

## Dietas alternativas sobre el rendimiento del crecimiento de larvas de peces *Betta splendens* y *Pterophyllum scalare*

### Alternative diets on the growth performance of *Betta splendens* and *Pterophyllum scalare* fish larvae

Pedro Luis Porto Fragozo<sup>1</sup>, Paula Andrea Sepúlveda Cano<sup>2</sup>,  
Adriana Rodríguez Forero<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La producción de peces ornamentales a partir de la acuicultura se ha convertido en un reto cuyo fin es lograr una mayor expansión en los mercados internacionales. Uno de los desafíos de esta actividad, es proporcionarles dietas que cumplan los requerimientos nutricionales para obtener animales coloridos y saludables y disminuir los costes de alimentación. En este sentido, el propósito de este estudio fue evaluar el rendimiento de larvas *Betta splendens* y *Pterophyllum scalare* alimentadas con cuatro dietas experimentales: 1) Copépodos Cyclopoida vs. *Artemia monica*; y 2) Alimento comercial vs. alimento a base de pupas del escarabajo *Ulomoides dermestoides*. Se emplearon 336 larvas/80L de *B. splendens* y 300 larvas /80L de *P. scalare*. Las larvas alimentadas con *Artemia* presentaron mejores pesos finales ( $p < 0.05$ ), sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en otros patrones zootécnicos entre tratamientos de ambos experimentos. Por su parte, las larvas de *B. splendens* alimentadas con una dieta comercial presentaron mejores

<sup>1</sup> Laboratorio de Acuicultura, Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

<sup>2</sup> Laboratorio de Entomología, Programa de Agronomía, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

\* Autor de correspondencia: Adriana Rodríguez Forero; [arodriguezf@unimagdalena.edu.co](mailto:arodriguezf@unimagdalena.edu.co)

Trabajo apoyado por el Fondo Fonciencias de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad del Magdalena, Colombia.

Recibido: 14 de enero de 2024

Aceptado para publicación: 15 de septiembre de 2024

Publicado: 20 de diciembre de 2024

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

resultados zootécnicos ( $p < 0.05$ ) en comparación con la dieta a base de pupas. El análisis confirma que las Artemias son el alimento más adecuado para el levante de las especies ornamentales estudiadas, en tanto que la dieta compuesta a base de pupas de escarabajo no muestra ser una opción como alimento alternativo sostenible,

**Palabras clave:** trópico, Cyclopoida, *Pterophyllum scalare*, pupas de escarabajo, *Ulomoide dermestoides*

## ABSTRACT

The production of ornamental fish from aquaculture has become a challenge whose purpose is to achieve greater expansion in international markets. One of the challenges of this activity is to provide them with diets that meet the nutritional requirements to obtain colourful and healthy animals and reduce feed costs. In this context, the purpose of this study was to evaluate the performance of *Betta splendens* and *Pterophyllum scalare* larvae fed with four experimental diets: 1) Cyclopoida copepods vs. *Artemia monica*; and 2) Commercial feed vs. feed based on pupae of the beetle *Ulomoides dermestoides*. In total, 336 larvae/80L of *B. splendens* and 300 larvae/80L of *P. scalare* were used. The larvae fed with Artemia had better final weights ( $p < 0.05$ ), with no significant differences ( $p > 0.05$ ) in other zootechnical patterns between treatments in both experiments. On the other hand, the larvae of *B. splendens* fed with a commercial diet had better zootechnical results ( $p < 0.05$ ) compared to the pupa-based diet. The analysis confirms that Artemias are the most suitable food for rearing the ornamental species studied, while the diet composed of beetle pupae does not prove to be an option as a sustainable alternative food.

**Key words:** tropic, Cyclopoida, *Pterophyllum scalare*, beetle pupae, *Ulomoide dermestoides*

## INTRODUCCIÓN

Se estima que más de mil millones de peces ornamentales son comercializados a nivel mundial cada año, representando más de 900 millones de dólares (Raja *et al.*, 2014; Gallego *et al.*, 2019; FAO, 2022). Colombia es uno de los principales exportadores de peces ornamentales, con cifras que superan los 25 millones de individuos/año, valorados en más de 12 millones de dólares (Gómez *et al.*, 2021); sin embargo, la cadena de producción se basa principalmente en la extracción del medio natural, con capturas masivas, la mayoría de las cuales son realizadas por comunidades indígenas, constituyéndose como una actividad comercial de gran im-

portancia para estas poblaciones (Araújo *et al.*, 2017; Maldonado *et al.*, 2017). Por otro lado, existe un gran desconocimiento de las especies, y una incipiente actividad acuícola, liderada con pocas especies nativas como los escalares (*Pterophyllum scalare*) y algunas foráneas (Bettas y carpas) (Landines *et al.*, 2007; Gómez *et al.*, 2021). A su vez, son pocos los estudios encaminados a mejorar o estandarizar los protocolos de cultivo de las especies y es escaso el conocimiento sobre tecnología de la reproducción, fisiología o nutrición, entre otras (Cruz-Quintana y Puentes, 2015).

En general la producción de peces en cautiverio presenta una gran limitante en las etapas larvales debido a la gran mortalidad,

especialmente por la inadecuada alimentación o el escaso conocimiento sobre dietas que cumplan con los requerimientos nutricionales de los individuos. Muchas especies de peces ornamentales cultivadas consumen alimento vivo como Artemias y copépodos, los cuales son esenciales principalmente en las primeras etapas de desarrollo (Luna-Figueroa *et al.*, 2010; Dhont *et al.*, 2013; Simhachalam *et al.*, 2015; Gutiérrez-Espinosa y Garzón, 2019; Gaspar *et al.*, 2021; Chen y Zeng, 2021). Los copépodos, a diferencia de las Artemias, son ricos en ácidos grasos altamente insaturados (HUFAs), recomendables para la nutrición y crecimiento de larvas de peces (Nanton y Castell, 1998, 1999; Zeng *et al.*, 2018; Besiktepe *et al.*, 2022).

En cuanto a peces ornamentales, *Betta splendens* es una especie de origen asiático cuyas características fenotípicas la hacen muy atractiva en el mercado mundial (Ogata y Kurokura, 2012). *Pterophyllum scalare* es una especie originaria del río Amazonas, vista como una de las especies de ornato con mayor potencial para la acuarofilia moderna; siendo en la actualidad sometida a una alta presión pesquera (Landines *et al.*, 2007; Jiménez-Rojas *et al.*, 2012).

