y formación de estructuras.

El porcentaje de ceniza fue mayor en la larva de *Prochilodus magdalenae* (1,0%), este resultado puede ser atribuido principalmente a que las larvas de peces luego de su eclosión ya poseen una estructura ósea en su constitución corporal, en consecuencia, un mayor porcentaje de cenizas. En estudios relacionados Fonseca y Chavarría (2017) reportan un porcentaje de ceniza de 1,31% para el lenguado, 1,21% para baracuda, en otro estudio Perea et al. (2008) reportan valores de ceniza de 1,1% para bocachico y 1,0% para cachama.

6.2. Perfil de ácidos grasos

Del total de los lípidos encontrados en las muestras procesadas, los ácidos grasos saturados (AGS) se encontraron en mayor proporción, para las muestras de *Piaractus brachypomus*, mezcla de *Macrothrix elegans* y *Moina minuta*, *Macrothrix elegans.* De todas las muestras analizadas, en *Piaractus brachypomus* se encontró mayor contenido de ácidos grasos saturados (2,3g/100g de la muestra) destacándose el ácido behenico, acido palmítico y acido butírico. En relación, Irad, (2014), reporta en el tejido muscular de *Piaractus brachypomus*, *Brycon amazonicus* y *Oreochromis* sp un contenido de ácidos grasos saturados de 34,1%, 40,3% y 36,8%; ácidos grasos poliinsaturados de 5,9%, 8% y 15,6%, y ácidos grasos de la serie n-6 en un 25,1%, 5,4% y 16,4%, respectivamente.

El contenido de ácidos grasos encontrados en las especies estudiadas puede estar vinculada con el estado de desarrollo del organismo, ya que de esto depende gran parte la cantidad de nutrientes en los peces, en general, con todos los factores internos y externos que inciden en un momento dado en la

vida de cada individuo (Milano et al., 2009; Díaz et al., 2011; Torés et al., 2012).

De acuerdo con el predominio de ácidos como el behenico, palmítico y butírico, y al bajo contenido de ácidos grasos poliinsaturados, a su posible disminución o variación para producir ácidos grasos polinsaturados a través de ácidos grasos de cadena corta como el linolénico. El contenido de lípidos en estas especies forrajeras está destinado a fuente de energía metabólica, ya que estos ácidos grasos saturados son reconocidos como fuente de energía para el crecimiento y formación de huevos en los peces y larvas (Kanazawa, 1998; Castro et al., 2013).

Con respecto a los ácidos grasos monoinsaturados la muestra de *Piaractus brachypomus* también reporto los valores más altos (0,76g/100g de muestra), destacándose el ácido graso oleico (C18:1n-9), esto puede estar relacionado con el hecho de que, las larvas presentan diversas fluctuaciones en su contenido ya sea por factores fisicoquímicos, crecimiento, genéticos, nutricionales (ácidos grasos) e incluso a la calidad nutricional de los reproductores para la maduración gonadal, puesto que, el contenido nutricional de las larvas es dependiente de sus padrotes, cabe resaltar que el perfil de ácidos grasos de esta especie depende directamente de la alimentación que se le brinde en su cultivo (Céspedes et al., 2015); por tanto, el contenido de vitelo en las larvas puede variar (Rivera et al., 2009; Abdo de la parra et al., 2017), resaltando que el ácido graso oleico junto a los otros AGS encontrados en mayor proporción en esta muestra constituyen fuente importante de energía.

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados en las muestras del cladócero *Moina minuta* presentó la mayor proporción (1,9g/100g de la muestra) aportando 1,08 de la serie n-6 y 0,82 de la serie n-3, seguido por las muestras de *Macrothrix elegans* (1,5g/100g de la muestra) con 0,53 de la serie n-6 y 0,97 de la serie n-3, este contenido revela el valor nutricional de estas presas y las respuestas de estos organismos ante las diversas dietas de microalgas o partículas que consuman; la disponibilidad, crecimiento y contenido nutricional de los cladóceros va a depender de la fuente de alimentación y calidad

nutricional de la misma (Prieto et al., 2006; Ramírez et al., 2013; Prieto, 2013; Muñoz et al., 2013; Sipaúba et al.,2014). La cantidad de lípidos que tengan los cladóceros de gran importancia como alimento vivo, ya que los ácidos grasos presentes pueden ser utilizados para el desarrollo inicial de las especies que la consuman (Romero et al., 2009). Las microalgas tiene como componente básico los carbohidratos, ácidos nucleicos, proteínas y ácidos grasos, estos últimos en algunas especies representan el 40% de su peso seco, aunque varía de una especie a otra (Tejada et al., 2015); distintos estudios sobre especies de microalgas de agua dulce han encontrado que en la mayoría de ellas se encuentran ácidos grasos C14:0, C16:0, C18:1, C18:2 y C18:3, lo que refleja el interés y valor de las microalgas como fuente de alimento, por su contenido de lípidos esenciales, que las hacen constituyentes del alimento para zooplancton como los cladóceros (García et al., 2017; Cruz, 2019)

Por su parte, *Scenedesmus* sp. y *Ankistrodesmus* sp. son una excelente fuente de alimento, ya que estas presentan una tasa alta de crecimiento, alto contenido de lípidos, producción de compuestos bioactivos, y gran aporte nutricional a las especies que la consuman (Ho et al., 2011; Cobos et al., 2016; Amasifuen et al., 2017) en relación Serrano, (2017) revela que en cuanto al perfil de ácidos grasos la especie *Scenedesmus* sp se encontraron compuestos como C18:3(32,2%) C8:2(17,4%) C18:1(16%), lo que la caracteriza como una fuente considerable en estos ácidos grasos. En relación con el tema, Cobos et al. (2015) afirma que *Ankistrodesmus* sp en condiciones de cultivo sin nitrógeno presento mayor contenido de lípidos totales durante el período de evaluación ante el resto de las especies estudiadas, dejando ver así el potencial de la especie.