En la búsqueda de fuentes proteicas alternativas se ha popularizado el cultivo de insectos para su empleo como harina en las dietas de especies acuáticas o como suplemento en la alimentación animal (Gasco *et al.*, 2020; Alves *et al.*, 2021; Maulu *et al.*, 2022). Su cultivo presenta bajo consumo de agua, poco uso de tierras, bajas producciones de gases de efecto invernadero y una alta capacidad de reproducción (Vantomme, 2013; Ocha *et al.*, 2022), de allí que sea considerada como una fuente de proteína animal promisoría (Makkar *et al.*, 2014; Van Huis *et al.*, 2015; Gasco *et al.*, 2020; Alves *et al.*, 2021; Terova *et al.*, 2021; Were *et al.*, 2022).

Se ha reportado que los insectos contienen un valor proteico (entre 34 a 74% de materia seca), con un perfil de aminoácidos esenciales equilibrados, similar al de la hari-

na de pescado, y un alto contenido lipídico (10 a 30%) (Hua *et al.*, 2019; Freccia *et al.*, 2020; Gasco *et al.*, 2020). Una de las especies de insectos que ha sido blanco de estudio como posible alternativa a la harina de pescado es *Ulomoides dermestoides* (De Marco *et al.*, 2015; Flores *et al.*, 2020). La especie, cosmopolita, pertenece a la familia Tenebrionidae, y es conocida por sus diversas propiedades nutricionales (Van Huis y Oonincx, 2017; Gasco *et al.*, 2020).

En este sentido el propósito de este estudio fue evaluar y comparar dietas de larvas de peces ornamentales (Artemia vs Copépodos y alimento comercial vs harina de pupas de insecto), para crear nuevas opciones de producción de alimento con el fin de que sean utilizadas en la industria acuícola ornamental. La hipótesis consiste en suponer que los copépodos y las harinas provenientes de pupas de insectos pueden ser utilizados como alimento para asegurar un mejor crecimiento, supervivencia y características fenotípicas deseables, que puedan ser más valiosas y competitivas en el mercado de los peces ornamentales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Aprobación Ética

Toda la experimentación con los peces que hacen parte de este estudio estuvo de acuerdo con las normas internacionales para el bienestar animal (Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) y se siguieron los supuestos aprobados por el Comité de Ética en la Investigación de la Universidad del Magdalena (CEI, UniMagdalena).

### Condiciones Experimentales

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de acuicultura de la Universidad del Magdalena, Colombia. Este constó de dos fases: Fase 1. Evaluación de alimento vivo con un copépodo del orden Cyclopoida com-

parado con el suministro de nauplios de *Artemia monica* sobre parámetros productivos en larvas de *Betta splendens* y *Pterophyllum scalare*. Fase 2. Formulación y evaluación de una dieta experimental inerte a base de pupas del escarabajo *Ulomoides dermestoides* comparada con una dieta comercial sobre parámetros productivos en larvas de *B. splendens*.

### Larvas

Se utilizaron ocho parejas adultas de *B. splendens* que fueron seleccionadas y sometidas a reproducción natural (Faria *et al.*, 2006). Cada pareja se mantuvo en acuarios de 20 L. Las larvas utilizadas fueron tomadas de cuatro desoves que ocurrieron dentro de las 24 horas de la puesta de las parejas a fin de tener una homogeneidad en la edad del lote. Las larvas de *P. scalare* se obtuvieron de un desove espontáneo de una pareja de reproductores (Landines *et al.*, 2007; Zafra y Vela, 2015), mantenidas en un acuario de 60 L con aireación y temperatura constante. El suministro de alimento para las larvas de *B. splendens* y *P. scalare* se hizo 72 h pos-eclosión.

### Tratamientos

#### Fase 1

Se evaluaron cuatro tratamientos (dos por especie y tres réplicas por tratamiento). Las larvas se distribuyeron en acuarios (8 L) a las 72 h de la eclosión.

- Las larvas de *B. splendens* (N=336; 7 larvas/L;  $0.0007 \pm 0.0002$  g,  $3.5 \pm 0.28$  mm) fueron distribuidas en el tratamiento T1BA (Alimentadas con nauplios de *A. monica*) y el T2BC (Alimentadas con copépodos).
- Las larvas de *P. scalare* (N= 300; 6.2 larvas/L;  $0.00217 \pm 0.0003$  g,  $4.2 \pm 0.34$  mm) fueron distribuidas en el tratamiento T1PA (Alimentadas con nauplios de *A. monica*) y el T2PC (Alimentadas con copépodos).

Cada tres días se hizo una renovación del 20% del volumen inicial del agua. Se alimentó durante 20 días con una frecuencia diaria de tres veces al día y una densidad 60 nauplios/ml y 60 copépodos/ml.

#### Fase 2

Se utilizaron larvas de *B. splendens* provenientes de la Fase I. Se utilizó un alimento comercial granulado (Tetracolor, de Tetra®) que posteriormente fue triturado, y un alimento a base de pupas de escarabajo (Cuasro 1). Estos se proporcionaron tres veces al día a una ración del 10% de la biomasa inicial, y este porcentaje fue ajustado de acuerdo con las biometrías realizadas durante los 20 días de la experimentación, tiempo que dura el levante de las larvas hasta alevinaje. Las larvas se distribuyeron al azar en los tratamientos con pesos y longitudes promedio de  $0.020 \pm 0.013$  g y  $7.8 \pm 1.4$  mm para aquellas alimentadas con copépodos, y de  $0.030 \pm 0.014$  g y  $10.9 \pm 1.5$  mm para las alimentadas con nauplios de *A. monica*.

Cuadro 1. Niveles nutricionales de los alimentos inertes utilizados en el levante de larvas de *Betta splendens*

	Dieta comercial	Dieta experimental
Proteína, %	47.5	57.8
Lípidos, %	13.5	5.5
Fibra, %	2	4
Cenizas, %	8	8.8
Humedad, %	6	9.1
Carbohidratos, %	23	14.9

Se desarrollaron cuatro tratamientos con dos réplicas por tratamiento:

- T1DEC: Dieta experimental con pupas de escarabajo para peces alimentados previamente con copépodos.
- T2DCC: Dieta comercial para peces alimentados previamente con copépodos.

- T3DEA: Dieta experimental para peces alimentados previamente con nauplios de Artemia.
- T4DCA: Dieta comercial para peces alimentados previamente con nauplios de Artemia.

Los individuos fueron alimentados a una frecuencia de cuatro veces al día con el 10% de su biomasa inicial, utilizando alimento concentrado comercial o alimento a base de pupas de escarabajo.

### Pupas de Escarabajo

Para la producción de pupas del escarabajo *U. dermestoides* fue necesario la cría de adultos en condiciones controladas, los cuales fueron mantenidos en recipientes plásticos (20 L), dispuestos en una cama de avena en hojuelas como alimento principal y suplementados con finas rodajas de zanahoria. Diariamente se recolectaron las pupas, las cuales se almacenaron para su posterior procesamiento.

### Producción de Alimento Vivo

Los copépodos utilizados fueron cultivados en tanques de 50 L con aireación constante y alimentados con *Tetraselmis* sp. La producción de nauplios de *A. monica* se obtuvo diariamente, mediante la decapsulación de quistes (Sorgeloos *et al.*, 1986).

### Desarrollo Larvario

Cada siete días, quince larvas de cada especie fueron medidas y pesadas para obtener patrones de rendimiento productivo y sobrevivencia. Se utilizó una balanza analítica (Ohaus Explorer E12140, precisión: 0.0001 g), y un ictiómetro de 15 mm y se revisó la mortalidad por acuario. Se evaluó la Tasa de crecimiento específico (TCE):  $\ln(wf) - \ln(wi) / (\text{tiempo}) * 100$ ; Porcentaje de peso (%W):  $100 * (wf) - (wi) / (wf)$ ; Crecimiento relativo (CR):  $(w \text{ total}) - (wi) / (wi)$ ; Tasa de Alimento Consumido (TAC):  $((wf) - (wi) / (\text{tiempo}))$ ; y Sobrevivencia (%):  $\# \text{ Individuos finales} / \# \text{ Individuos iniciales} * 100$ .

### Calidad de Agua

En forma diaria se evaluaron parámetros fisicoquímicos tales como oxígeno disuelto en el agua (mg/l), con un medidor HANNA HI912, pH con un medidor HANNA HI9146 y la temperatura del agua (°C), y cada 3 días se midió la dureza del agua (mg/l de CaCO<sub>3</sub>) con un kit HACH modelo FF-1A.

### Análisis Estadístico

Los datos fueron procesados en el software estadístico Statgraphics Centurion XVI v. 16.1.18. Se evaluó el crecimiento en peso y en longitud de las larvas *B. splendens* y *P. scalare* mediante la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para determinar posibles diferencias en las dos variables con un nivel del 95% de confianza. Se determinaron diferencias entre medias por medio de una Prueba de Múltiples Rangos y una prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar las distribuciones de las dos muestras. El pH, oxígeno disuelto y temperatura fueron analizados por medio de una prueba de ANOVA para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

## RESULTADOS

### Fase 1

La evolución en el peso de las larvas de *B. splendens* y *P. scalare* durante los 20 días de experimentación se presenta en la Figura 1. Los valores de rendimiento fueron significativamente mayores en T1BA y TIPA (0.0030±0.0014 g, 10.9±1.5 mm) (0.0170±0.008 g, 9.7±2.8 mm) en comparación con T2BC y T2PC en las dos especies de larvas evaluadas ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 2).

Las larvas de *B. splendens* y *P. scalare* alimentadas con nauplios *A. monica* (TIBA y TIPA) obtuvieron mayores pesos finales ( $p < 0.05$ ); sin embargo, no se observaron diferencias significativas por efecto de los tratamientos en los demás parámetros evaluados (TCE, CR, TAC) ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 2. Valores promedio (media ± DE) de indicadores de rendimiento de las dietas con alimento vivo para larvas de *Betta splendens* y *Pterophylum scalare* bajo condiciones de laboratorio

Indicador	<i>B. splendens</i>		<i>P. scalare</i>	
	T1BA	T2BC	T1PA	T2PC
Wi (g)	0.0007 ± 0.0002	0.0007 ± 0.0002	0.0022 ± 0.0003	0.0022 ± 0.0003
Wf (g)	0.003 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.002 ± 0.001 <sup>b</sup>	0.017 ± 0.008 <sup>a</sup>	0.0098 ± 0.002 <sup>b</sup>
Sobrevivencia (%)	93	73	45	10
TCE (% días <sup>-1</sup> )	17.9 ± 24.3	15.9 ± 23.8	9.8±8.3	7.1 ± 5.9
W (%)	47.5 ± 43.6	40.5 ± 47.4	43.33±35.2	35.66 ± 28.7
CR	8.2 ± 13.6	6.7 ± 11.5	1.21±1.10	0.74 ± 0.6
TAC	0.0014 ± 0.0010	0.0009 ± 0.0010	0.0007 ± 0.0009	0.0004 ± 0.0004

Wi: Peso inicial; Wf: Peso final; TCE: Tasa de crecimiento específico; W (%): Porcentaje de peso; CR: Crecimiento relativo; TAC; Tasa de Alimento Consumido

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de filas por tipo de larva indican diferencia significativa (p<0.05)

T1BA (alimentados con nauplios de *Artemia monica*); T2BC (con copépodos); T1PA (con nauplios de *A. monica*), T2PC (con copépodos)

Los parámetros de calidad de agua no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (p>0.05; Cuadro 3).

### Fase 2

La evolución del aumento de peso de las larvas en la segunda fase del experimento se presenta en la Figura 2. El aumento de peso en las larvas de los tratamientos T2DCC y T4DCA alimentados con dieta comercial fue significativamente mayor que en T1DEC

y T3DEA alimentados con la dieta con pupas de escarabajo (0.043±0.028 g, 0.073±0.031 g) (p<0.05). Asimismo, las larvas del tratamiento T2DCC tuvieron una mejor ganancia de peso que las del T4DCA. Por otro lado, los indicadores de rendimiento productivo fueron superiores en T2DCC y T4DCA en comparación con T1DEC y T3DEA (p<0.05; Cuadro 4).

Los parámetros de calidad de agua no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (p>0.05; Cuadro 5).