6.3. Perfil de aminoácidos

En general se encontraron ocho aminoácidos esenciales (AAE) en las muestras estudiadas, la mezcla de los cladóceros Mm y Me fue la que tuvo mayor contenido de cada aminoácido (AA) a excepción de fenilalanina y lisina con mayores valores en la muestra de larva de bocachico.

Una de las características del alimento vivo es que posee elevado nivel energético, alto contenido de proteínas de excelente calidad, lo que hace que el plancton se convierta en una opción alimenticia que asegura la sobrevivencia de peces en las etapas iniciales de vida (Figueroa et al., 2018; Ismiño et al., 2020) los cladóceros son conocidos por su alto valor nutritivo, espectro de enzimas importantes, pueden presentar 60% de proteína de su peso seco y aminoácidos favorables para los requerimientos nutricionales de larvas y alevinos de peces, estos organismos son muy estudiados por su alto valor nutritivo (Ramírez et al., 2013; Khudyi et al., 2018; Cheban et al., 2018; Oviedo et al., 2019; Ismiño et al., 2020), son considerados organismos fuente importante de alimento, presentan un perfil nutricional adecuado, pigmentación y movimiento, aportan espectro de enzimas importantes para las larvas que lo consuman, el contenido de nutrientes presentes en estas especies tiene relación directa de su alimento, determina la composición bioquímica y el crecimiento en los cladóceros (Prieto et al., 2006; Ocampo et al., 2010; Figueroa., 2017).

Los géneros *Moina* y *Macrothrix* son presas aceptadas, por diversas características, por las larvas de peces; entre las cuales se destacan variedad de tamaño, amplia distribución, digestión, buen perfil nutricional (Pérez et al., 2015; Prieto et al., 2006); dado a estas características la combinación de estas dos presas podría ser considerada como una buena fuente de AA, tal como se reflejó en el presente estudio; donde la mezcla de cladóceros represento el mayor contenido de AAE. En estas especies de cladóceros la edad y la fuente de alimentación juegan un papel importante en su perfil nutricional (Prieto et al., 2006; Ismail et al., 2011; Otero et al., 2013; Figeroa y Arce, 2017; Oviedo et al., 2019); de esta manera su contenido está en función directa de su alimento.

Las microalgas son consideradas una excelente fuente de alimento ya que los nutrientes contenidos en ellas optimizan funciones en los organismos que la consumen (Quevedo, 2008; Cañavate, 2011); aportan así un alto contenido nutricional para los peces y microcrustáceos que las ingieren, en algunas especies de microalgas se puede encontrar mayor contenido de aminoácidos

que en otros alimentos, tal como es el caso de la microalgas *Scenedesmus* que contiene elevados valores de AAE que la convierte en una buena fuente de proteína (Quevedo, 2008; Andrade et al., 2009; García, 2015; Huancollo, 2018) cabe resaltar que el contenido de biomasa de las microalgas en este caso de las proteínas está relacionado con la concentración de nutrientes, temperatura y la intensidad de la luz; así pues las microalgas compiten en calidad y cantidad de proteínas, sintetizan todos los 20 AA y son una fuente poco común de AAE (Veronesi et al., 2015; Mata et al., 2016; Espinoza-Gallardo et al., 2017; Rani et al., 2018). Es posible que el contenido de aminoácidos reportados en la mezcla de cladóceros en el presente estudio se deba a las bondades nutritivas que poseen las microalgas, ya que fueron alimentados con *Scenedesmus* una especie con un alto contenido de proteína alrededor del 50% lo cual influye directamente en la composición química de los organismos que la consuman (Ruiz et al., 2011; Manrique, 2019; Olmedo, 2019).

Las larvas de *Prochilodus magdalenae* fueron la segunda presa viva con más contenido de aminoácidos esenciales, esto es debido a que en la fase larvaria, los peces están en crecimiento constante, principalmente en la formación de tejidos, órganos y otros compuestos orgánicos, constituidos principalmente por proteínas y aminoácidos, los AA son los precursores de muchas vías para la síntesis de componentes biológicos, formando proteínas y pueden usarse como sustratos para producir energía, son indispensable para el proceso de metamorfosis, el perfil de aminoácidos en esta fase es indispensable para un buen crecimiento en los peces y productos proteicos como células epiteliales, enzimas y hormonas, esenciales para el funcionamiento correcto del organismo (Rodríguez, 2009; Finn et al., 2010; Gutiérrez et al., 2019)

El perfil de AAE está relacionado con cambios que se den en el individuo en cierta etapa de su vida pues de esa manera pueden variar los aminoácidos presentes (Abdo de la parra et al., 2017). Por otro lado, Cruzado et al., (2012) reportaron que durante la embriogénesis se sugiere un contenido selectivo de serina, acido glutámico, prolina y lisina, mientras que en la eclosión hay una pérdida no selectiva de aminoácidos esenciales como no esenciales. Algunas

especies con metamorfosis marcada presentan mayor variedad en el perfil de aminoácidos, y pueden estar relacionadas con el desarrollo de los diferentes órganos (Hamre et al., 2013). Cabe resaltar, que los niveles de aminoácidos van a depender de la etapa y del habito alimenticio del pez.