Cuadro 3. Valores promedio (media ± DE) de los parámetros fisicoquímicos del agua en el cultivo de larvas de *Betta splendens* y *Pterophylum scalare* según tratamientos durante los 20 días de estudio bajo condiciones de laboratorio

Parámetro	<i>B. splendens</i>		<i>P. scalare</i>	
	T1BA	T2BC	T1PA	T2PC
pH	7.8 ± 0.17	7.8 ± 0.16	8.3 ± 0.15	8.2 ± 0.14
O <sub>2</sub> , mg/l	5.9 ± 1.3	6.0 ± 1.4	4.6 ± 0.6	4.4 ± 0.5
Temp., C°	27.2 ± 0.63	27.2 ± 0.62	27.7 ± 0.52	27.9 ± 0.52
Dureza, (CaCO <sub>3</sub> , mg/L)	170 ± 3.4	175 ± 2.7	174 ± 2.1	174 ± 2.4

T1BA (alimentados con nauplios de *Artemia monica*); T2BC (con copépodos); T1PA (con nauplios de *A. monica*), T2PC (con copépodos)

Cuadro 4. Valores promedio (media  $\pm$  DE) de indicadores de rendimiento de larvas de *Betta splendens* alimentados con dietas inertes bajo condiciones de laboratorio durante 20 días

Indicador	T1DEC	T2DCC	T3DEA	T4DCA
Wi	0.0020 $\pm$ 0.0012	0.0020 $\pm$ 0.0012	0.0030 $\pm$ 0.0014	0.0030 $\pm$ 0.0014
Wf	0.029 $\pm$ 0.009 <sup>a</sup>	0.043 $\pm$ 0.028 <sup>b</sup>	0.032 $\pm$ 0.013 <sup>a</sup>	0.073 $\pm$ 0.031 <sup>b</sup>
Sobrevivencia (%)	44	26	40	48
TCE (% días <sup>-1</sup> )	1.76 $\pm$ 1.51 <sup>a</sup>	3.64 $\pm$ 3.06 <sup>b*</sup>	0.30 $\pm$ 4.03 <sup>a</sup>	4.23 $\pm$ 7.35 <sup>b</sup>
W (%)	11.32 $\pm$ 9.20 <sup>a</sup>	21.33 $\pm$ 16.82 <sup>b</sup>	2.04 $\pm$ 5.04 <sup>a</sup>	27.09 $\pm$ 31.20 <sup>b</sup>
CR	0.14 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	0.31 $\pm$ 0.28 <sup>b</sup>	0.05 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	0.48 $\pm$ 0.83 <sup>b</sup>
TAC	0.0004 $\pm$ 0.0004 <sup>a</sup>	0.0011 $\pm$ 0.0011 <sup>b</sup>	0.0001 $\pm$ 0.0011 <sup>a</sup>	0.0020 $\pm$ 0.0035 <sup>b</sup>

Wi: Peso inicial; Wf: Peso final; TCE: Tasa de crecimiento específico; W (%): Porcentaje de peso; CR: Crecimiento relativo; TAC: Tasa de Alimento Consumido

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de filas por tipo de larva indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

T1DEC (Dieta con pupas de escarabajo) y T2DCC (Dieta comercial) para peces alimentados previamente con copépodos; T3DEA (Dieta con nauplios de Artemia) y T4DCA (Dieta comercial) para peces alimentados previamente con nauplios de Artemia

Cuadro 5. Valores promedio (media  $\pm$  DE) de los parámetros fisicoquímicos del agua en el cultivo de larvas de *Betta splendens* según tratamientos durante los 20 días de estudio bajo condiciones de laboratorio

	T1DEC	T2DCC	T3DEA	T4DCA
pH	7.9 $\pm$ 0.33	8.0 $\pm$ 0.25	8.0 $\pm$ 0.16	8.1 $\pm$ 0.22
O <sub>2</sub> mg/l	3.5 $\pm$ 1.4	3.8 $\pm$ 0.9	3.0 $\pm$ 1.2	3.2 $\pm$ 1.1
T.(C°)	27.03 $\pm$ 0.34	28.20 $\pm$ 0.84	28.04 $\pm$ 0.67	27.15 $\pm$ 0.53
Dureza (CaCO <sub>3</sub> , mg/L)	160 $\pm$ 2.3	162 $\pm$ 1.9	164 $\pm$ 2	163 $\pm$ 2.5

T1DEC (Dieta con pupas de escarabajo) y T2DCC (Dieta comercial) para peces alimentados previamente con copépodos; T3DEA (Dieta con nauplios de Artemia) y T4DCA (Dieta comercial) para peces alimentados previamente con nauplios de Artemia

## DISCUSIÓN

El crecimiento, rendimiento productivo, sobrevivencia y la composición corporal varían entre las especies por efecto del sexo, las condiciones fisicoquímicas y la calidad de los alimentos (Martínez-Porchas *et al.*, 2009). En la acuicultura, los nauplios de *Artemia* son una de las especies más utilizadas; sin embargo, existen desafíos en su utilización principalmente por su alto costo comercial y por

la deficiencia en HUFAs, por lo que deben ser enriquecidos (Rogacki *et al.*, 2019; Ainsa, 2020). En la primera fase de alimentación de este estudio se encontró que las larvas de las dos especies alimentadas con *Artemia* presentaron una mayor ganancia de peso que aquellas alimentadas con copépodos. Valores similares han sido reportados en larvas de diversas especies de peces (Lim *et al.*, 2002; Luna-Figueroa *et al.*, 2010; Patra y Ghost 2015; Choi *et al.*, 2021; Cabanilla-Legaspi *et al.*, 2021; Pham *et al.*, 2022).

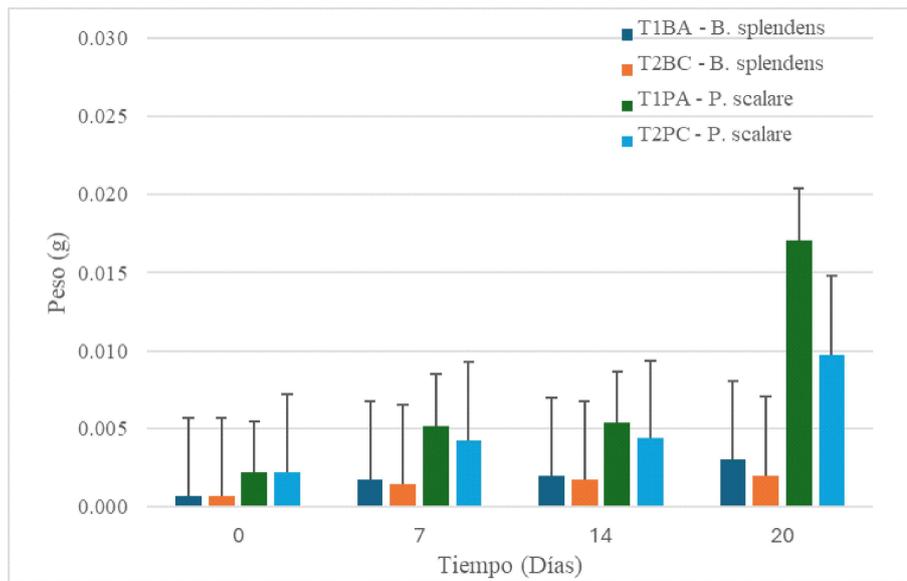


Figura 1. Evolución del crecimiento en peso (g) de larvas de *Betta splendens* y *Pterophylum scalare* alimentados durante 20 días con insectos o copépodos: T1BA (alimentados con nauplios de *Artemia monica*); T2BC (con copépodos); T1PA (con nauplios de *A. monica*), T2PC (con copépodos). \* indica diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ )

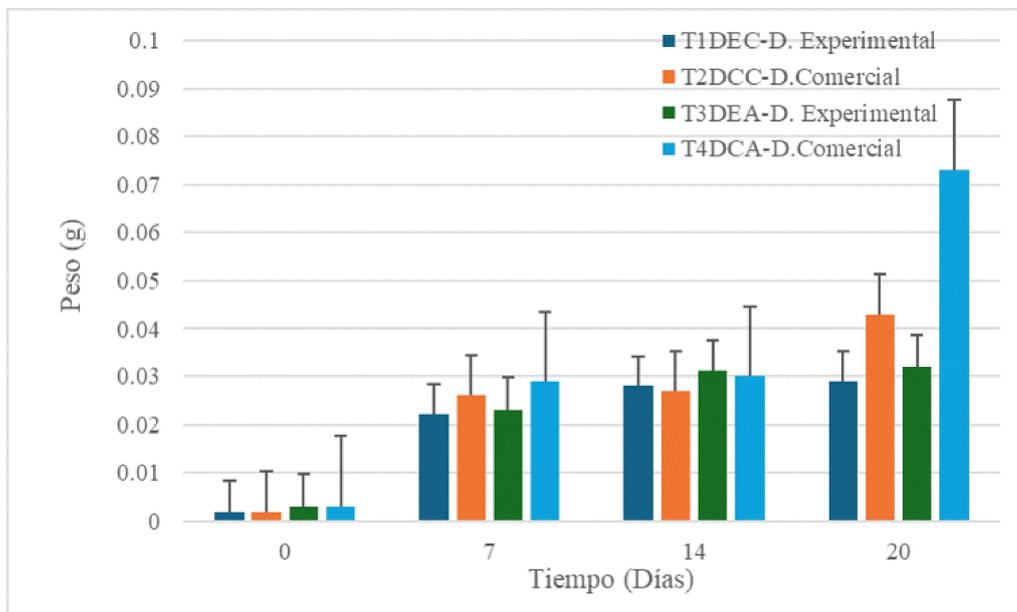


Figura 2. Evolución del crecimiento en peso (g) de larvas de *Betta splendens* alimentadas con dietas inertes durante 20 días

T1DEC (Dieta con pupas de escarabajo) y T2DCC (Dieta comercial) para peces alimentados previamente con copépodos; T3DEA (Dieta con nauplios de *Artemia*) y T4DCA (Dieta comercial) para peces alimentados previamente con nauplios de *Artemia*

\* Indica diferencias significativas entre los tratamientos. (ANOVA 1 vía,  $p < 0.05$ )

Los tratamientos que recibieron el alimento a base de copépodos no presentaron buenos rendimientos productivos a pesar de poseer los nutrientes esenciales que las larvas en general requieren (Rivera y Botero, 2009), posiblemente debido a que los copépodos utilizados fueron de origen marino y, por consiguiente, susceptibles a los cambios de salinidad al momento de ingresar a los acuarios de las larvas (Lavaniegos *et al.*, 2012). Se observó que luego de aproximadamente 11 minutos en el acuario perdían la capacidad de natación y, por lo tanto, las larvas no los consumían ya que el movimiento natural del zooplancton estimula el comportamiento predador de las larvas de peces (Lavens y Sorgeloos, 1996; Portella *et al.*, 2000). Por otro lado, los nauplios de *A. monica* fueron más resistentes a los cambios de salinidad, teniendo una sobrevivencia de cerca de 1 hora de duración en los acuarios. No obstante, hasta el día 14 del experimento se observó un crecimiento similar en T1BA y T2BC, lo que indica que los copépodos de origen marino podrían ser una alternativa de alimento vivo en las primeras dos semanas de vida de peces ornamentales de agua dulce.

Los tratamientos alimentados con nauplios de *A. monica* presentaron una mayor sobrevivencia; resultados comparables con otros estudios en diversas especies (Luna-Figueroa *et al.*, 2010; Fosse *et al.*, 2013; Patra y Ghost, 2015), sin embargo, los bajos porcentajes en T1PA en larvas de *P. scalare* pueden atribuirse a la acidez del agua ya que su rango de pH en esta especie se encuentra entre 6.5 a 7.5 (García-Ulloa y Gómez-Romero, 2005; Milad *et al.*, 2011). Se debe indicar que durante la primera fase del estudio el pH fue variable debido a la dureza del agua.

Los mejores parámetros productivos (Wf, TCE, W%, CR, TAC) se presentaron en los tratamientos alimentados con nauplios de *A. monica*, resultados similares a lo reportado por otros autores (Moreno y Avila, 2015; Rendón, 2020). Esto puede atribuirse a que la *Artemia* fue más atractante y estimu-

lante en el desarrollo del tracto digestivo, pudiendo ocurrir una mejor absorción de los nutrientes. Además, según Milis y Vevers (1986), las larvas de peces se sienten más estimuladas cuando persiguen un alimento vivo.

Los parámetros de oxígeno disuelto y temperatura encontrados en *B. splendens* estuvieron dentro de lo reportado para la especie (Thongprajukaew *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2013; Forsatkar *et al.*, 2014; Couto *et al.*, 2018; Saekhow *et al.*, 2018); sin embargo, el pH y la dureza del agua en los tratamientos con larvas de *P. scalare* tuvieron fluctuaciones, lo cual pudo haber influido el rendimiento productivo de la especie. Por otro lado, los valores de temperatura y oxígeno disuelto en el agua fueron semejantes a lo sugerido por Sorin (1989).

En la evaluación de ingredientes nuevos para la formulación de dietas para peces, esencialmente en los primeros estadios de vida, se deben considerar aspectos de importancia para el mejor crecimiento de los individuos como el origen, digestibilidad y palatabilidad, entre otros, además, de cumplir con los requerimientos nutricionales de la especie (Glencross *et al.*, 2007). Los insectos se han convertido en una fuente alternativa de proteína para su uso en acuicultura, debido a que es potencialmente sostenible y económicamente viable (Gasco *et al.*, 2020; Alves *et al.*, 2021; Terova *et al.*, 2021; Were *et al.*, 2022).