Sobre el tema, Ochoa y Cedeño, (2009) por ejemplo reporta en alevines de *P. brachypomus* aminoácidos como arginina, fenilalanina, leucina, valina y lisina. En el presente estudio, las larvas de *P. brachypomus* presentaron mayores niveles de lisina, leucina, valina, y las larvas de *P. magdalenae* se destacaron por el contenido de AAE como lisina, leucina y arginina, lo cual se cree que son fundamentales en el desarrollo fisiológico de la larva, ya que por su lado la lisina es un AAE que se ha recomendado por diversos autores con mayor inclusión por su requerimiento en peces (Bomfim et al., 2010; NRC, 2011; Pineda y Cruz, 2011). Por consiguiente, el contenido de aminoácidos esenciales es importante porque determina el crecimiento de los peces, entre otras funciones. Una deficiencia de aminoácidos resulta un bajo crecimiento, y una mala eficiencia alimenticia (Ochoa, 2018; Madrid, 2019).

7. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que:

- Todas las presas vivas presentaron composición química superior a 50% en proteína y lípidos. En cladóceros se destaca el contenido de la proteína y en las larvas de forraje el contenido de lípidos.
- En todas las presas vivas se encontraron ácidos grasos saturados, monoinsaturados, y poliinsaturados; con mayor contenido de la familia n3 (Ácido Linolenico) y n6 (Ácido Linoleico) en los cladóceros.
- En todas las presas evaluadas se registró aminoácidos esenciales, con mayores valores en la mezcla de cladóceros.
- Los cladóceros *Moina minuta* y *Macrothrix elegans* como presas vivas son una buena alternativa para la alimentación en la larvicultura de Brycónidos, por que presentan la mayoría de las sustancias nutritivas esenciales para el desarrollo y sobrevivencia de larvas de peces con énfasis en Brycónidos.

8. RECOMENDACIONES

- En próximos estudios de perfil de ácidos grasos se debe trabajar un análisis con un estándar con más de 20 ácidos grasos, con énfasis en los poliinsaturados de cadena larga para obtener el mayor reconocimiento del contenido de ácidos grasos posibles en las presas.
- Considerar la evaluación de la composición nutritiva de las microalgas con las que se alimentan los cladóceros es pertinente para ampliar la información, ya que de esta depende el valor de los individuos.
- El registro de parámetros fisicoquímicos es importante, ya que están muy relacionados con el rendimiento de la población de cladóceros.
- Es pertinente analizar la viabilidad de otras especies de microalgas en la alimentación de los cladóceros y su aporte nutricional, para el rendimiento de estos en su cultivo.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abdo M, Rodríguez A, Rodríguez L, Domínguez P, Román J, Velasco G et al. composición proximal y perfil de aminoácidos de estadios tempranos del pargo flamenco *Lutjanus guttatus.* Revista de biología marina y oceanografía. 2017;52(2):325-332.
- Abdo M, Rodríguez L, Hernández C, Hernández K, Gonzales B, Martínez I et al. Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos totales en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 2010;45(3):433-439.
- Abe K, Mariguela T, Avelino G, Foresti F, Oliveira C. Systematic and historical biogeography of the Bryconidae (*Ostariophysi: Characiformes*) suggesting a new rearrangement of its genera and an old origin of Mesoamerican ichthyofauna. BMC evolutionary biology. 2014;14(1).
- Acosta-Muñoz A, Ortega-Montenegro C, Sanguino-Ortiz W, Ceballos-Ruiz B, López-Macias J. Evaluación de tres tipos de alimento como dieta en post-larvas de Sábalo Amazónico *Brycon melanopterus* (Cope, 1872). Vet Zootec. 2010;4(1):42-50.
- Ahmad M, Qureshi T, Singh A, Manohar S, Borana K, Rouf S. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate contents on the growth, feed efficiency and carcass composition of Cyprinus carpio communis fingerlings. International Journal of Fisheries and Aquaculture. 2012;4(3):30-40.
- Amasifuen K. perfil de acidos grasos de *Ankistrodesmus* sp.*, Scenedesmus* sp., *Chlorella* sp. sometidas a diferentes concentraciones de nitrito [Tesis]. Perú. Universidad científica del Perú. 2017.