No obstante, los resultados de la fase 2 con *B. splendens* mostraron un mejor rendimiento productivo en los tratamientos con dieta comercial (T2DCC-T4DCA) en comparación con la dieta experimental de pupas de escarabajo (*U. dermestoides*). Asimismo, se reporta un adecuado crecimiento de *B. splendens* con el uso de alimento comercial balanceado (Moreno y Avila, 2015; Rendón, 2020), siendo este ampliamente utilizado en la alimentación de distintas especies de peces ornamentales (Landines *et al.*, 2007; Prieto y Atencio, 2008). Es posible que el alimen-

to formulado con pupas de escarabajo no cumplió con las condiciones de atractabilidad, palatabilidad y digestibilidad en la especie, y esto pudo repercutir en el crecimiento de los organismos (Velasco y Carasco, 2011); sin embargo, existen reportes favorables en el uso de insectos para la alimentación de especies acuáticas por lo que se deben estudiar nuevas especies y formas de empleo del mismo (Mastoraki *et al.*, 2020; Hua, 2021; Richardson *et al.*, 2021; Yu *et al.*, 2021; Rapatsa y Moyo, 2022).

Se requiere evaluar diferentes aspectos en las formulaciones, tales como niveles de inclusión de la harina de pupas de escarabajo en la dieta y tamaño de partícula, así como realizar ensayos de digestibilidad, niveles de inclusión, palatabilidad y atractabilidad en una diversidad de especies de peces ornamentales.

## CONCLUSIONES

- La implementación de dietas vivas en la larvicultura de peces ornamentales resulta ser beneficiosa; en este caso, el suministro de *Artemia monica* mostró mejores rendimientos productivos en las dos especies evaluadas.
- Los copépodos de origen marino suelen tener una mejor composición nutricional, que las artemias, pero son más susceptibles a cambios de salinidad, por lo que se debe encontrar una alternativa adecuada al momento de ser utilizados en la alimentación de larvas de peces de agua dulce. Es necesario evaluar su empleo en las etapas más tempranas de desarrollo de los peces, o aclimatarlas previamente a agua dulce para considerar su uso en ornamentales dulceacuícolas.
- La formulación de una dieta a base de pupas de escarabajo para la alimentación de peces ornamentales no mostró resultados significativos para un mejor rendimiento de las larvas de peces experimentales, por lo que no fue posible competir con el alimento artificial

ofertado. Sin embargo, se deben realizar nuevas pruebas con atrayentes que incrementen la aceptación de esta nueva opción como alimento para peces.

- Los alimentos inertes formulados son una fuente adecuada de proteína para el crecimiento y mantenimiento de especies ornamentales; sin embargo, se deben evaluar fuentes alternativas de proteína que sean capaces de remplazar la harina de pescado

## LITERATURA CITADA

1. **Ainsa S. 2020.** Evaluación de la composición de HUFAs en *Artemia* enriquecida con emulsiones lipídicas comerciales. Tesis de Biotecnólogo. España: Univ. Católica de Valencia. 63 p.
2. **Alves APDC, Paulino RR, Pereira RT, da Costa DV, Rosa PV. 2021.** Nile tilapia fed insect meal: growth and innate immune response in different times under lipopolysaccharide challenge. *Aquacul Res* 52: 529-540. doi.: 10.1111/are.14911
3. **Araújo JG, Santos MAS, Rebello FK, Isaac VJ. 2017.** Cadeia comercial de peixes ornamentais do rio Xingu, Pará, Brasil. *B Inst Pesca* 43: 297-307.
4. **Besiktepe S, Kurt TT, Gubanova A. 2022.** Mesozooplankton composition and distribution in Izmir Bay, Aegean Sea: With special emphasis on copepods. *Regional Studies in Marine Science* 55: 102567. doi: 10.1016/j.rsma.2022.102567
5. **Cabanilla-Legaspi MIC, Traifalgar RFM, de Jesus-Ayson EGT, Andrinio-Felarca KGS, Mamauag, REP. 2021.** Growth, metamorphosis and survival of orange-spotted rabbitfish (*Siganus guttatus*) larvae fed sodium iodide-supplemented brine shrimp (*Artemia* sp.). *Aquaculture* 536: 736443. doi: 10.1016/j.aquaculture.-2021.736443
6. **Chen JY, Zeng C. 2021.** Transition to *Artemia* feeding phase for orchid dottyback *Pseudochromis fridmani* larvae: Establishing suitable prey shift

- time and strategy. *Aquaculture* 545: 737180. doi: 10.1016/j.aquaculture.-2021.737180
7. **Choi J, Han GS, Lee KW, Byun SG, Lim HJ, Lee CH, et al. 2021.** Effects of feeding differentially enriched *Artemia nauplii* on the survival, growth, fatty acid composition, and air exposure stress response of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) larvae. *Aquacul Rep* 21: 100829. doi: 10.1016/j.aqrep.2021.-100829
  8. **Couto MVSD, Sousa NDC, Abe HA, Dias JAR, Meneses JO, Paixão PEG, et al. 2018.** Effects of live feed containing *Panagrellus redivivus* and water depth on growth of *Betta splendens* larvae. *Aquaculture Res* 49: 2671-2675. doi: /10.1111/are.13727
  9. **Cruz-Quintana Y, Puentes V. 2015.** Dinámica de la actividad pesquera de peces ornamentales continentales en Colombia. Colombia: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. 174 p.
  10. **De Marco M, Martínez S, Hernandez F, Madrid J, Gai F, Rotolo L, et al. 2015.** Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Anim Feed Sci Technol* 209: 211-218. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.08.006
  11. **Dhont J, Dierckens K, Støttrup J, Van Stappen G, Wille M, Sorgeloos P. 2013.** Rotifers, *Artemia* and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In: *Advances in aquaculture hatchery technology*. Woodhead Publishing. p 157-202.
  12. **Faria PMC, Crepaldi DV, Teixeira EA, Ribeiro LP, Souza AB, Carvalho DC, Saliba EOS. 2006.** Criação, manejo e reprodução do peixe *Betta splendens* (Regan 1910). *Rev Bras Reprod Anim* 30: 134-149.
  13. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022.** El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, Italia: FAO. 288 p.
  14. **Flores DR, Casados LE, Velasco SF, Ramírez AC, Velázquez G. 2020.** Comparative study of composition, antioxidant and antimicrobial activity of two adult edible insects from Tenebrionidae family. *BMC Chemistry* 14; 55.
  15. **Forsatkar MN, Nematollahi MA, Amiri BM, Huang WB. 2014.** Fluoxetine inhibits aggressive behaviour during parental care in male fighting fish (*Betta splendens*, Regan). *Ecotoxicology* 23: 1794-1802.
  16. **Fosse PJ, Mattos DC, Cardoso LD. 2013.** Estratégia de coalimentação na sobrevivência e no crescimento de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. *Arq Bras Med* 65: 1801-1807. doi: /10.1590/S0102-09352013000600030
  17. **Freccia A, Tubin JSB, Rombenso AN, Emerenciano MGC. 2020.** Insects in aquaculture nutrition: An emerging eco-friendly approach or commercial reality? In: *Emerging technologies, environment and research for sustainable aquaculture*. London, UK: IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.90489
  18. **Gallego Gonzalez KC, Rios Malaver LD, Barreto Lopez YP. 2019.** Estrategias para fortalecimiento de exportaciones de peces ornamentales a los Estados Unidos. Tesis de Negocios Internacionales. Bogotá, Colombia: Universitaria Agustiniiana. 63 p-
  19. **García-Ulloa M, Gómez-Romero HJ. 2005.** Growth of angelfish *Pterophyllum scalare* [Gunther, 1862] juveniles fed inert diets. *Av Invest Agropec* 9: 49-59.
  20. **Gasco L, Acuti G, Bani P, Dalle Zotte A, Danieli PP, De Angelis A, et al. 2020.** Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition. *Ital J Anim Sci* 19: 360-372. doi: 10.1080/1828051X.2020.1743209
  21. **Gaspar Reyes W, Niño Velásquez A, Alejos Cabrera R, Ynga Huamán G. 2021.** Manual para la producción de