- Andrade C, Vera A, Cárdenas C, Morales E. Biomass production of microalga *Scenedesmus* sp. with wastewater from fishery. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zuila. 2009;32(2).
- Atencio VJ, Pertuz VM, Pérez F, Ortiz R, Pardo SC. Manejo de la primera alimentación de dorada *Brycon sinuensis* ofreciendo larvas de bocachico *Prochilodus magdalenae* como presa. Rev Colomb Cienc Pecu. 2010;23:317-324.
- Atencio-García V, Zaniboni-Filho E, Pardo-Carrasco S, Arias-Castellanos A. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú Brycon siebenthalae (Characidae). Acta Scientiarum: Animal Science. 2003;25(1):61-72.
- Aterhortua A, Velásquez C, López B. caracterización de diversas especies de peces como fuente de PUFAs y omega 3 según su perfil de ácidos grasos. Prospectivas en nutrición humana. 2017;19(1).
- Babilonia J, Flores M, Chiquipiondo C. reproducción inducida del sábalo cola roja, *Brycon cephalus* (Günther, 1869). amazonía peruana: Iquitos. Inf Inst Mar Perú. 2014;41:1-4.
- Badillo D, Zaragoza F, Vega F, López J, Herrera S, Cueto L et al. Requerimiento de proteína y lípidos para el crecimiento de juveniles del pez nativo *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). Ecosistemas y recur. agropecuarios. 2018;5(14).
- Baldisserotto B, Neto J. Jundia (*Rhandia sp*). En B. Baldisserotto y L. de Carvalho-Gomes (Eds.), Espécies Nativas para a Piscicultura no Brasil (pp. 303-325). Santa Maria-RS: Editora da UFSM. 2005.
- Bardales B, Panduro-Quiroz S. Influencia del alimento vivo y balanceado sobre la nutrición de alevinos de severum corbata roja, *Heros efasciatus* heckel, 1840 (pisces - cichlidae) en ambientes controlados. Tesis de grado profesional biólogo Acuicultor. 2014.
- Billalba T, Monteiro E, Pinheiro J, Villacorta M. Efecto de la heterogeneidad del tamaño corporal sobre el comportamiento agresivo de larvas de mantrix, *Brycon amazonicus* (characiforme, bryconidae). Acta amazónica. 2018;48(4).

- Bomfim MAD, Lanna EAT, Donzele JL, Quadros M, Ribeiro FB, Sousa MP. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações paraalevinos de tilápia do Nilo, R Bras Zootec. 2010;39 (1):1-8.
- Castro M, Maafs A, Galindo C. perfil de ácidos grasos de diversas especies de peces consumidos en México. Rev. Biol. Trop. 2013;61(4): 981-1998.
- Céspedes C, López J. caracterización proximal y perfil ácidos grasos de la cachama blanca (*Piaractus Brachypomus*) [Tesis]. Colombia. Universidad nacional de Colombia. 2015.
- Chávez L. biología reproductiva del tiburón espinoso *Squalus acanthias* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes: Squalidae) en puerto Quequen, providencia se Buenos Aires. [Tesis]. Universidad nacional de mar del plata. 2014.
- Cheban L, Grynko O, Dorosh I. Co-cultivo de *Daphnia magna* Straus) y *Desmodesmus armatus* (chod.) hegew. En la recirculación de aguas residuales del sistema de acuicultura. Peces. Aquat. Vida. 2018;26:57-64.
- Cobos M, Paredes J, Castro J. inducción de la producción de lípidos totales en microalgas sometidas a estrés nutritivo. Acta Biológica Colombia. 2016;21(1):7-26.
- Cornélio F, da Cunha D, Silveira J, Alexandre D, Silva C, Fracalossi D. Dietary Protein Requirement of Juvenile Cachara Catfish, *Seudoplatystoma reticulatum*. Journal of the World Aquaculture Society. 2014;45(1):45-53.
- Cruzado I, Rodríguez E, Herrera M, Lorenzo A, Almansa E. Cambios en las clases de lípidos, ácidos grasos, proteínas y aminoácidos durante el desarrollo del huevo y la etapa de las larvas del saco vitelino en el brillo (*Scophthalmus rhombus* L.). Aquaculture Research. 2012;44(10).
- Cuervo L. perfil de ácidos grasos en algunas especies dulceacuícolas de interés comercial en Colombia, estado del conocimiento y prospectiva [Tesis]. Universidad de la Salle. Bogotá. 2014.
- Das P, Mandal S, Bhagabati S, Akhtar M, Singh S. Important live food organisms and their role in aquaculture. Frontiers in Aquaculture. 2012;69-86.

- David Ruales CA, Castañeda Álvarez GD. Evaluation of a recirculation system for larviculture stage of dorada (*Brycon moorei*-Steindachner 1878) from the Magdalena River Basin. Rev CES Med Zootec. 2014;9(2):179-189.
- De Souza, P. da Silva, Villacorta M, B. Carvalho. Aggressiveness and locomotion activity related to hatchingtime in Matrinxã, cursiva (Spix and Agassiz, 1829). Applied Animal Behaviour Science. 2014;157:146–151.
- Díaz M, Christiansen E, Pajaro M, Macchi G. descripción micro-anatomica de las larvas de *Engraulis anchoíta* y su aplicación en estudios de condición nutricional. Revista de biología marina y oceanografía. 2011;46(3):431-441.
- Espinoza D, Contreras L, Ehrenfeld N. ß-glucanos, su producción y propiedades en microalgas con énfasis en el género Nannochloropsis (Ochrophyta, Eustigmatales). Revista de Biología Marina y Oceanografía. 2017;52(1):33-49.
- FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad y la nutrición para todos. 2016;224 pp
- Figueroa J, Arce E, Figueroa J. Ventajas e inconvenientes del uso de alimento vivo en la nutrición de peces. La génesis de la cultura universitaria en Morelos. 2018;14(33).
- Figueroa L, Vargas Z, Figueroa T. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). Avances en investigación agropecuaria. 2010;14(3):63-72.
- Finn RN, Fyhn HJ. Requirement for amino acids in ontogeny of fish. Aquaculture Research. 2010;41:684-716.
- Fonseca C, Chavarría F, Mejia F. Variación estacional de la composición proximal en tres especies de importancia comercial del Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 2012;61(1):429-437.
- Fonseca C, Chavarría F. Composición proximal en algunas especies de pescado y mariscos disponibles en el pacífico costarricense. Uniciencia. 2017;31(1):23-28.
- Furtado F. cannibalism in Barramundi. Understanding functional mechanisms and implication to aquaculture. Degree work. Flinders University, Faculty of Science & Engineering. 2015.

- Gama-Flores J, Huidobro-Salas M, Sarma S, Nandini S, Zepeda-Mejia, Gulati R. Temperature and age affect the life history characteristics and fatty acid profiles of *Moina macrocopa* (Cladocera). Journal of thermal biology. 2015;53:135-142.
- García A, Goncalves L, Cavalli R, Viegas E. Lípidos. En D. Fracalossi y J. 2013.
- García J, Pavia M, García T, Chirivella J, Serrano A. principios de biotecnología y bioingeniería en el cultivo de microalgas: importancia, problemas tecnológicos, tipos y sistemas de cultivos, crecimientos, factores limitantes, selección, aislamiento, escalado y caracterización bioquímica. NEREIS. 2017;9:115-130.
- García R. producción de biomasa de microalgas rica en carbohidratos acoplada a la eliminación fotosintética de CO2. Instituto de bioquímica vegetal y fotosíntesis. Universidad de Sevilla. Consejo de investigaciones científicas. 2015
- Gogoi B, Safi V, Narayan D. The Cladoceran as live Feed in Fish Culture: A Brief Review. Res. J. Animal, Veterinary and Fishery Sci. 2016;4(3):7-12.
- Gomes L, Baldisserotto B, Senhorini J. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. Aquaculture. 2000;183(1–2):73-81.
- Gonzales Liz. Efecto de dos tipos de alimentación sobre el contenido mineral en tejidos de juveniles de paiche (*arapaima gigas* Cuvier 1829), criados en jaulas, en tingo María. [Tesis]. Tingo María- Perú. Universidad nacional agraria de la selva. 2010.
- Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Metailler R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. 2004 Madrid.
- Gutiérrez M, Velasco J, León A. Revisión: necesidades nutricionales de peces de la familia Pimelodidae en Sudamérica (Teleostei: Siluriforme). Revista de Biología Tropical. 2019;67(1):146-163.
- Hamre K, Yufera M, Ronnestad I, Boglione C, Conceicao L, Izquierdo M. Nutrición de larvas de peces y formulación de alimentos: brechas de

conocimiento y cuellos de botella para los avances en la cría de larvas. Reseñas en acuicultura. 2013;5(1).

- Hartwich M, Martin-Creuzburg D, Wacker A. Seasonal changes in the accumulation of polyunsaturated fatty acids in zooplankton. Journal of Plankton Research. 2013;35(1):121-134.
- Hernández I. Efecto de la dieta en la composición de ácidos grasos del alimento vivo utilizado en la crianza larvaria de peces marinos. Instituto politécnico nacional (Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas). 2016.
- Ho SH, Chen CH, Lee DJ, Chang JS. Perspectives on microalgal CO2 emission mitigation systems A review. Biotech Adv. 2011;29(2):189-198.
- Huamán V. crecimiento poblacional de Daphnia magna “pulga de agua “en cultivo experimental alimentado con *Saccharomyces cerevisiae* “levadura” y jugo de *Spinacia oleracea* “espinca” [Tesis]. Escuela profesional de biología. 2017.
- Huanacuni J, Esponoza L. producción de alimento vivo para investigación en acuicultura de peces marinos en la UNJBG, TACNA. Ciencia y Desarrollo. 2018;17,22(1):82-86.
- Huancollo E. evaluación de parámetros de cultivo y análisis de la composición nutricional de la microalga *Scenedesmus* sp endémica del lago Titicaca en condiciones de laboratorio [Tesis]. Arequita (Perú): Universidad nacional de San Agustín. 2018.
- Ianora A, Miralto A. Toxigenic effects of diatoms on grazers, phytoplankton and other microbes: a review. Ecotoxicology. 2010;19:493–511.
- Ismail N, Qin G, Seuront L. Regulation of life history in the brackish cladoceran, *Daphniopsis australis* (Sergeev and Williams, 1985) by temperature and salinity. J Plankton Res. 2011;33(5):763-777.
- Ismiño R, Araujo J, Vargas S, Ruiz K, Arbildo H, Alvan M. desarrollo del cladocero nativo *Ceriodahnia* sp con clorofitas (*Scenedesmus* sp y *Chlorella* sp) en condiciones de laboratorio. Rev Inv Vet. 2020;31(1): e17555.
- Izquierdo P, Torres G, Barboza Y, Márquez E, Allara M. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales

en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. ALAN. 2000;50(2).