- Artemia franciscana como alimento para larvas y juveniles de peces, *Inf Inst Mar Perú* 48: 35-49.
22. **Glencross BD, Booth M, Allan GL. 2007.** A feed is only as good as its ingredients—a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutir* 13: 17-34. doi: 10.1111/j.1365-2095.2007.00450.xC
  23. **Gómez EMM, Martínez REA, Ortega JAF. 2021.** Comportamiento del mercado de los peces ornamentales continentales en Colombia. *Ciencia y Agricultura* 18: 63-75. doi: 10.19053/01228420.v18.n1.2021.11320
  24. **Gutiérrez-Espinosa MC, Garzón JSV. 2019.** Aspectos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce. *Revista Pplitecnica* 15: 82-93. doi: 10.33571/rpolitec.v15n30a8
  25. **Hua K, Cobcroft JM, Cole A, Condon K, Jerry DR, Mangott A, et al. (2019).** The future of aquatic protein: implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth* 1: 316-329. doi: 10.1016/j.oneear.2019.10.018
  26. **Hua K. 2021.** A meta-analysis of the effects of replacing fish meals with insect meals on growth performance of fish. *Aquaculture* 530: 735732. doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.735732
  27. **Jiménez-Rojas JE, Alméciga-Díaz PA, Herazo-Duarte DM. 2012.** Desempeño de juveniles del pez ángel *Pterophyllum scalare* alimentados con el oligoqueto *Enchytraeus buchholzi*. *Universitas Scientiarum* 17: 28-34.
  28. **Landines M, Sanabria A, Daza P. 2007.** Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá, Colombia: INCODER. 236 p.
  29. **Lavaniegos BE, Heckel G, Ladrón de Guevara P. 2012.** Variabilidad estacional de copépodos y cladóceros de bahía de los Ángeles (Golfo de California) e importancia de *Acartia clausi* como alimento del tiburón ballena. *Ciencias Marinas* 38: 11-30.
  30. **Lavens P, Sorgeloos P. 1996.** Manual on the production and use of live food for aquaculture. N° 361). Rome: FAO. [Internet]. Available in: <https://www.fao.org/4/W3732E/w3732e00.htm>
  31. **Lim LC, Cho YL, Dhert P, Wong CC, Nelis H, Sorgeloos P. 2002.** Use of decapsulated Artemia cysts in ornamental fish culture. *Aquaculture Res* 33: 575-589. doi: 10.1046/j.1365-2109.2002.-00687.x
  32. **Luna-Figueroa J, Vargas ZDJ, Figueroa TJ. 2010.** Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtens-tein, 1823). *Av Invest Agropec* 14: 63-72.
  33. **Makkar H, Tran G, Heuzé V, Ankers P. 2014.** State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Anim Feed Sci Technol* 197: 1-33. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008
  34. **Maldonado AG, Lopes PFM, Fernández CAR, Alcalá CAL, Sumalia UR. 2017.** Transboundary fisheries management in the Amazon: Assessing current policies for the management of the ornamental silver arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*). *Marine Policy* 76: 192-199. doi: 10.1016/j.marpol.2016.11.021
  35. **Martínez-Porchas M, Ramos-Enríquez R, Martínez-Córdova LR. 2009.** Dinámica de crecimiento de peces y crustáceos. *REDVET* 10 1-16..
  36. **Mastoraki M, Ferrándiz PM, Vardali SC, Kontodimas DC, Kotzamanis YP, Gasco L, et al. 2020.** A comparative study on the effect of fish meal substitution with three different insect meals on growth, body composition and metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L). *Aquaculture* 528: 735511. doi: 10.1016/j.aquaculture.-2020.735511
  37. **Maulu S, Langi S, Hasimuna OJ, Missinhoun D, Munganga BP, Hampuwo BM, et al. 2022.** Recent advances in the utilization of insects as an ingredient in aquafeeds: a review. *Anim Nutr* 11: 334-349. doi: 10.1016/j.aninu.2022.07.013