- Jiménez-Velásquez C. Cladóceros como presas para manejo de la primera alimentación en la larvicultura de dorada *Brycon sinuensis*. Trabajo de Maestría en Biotecnología. Universidad de Córdoba. Colombia. 2016. 69 p.
- Jover M. futuro de la alimentación de los peces en granjas marinas. Revista AquaTIC. 2012;37:78-89.
- Kadhar A, Kumar A, Ali J, John A. Studies on the Survival and Growth of Fry of *Catla catla* (Hamilton, 1922) Using Live Feed. Journal of Marine Biology. 2014 (1):7 pages.
- Kanazawa A. nutrición de larvas de peces. Nutrición de larvas de peces 2000. pp 53-64 En: Civera R, Pérez J, Ricque D, Cruz L. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.
- Khudyi O, Kushniryk O, Khuda L, Marchenko M. diferencia en el valor nutricional y la composición de aminoácidos de *Moina macropa* (Straus) usando levadura *Saccharomyces cerevisiae* y *Rhodotorula glutinis* comi sustratos forrajeros. Cartas internacionales de ciencias naturales. 2018;68:27-34.
- Kushnirk O, Khudyi O, Khuda L, Kolman R, Marchenko M. Cultivo de Moina macrocopa Straus en diferentes medio utilizado la levadura carotenogénica Rhodotorula. Archivos de la pesca polaca. 2015;23(1):37- 42.
- Lagos A, Angulo A, Daza A, Toro D, Gonzales J, León M et al. Zooplancton. InfoZoa. Boletín de zoología. 2014;3.
- López O, Vásquez T, Arias C, Wills F. Evaluación de diferentes proporciones de energía/proteína en dietas para juveniles de yamú, *Brycon siebenthalae* (Eigenmann, 1912). Rev Orinoquia. 2004;8:64-76.
- Luna-Figeroa J, Arce E. Un menú diverso y nutritivo en la dieta de peces: “El alimento vivo”. Agroproductividad. 2017;10(9):112-116.
- Maciel C, Teixeira E, Maciel-Junior, Lopes J, Andrade C, Menin E. Morphological and behavioral development of the piracanjuba larvae. R. Bras. Zootec. 2010;39(5):961-970.

- Madrid J. Estimación del perfil de aminoácidos óptimo para el mayor creciemiento y eficiencia alimenticia en juveniles de Totoaba (*Totoaba macdonaldi*). [Tesis doctoral]. Ensenada: Centro de investigación científica y de educación superior de Ensenada, Baja California. 2019.
- Manrique I, Corzo R. Evaluación de carotenoides y lípidos en la microalga *Scenedesmus dimorphus* a escala laboratorio bajo condiciones de fotobiorreactor [Tesis]. Bogotá. Fundación universitaria de américa. 2019.
- Martínez L, Martínez M, López J, Campaña A, Miranda A, Ballester E, Porchas M. 2010 Alimento Natural en Acuacultura: una revisión actualizada. En: Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J. (Eds), Avances en Nutrición Acuícola X - Memorias del X Simposio Internacional de Nutrición Acuícola, 8-10 de Noviembre, San Nicolás de los Garza, N. L., México. ISBN 978-607-433-546-0. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, pp. 668-699.
- Martinez M. Relación del fitoplancton y el zooplancton en los sitios de Santiago Atitlán y Centro Weiss G del Lago de Atitlán durante los años 2013 y 2014 [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2018.
- Martino R, Cyrino J, Portz L, Trugo L. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. Aquaculture. 2002:209-218.
- Masclaux H, Bec A, Kainz M, Perrière F, Desvilettes C, Bourdier G. Accumulation of polyunsaturated fatty acids by cladocerans: effects of tax-onomy, temperature and food. Freshw. Biol. 2012;57:696–703.
- Massa A, Fernandez A, Pennisi C, Manca E. Composición química y perfil de ácidos grasos de la Anchoita Bonaerense en función del tamaño de los ejemplares y la zona de pesca. Rev. Inv. Desarr. Pesq. 2013;23:161:174.
- Mata T, Martins A, Oliveira O, Oliveira S, Mendes A, Caetano N. Lipid content and productivity of arthrospira platensis and Chlorella vulgaris under mixotrophic conditions and salinity stress. Chemical Engineering Transactions. 2016;49:187-192.

- Mecalco A, Castillo M, Sanvicente L, Flores C, Alvarez C. variación estacional y nictimera en la distribución del zooplancton dominante en una laguna costera tropical. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 2018;53(1):39-49.
- Mejías D, Isea F, Molina M. Determinación del requerimiento proteico de alevines de cachamoto (*Clossoma macropomum* y *Piaractus Brachypomus*). Revista científicas y humanísticas (ReviCy HLUZ). 2016;50(3).
- Milano J, Granado A, Dármas H, Reyes D. Comparación del contenido energético de *Colossoma macropomus* (Cachama) y *Piaractus brachypomus* (Morocoto) provenientes de la laguna de Castillero (Caicara Del Orinoco) en época de sequía y de lluvia. J Saber Univ Ori Vene. 2009;31:109-117.
- Mitra G, Mukhopadhyay P, Ayyappan S. Biochemical composition of zooplankton community grown in freshwater earthen ponds: Nutritional implication in nursery rearing of fish larvae and early juveniles. Aquaculture. 2007;272:346–360.
- Molina M, Garro O, Judis M. Cadena alimenticia y estabilidad oxidativa de *Pseudoplatystoma corruscans*. Redalyc. 2001;3(2):89-95.
- Morales-Ventura J, Nandini S, Sarma S, Castellanos-Páez M. Demography of zooplankton (*Anuraeopsis fissa, Brachionus rubens* and *Moina macrocopa*) fed *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* cultured on different media. Revista de Biología Tropical. 2012;60(3):955-65.
- Nandini S, Alonso-Soto R, Sarma S. Growth of plankton (*Scenedesmus acutus* (Chlorophyceae) and *Moina macracopa* (Cladocera)) on domestic wastewater. CLEAN–Soil, Air, Water. 2013;41(1):11-5.
- National Research Council (NRC). Nutritional requirements of fish and shrimp. National Acadamies Press, Washington. 2011.
- Ocampo L, Botero M, Restrepo L. Evaluación del crecimiento de un cultivo de Daphnia magna alimentado con Saccharomyces cereviseae y un enriquecimiento con avena soya. Rev. Col. Cienc. Pec. 2010;23:78-85.
- Ochoa C, Cedeño M. Evaluación de dos dietas alternativas para alimentación de cachama (*Colossoma macropomum*) bajo diferentes

densidades de siembra en Santo Domingo de los Tsachilas. Informe técnico del proyecto de investigación. Escuela politécnica del ejército. Santo Domingo – Ecuador. 2009.