38. **Milad K, Mohammed S, Seyed AH. 2011.** Effects of water hardness on egg hatchability and larval viability of angelfish (*Pterophyllum scalare*). *Int J Res Fish Aquac* 1: 6-10.
39. **Mills D, Vevers G. 1986.** Guía práctica ilustrada de los peces de acuario. Barcelona, España: Ed. Blume. 208 p.
40. **Moreno DY, Ávila J. 2015.** Sustitución de Artemia salina por alimento balanceado en larvas de *Betta splendens*. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Colombia: Univ. Cooperativa de Colombia. 61 p.
41. **Nanton DA, Castell JD. 1998.** The effects of dietary fatty acids on the fatty acid composition of the harpacticoid copepod, *Tisbe* sp., for use as a live food for marine fish larvae. *Aquaculture* 163: 251-261. doi: 10.1016/S0044-8486-(98)00236-1
42. **Nanton DA, Castell JD. 1999.** The effects of temperature and dietary fatty acids on the fatty acid composition of harpacticoid copepods, for use as a live food for marine fish larvae. *Aquaculture* 175: 167-181. doi: 10.1016/S0044-8486-(99)00031-9
43. **Ocha IM, Ujah MO, Adeniyi KA, Ochuole JO, Yahaya AW. 2022.** The contribution of insects to sustainable food security, livelihoods and environment: a review. *Watari Multi-disciplinary J Sci Technol Math Educ* 6: 100-113.
44. **Ogata Y, Kurokura H. 2012.** Use of the freshwater rotifer *Brachionus angularis* as the first food for larvae of the Siamese fighting fish *Betta splendens*. *Fisheries Sci* 78: 109-112.
45. **Patra S, Ghost TK. 2015.** Larval rearing of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*) fed on different diets. *J Agric Vet Sci* 8: 6-11. doi: 10.9790/2380-08610611
46. **Pham HD, Le MH, Dinh KV, Siddik MA, Hoang DH, Van Ngo M. 2022.** Effects of enrichment Artemia with organic selenium and essential fatty acids on growth performance and fatty acid composition of barramundi (*Lates calcarifer*) larvae. *Regional Studies in Marine Science* 55: 102595. doi: 10.1016/j.rsma.2022.102595
47. **Portella MC, Verani JR, Cestarolli MA. 2000.** Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus scrofa* larvae and fingerlings. 1. Effects on survival and growth rates. *J Aquac Trop* 15: 45-58.
48. **Prieto M, Atencio V. 2008.** Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. *Revista MVZ Córdoba* 13: 1415-1415.
49. **Raja S, Babu TD, Nammalwar P, Jacob CT, Dinesh KPB. 2014.** Potential of ornamental fish culture and marketing strategies for future prospects in India. *Int J Biosci Nanosci* 1: 119-125.
50. **Rapatsa M, Moyo N. 2022.** A review and meta-analysis of the effects of replacing fishmeal with insect meals on growth of tilapias and sharptooth catfish. *Aquaculture Nutrit* 2022: ID 9367587. doi: 10.1155/2022/9367587
51. **Rendón B. 2020.** Evaluación del efecto del alimento vivo y alimento balanceado comercial sobre el tiempo de crecimiento del pez Betta (*Betta splendens*). Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Ecuador: Univ. Católica de Santiago de Guayaquil. 40 p.
52. **Richardson A, Dantas-Lima J, Lefranc M, Walraven M. 2021.** Effect of a flack soldier fly ingredient on the growth performance and disease resistance of juvenile Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Animals* 11: 1450. doi: 10.3390/ani11051450
53. **Rivera CM, Botero M. 2009.** Alimento vivo enriquecido con ácidos grasos para el desarrollo larvario de peces. *Rev Colomb Cienc Pecu* 22: 607-618.
54. **Rogacki TC, Davie A, King E, Esnault S, Migaud H, Monroig O. 2019.** Short-term lecithin enrichments can enhance the phospholipid and DHA contents of the polar lipid fraction of *Artemia nauplii*. *Aquaculture* 510: 122-130. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.05.041

55. **Saekhow S, Thongprajukaew K, Phromkunthong W, Sae-Khoo H. 2018.** Minimal water volume for intensively producing male Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Fish Physiol Biochem* 44: 1075-1085. doi: 10.1007/s10695-018-0495-z
56. **Santos DM, Santos EL, de Souza APL, Temoteo MC, de Almeida Cavalcanti MC, da Silva FCB, da Conceição Pontes E. 2013.** Uso de extrato aquoso da folha desidratada de amendoeira (*Terminalia catappa*) no cultivo de *Betta splendens*. *Pubvet* 7: 259-311.
57. **Simhachalam G, Kumar NS, Rao KG 2015.** Biochemical composition and nutritional value of *Streptocephalus simplex* as live feed in ornamental fish culture. *J Basic Appl Zool* 72: 66-72. doi: 0.1016/j.jobaz.2015.01.007
58. **Sorgeloos PL, Leger P, Tackaert P, Versichele D. 1986.** Manual para el cultivo y uso de artemia en acuicultura (N° F009. 105). FAO. [Internet]. Disponible en: <https://www.fao.org/4/AB474S/AB474S01.htm>
59. **Sorin S. 1989.** Instalación y mantenimiento de acuarios. Tomo I. Física, química y biología del acuario. Buenos Aires, Argentina: Albatros. 361 p.
60. **Terova G, Gini E, Gasco L, Moroni F, Antonini M, Rimoldi S. 2021.** Effects of full replacement of dietary fishmeal with insect meal from *Tenebrio molitor* on rainbow trout gut and skin microbiota. *J Animl Sci Biotechnol* 12: 1-14. doi: 10.1186/s40104-021-00551-9
61. **Thongprajukaew K, Kovitvadhi U, Kovitvadhi S, Somsueb P, Rungruangsak-Torrissen K. 2011.** Effects of different modified diets on growth, digestive enzyme activities and muscle compositions in juvenile Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Aquaculture* 322: 1-9. doi: 10.1016/j.aquaculture.2011.10.006
62. **Van Huis A, Dicke M, van Loon JJ. 2015.** Insects to feed the world. *J Insects Food Feed* 1: 3-5. doi: 10.3920/JIFF2015.x002
63. **Van Huis A, Ooninx DG 2017.** The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agron Sustainable Develop* 37: 1-14. doi: 10.1007/s13593-017-0452-8
64. **Vantomme P. 2013.** The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment. [Internet]. Available in: <https://www.fao.org/4/i3264e/i3264e00.pdf>
65. **Velasco Y, Carrasco W. 2011.** Requerimientos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce: una revisión. *Rev MVZ Córdoba* 16: 2458-2469.
66. **Were GJ, Irungu FG, Ngoda PN, Affognon H, Ekesi S, Nakimbugwe D, et al. 2022.** Nutritional and microbial quality of extruded fish feeds containing black soldier fly (*Hermetia illucens* L) larvae meal as a replacement for fish meal for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sharp-tooth catfish (*Clarius gariepinus*). *J Appl Aquaculture* 34: 1036-1052. doi: 0.1080/10454438.2021.1922327
67. **Yu X, He Q, Wang D. 2021.** Dynamic analysis of major components in the different developmental stages of *Tenebrio molitor*. *Front Nutr* 8: 689746. doi: 10.3389/fnut.2021.689746
68. **Zafra A, Vela K. 2015.** Producción de semilla de *Pterophyllum scalare* «pez ángel» en sistema cerrado, Trujillo-Perú. *REBIOL* 35: 91-98.
69. **Zeng C, Shao L, Ricketts A, Moorhead J. 2018.** The importance of copepods as live feed for larval rearing of the green mandarin fish *Synchiropus splendidus*. *Aquaculture* 491: 65-71. doi: 10.1016/j.aquaculture.2018.03.011