- Ochoa D. estimación de requerimiento de aminoácidos esenciales del paco (*Piaractus brachypomus*) en base a la composición de aminoácidos en el musculo. Trabajo de Maestría en Nutrición. Universidad nacional agraria la molina. Lima - Perú. 2018.
- Olmedo V. Carbohidratos y proteínas en microalgas: potenciales alimentos funcionales. Braz J. Food Technol. 2019;22.
- Ortiz J. Inhibición de las alteraciones lipídica durante la conservación de Salmónidos comerciales mediante la aplicación de diferentes sistemas preservantes. [Tesis]. Chile: Universidad Santiago de Compostela. 2015.
- Otero A, Muño M, Medina V, Cruz P. Efecto del alimento sobre variables productivas de dos especies de Cladóceros bajo condiciones de laboratorio. Rev. MVZ Córdoba. 2013;18:3642-3647.
- Oviedo H, Herrera E, Hoya J, Prieto M, Estrada A, Yepes J. Crecimiento poblacional de *Macrothrix spinosa* alimentada con *Chlorella* sp. Orinoquia. 2019;23(29).
- Pedreira M, dos Santos J, Sampaio E, de Lima Silva J, Ferreira F. Fontes de erros na mensuração do comprimento e peso de larvas de peixes-DOI: 10.4025/actascibiolsci. v30i3. 393. Acta Scientiarum Biological Sciences. 2008;30(3):245-51.
- Pedreira M, Sampaio E, dos Santos J, Luz R. Cultivo de *matrinxã Brycon orthotaenia* (Günther, 1864) em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem. Acta Scientiarum Biological Sciences. 2010;32(1):17-22.
- Peña F, Sarma N. Diferencias en el crecimiento poblacional de rotíferos y cladóceros criados con dietas de algas suplementadas con levadura. Limnologica. 2005; 35(4):298-303.
- Perea A, Gómez E, Mayorga Y, Triana C. Caracterización nutricional de pescados de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2008;58(1).

- Pérez I, García A, Garatachia M, Hernandez M, perez C, Ortega L. influencia de la temperatura y tipo de alimento en la historia de vida de *Ceriodaphnia cornuta* Sars (1885) (crustacea: cladócera). Investigación y ciencia. 2015;23(64):11-18.
- Pérez I, Villar A, Vargas M, Hernández-Vergara M, Pérez-Rostro C, Clemente A. Influencia de la temperatura y tipo de alimento en la historia de vida de *Ceriodaphnia cornuta* Sars (1885) (Crustacea: Cladocera). Revista Investigación y Ciencia- UAA. 2015;(64):11-18.
- Pineda C, Cruz Y, requerimiento de lisina en dietas para cachama blanca (*Piaractus brachypomus* Cuvier 1818). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2011;24:472.
- Portella M, Takata R, Leitão N, Menossi O, Kwasek K, Dabrowski K. Free Amino Acids in Pacu, *Piaractus mesopotamicus*, Eggs and Larvae. J. World Aquac. 2013;44:425-434.
- Portz L, y Furuya W. Energia, proteína e Aminoácidos. En D. Fracalossi, J. Cyrino (Eds.), Nutriaqua. Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira (1a ed. ampliada) (pp 65-78). Florianapolis, Brasil: Sociedate Brasileira de Aquacultura e Biologia Aquática. 2013.
- Prieto M, Cruz L, Morales M. Cultivo Experimental Del Cladocero *Moina* sp Alimentado Con *Ankistrodesmus sp* y *Saccharomyces cereviseae*. Rev. MVZ Córdoba. 2006;11(1):705-714.
- Prieto M. evakuacion de dietas en el cultivo de copépodo Calanoide *Parvocalanus crassirostris*: producción de nauplios – Memorias del Vll congreso colombiano de acuicultura, 2016.
- Prieto-Guevara M, Hernández J, Gómez C, Pardo S, Atencio-Garcia V, Priscila R. Efecto de tres tipos de presas vivas en la larvicultura de bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*). Rev. MVZ Córdoba. 2013;8(3):3790-3798.
- Prieto-Guevara M. Enriquecimento de zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura de pacu, *Piaractus mesopotamicus* e curimbatá *Prochilodus lineatus*. [tesis maestría]. Minas Gerais – Brasil: Lavras: UFLA; 2003.

- Quevedo C, Morales S, Acosta A. Crecimiento de *Scenedesmus sp* en diferentes medios de cultivo para la producción de proteína microalgal. 2008;15(1):25-31.
- Ramírez-Merlano J, Mira-López T, Cruz-Casallas P. E Efecto de la intensidad lumínica sobre la eficiencia reproductiva del cladócero *Moina* sp. bajo condiciones de laboratorio. Orinoquia. 2013;17(2):117-182.
- Rani K, Sandal N, Sahoo P. A comprehensive review on chlorella-its composition, health benefits, market and regulatory scenario. The Pharma Innovation Journal. 2018;7(7):584-589.
- Ribeiro F, Qin J. Prey size selection and cannibalistic behaviour of juvenile barramundi *Lates calcarifer.* Journal of Fish Biology. 2015;86(5):1549-1566.
- Rivera C, Botero M. alimento vivo enriquecido con ácidos grasos para el desarrollo larvario de peces. Rev Colomb Cienc Pecu. 2009;22:607-618.
- Rodríguez A. Avances y Perspectivas en Microdietas para Larvas de Peces. Revista AquaTIC. 2009;30:1-18.
- Rodríguez-Estrada J, Villaseñor-Córdova R, Martínez-Jerónimo F. Efecto de la temperatura y tipo de alimento en el cultivo de *Moina micrura* (Kurz, 1874) (Anomopoda: Moinidae) en condiciones de laboratorio. Hidrobiológica. 2003;13(3):239-246.
- Romero T, Castellanos J, Torres A, Claro M, López R. Balance de la producción de *Chlorella sp* y *Moina sp* en la UEB Pispavón, Villa Clara, Cuba. 2009;4.
- Ruiz A, Mendoza L, Sánchez M. Caracyerizacion fotosintéticas y crecimiento de *Scenedesmus obliquus* inmovilizada en alginato. Agrociencia. 2011;45(3).
- Salinas J, Vasquez W, Wills a, Arias J. Estudio preliminar para la determinación de proteína cruda en juveniles de Yamú *Brycon siebenthalae.* 2001.
- Sampaio S. Desenvolvimento inicial e comportamento alimentar da matrinxã *Brycon amazonicus* (Gunther, 1869), em laboratório. Tese (Doutorado). Universidade Federal Do Rio Grande. Rio Grande-RS. 2010:97.

- Santaella M, Martínez C, Periago M, Santaella J. Evaluación sensorial de diferentes presentaciones de la Dorada Comercial (*Sparus aurata* L.) de Acuicultura. AN. VET. 2012;28:85-96.
- Santamaría S. Nutrición y alimentación en peces nativos [Monografia]. Universidad nacional abierta y a distancia “UNAD”. 2014. 170 p.
- Serrano M. Análisis del perfil lipídico de la microalga *Coelastrum* sp. para la producción de biocombustibles [Tesis]. Merida. Centro de investigación científica de Yucatán, A.C. 2017.
- Sinev A, Silva-Briano M. Cladocerans of genus Alona Baird, 1843 (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) and related genera from Aguascalientes State, Mexico. Zootaxa. 2012;3569(1):1–24.
- Sink T, Lochmann R, Pohlenz C, Buentello A, Gatlin D. Effects of dietary protein source and protein–lipid source interaction on channel catfish (Ictalurus punctatus) egg biochemical composition, egg production and quality, and fry hatching percentage and performance. Aquaculture. 2010;298(3-4):251-259.
- Solari-Godiño F. variaciones en la composición proteica del musculo de coloccoma macropomu (Cuvier, 1818) (characiformes: characidae), provenientes de criaderos durante su almacenamiento en frio [Tesis]. Lima (Perú): Universidad nacional mayor de San Marcos. 2006.
- Taghavi D, Farhadian O, Soofiani N, Keivany Y. Effects of different light/dark regimes and algal food on growth, fecundity, ephippial induction and molting of freshwater cladoceran, *Ceriodaphnia quadrangula*. Aquaculture. 2013;410–411(0):190-6.
- Tejada L, Henao D, Alvear M, Castillo C. caracterización y perfil lipídico de aceites de microalgas. Revista facultad de ingeniería. 2015;24(39):43-54.
- Thépot V, Mangott A, Pirozzi I. Rotifers enriched with a mixed algal diet promote survival, growth and development of barramundi larvae, *Lates calcarifer* (Bloch). Aquaculture Reports. 2016;3:147-158.
- Thurston C, Stansby M, Karrick N, Miyanchi D, Clegg W. Composition ofe certain species of freshwater fish II. Comparative data for 21 species of lake and river fish. Food Res. 1959;24:493.

- Torres D, Hurtado V. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Orinoquia-Universidad de los Llanos-Villavicencio, Meta. Colombia. 2012;16(1).
- Torres G, Imues M, Bucheli J. larvicultura del *Betta splendes* utilizando rotíferos *Brachionus calyciflorus* e infusorios como fuente de alimento. Orinoquia. 2016;20(2):71-77.
- Uchoa A, Pereira M, da Silva L, Vasconcelos J. Avaliação de níveis protéicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). Acta Amaz. 2004;34(2).
- Valenzuela A, Valenzuela R. acidos grasos omega-3 en la nutrición ¿Cómo aportarlos?. Rev Chil Nutr. 2014;41(2):205-211.
- Vásquez W, Yossa M, Gutiérrez M. Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. Pesq. agropec. bras., Brasília. 2013;48(8):920-927.
- Veronesi D, Ida A, D'Imporzano G, Adani F. Microalgae cultivation: nutrient recovery from digestate for producing algae biomass. Chemical Engineering Transactions. 2015;43:1201-1206.
- Visbal T, Morillo M, Altuve D, Aguirre P, Medina A. Nivel óptimo de proteínas en la dieta para alevines de *Prochilodus mariae*. Rev. Chil. Nutr. 2013;40(2).
- Zavala I. Caracterización bioquímica del consumo de reservas vitelinas en peces teleósteos de ontogenia indirecta. Revista Electrónica de Veterinaria. 2011;12(3):1-32.