

# Larvicultura del *Betta splendens* utilizando rotíferos *Brachionus calyciflorus* e infusorios como fuente de alimento

## *Betta splendens* larviculture of using rotifers *Brachionus calyciflorus* and infusoria as a feed source

## Larvicultura do *Betta splendens* utilizando o rotífero *Brachionus calyciflorus* e infusórios como fonte de alimento

Gustavo A. Torres-Valencia<sup>1\*</sup>; Marco A. Imues-Figueroa<sup>2\*</sup>; Jaimet F. Bucheli-Fuelantala<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Profesional en Acuicultura

<sup>2</sup> Zootecnista, MSc

<sup>3</sup> IPA.

\* Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia.

Email: gustavotorresvalencia@gmail.com

Recibido: 03 de octubre de 2016

Aceptado: 03 de diciembre de 2016

### Resumen

En larvicultura de peces de boca pequeña, el tipo de alimento vivo suministrado, así como los tiempos más adecuados de suministro y transición entre una dieta y otra son de gran importancia. Los rotíferos e infusorios son utilizados comúnmente como alimento vivo inicial para larvas de *Betta splendens*, especie difícil de alimentar con dietas inertes durante los primeros días de vida. El presente estudio tuvo como fin determinar el efecto del rotífero *Brachionus calyciflorus* como fuente de alimento vivo en larvicultura del *B. splendens*. Fue realizado un experimento de larvicultura, en el cual se evaluó la transición de rotíferos o infusorios hacia *Artemia* bajo dos periodos de tiempo distintos, el primero fue suministro de rotíferos por 3 ó 6 días (T1 y T2). El segundo fue suministro de infusorios por 3 ó 6 días (T3 y T4). En cada tratamiento, se suministró *Artemia* después del periodo de alimentación con rotíferos. Fueron monitoreados en el agua los parámetros de temperatura y pH. Fueron utilizadas cuatro replicas por tratamiento, a las cuales se les midió la supervivencia y crecimiento en longitud total. Se utilizaron cajas multiceldas de 6 celdas cada una, y 10 larvas por celda. Se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ), excepto entre T3 y T4 ( $p > 0,05$ ). Las larvas alimentadas con rotíferos crecieron más rápido con la dieta de infusorios, alcanzando  $10,1 \pm 0,4$ ,  $9,4 \pm 0,4$ ,  $7,9 \pm 1$  y  $7,4 \pm 0,4$  mm, para T1, T2, T3 y T4, respectivamente. La supervivencia también fue mayor en los tratamientos con rotíferos, presentando 90 y 85,5 % para T1 y T2, comparado con los resultados de T3 y T4, 54,4 y 52,3 %, respectivamente. Los rotíferos muestran ser un mejor alimento para las larvas del *B. splendens*, mejorando los prospectos de la larvicultura en esta especie.

**Palabras claves:** Alimento vivo, *Betta splendens*, larvicultura, pez luchador de Siam, rotíferos.

### Abstract

In larviculture fish of small mouth, the kind of live food supplied, as well as the most appropriate delivery times and transition between one diet and other are of great importance. The rotifers and infusorios are commonly used as first live feed

for *Betta splendens* larvae, difficult species to feed with inert diets during the first days of life. The present study was aimed to determine the effect of rotifer *Brachionus calyciflorus* as a source of live feed on the larval rearing of *B. splendens*. Therefore, a larviculture experiment was organized, in which the transition of rotifers or infusoria to *Artemia*, under two different time periods, the first was rotifers supply for 3 or 6 days (T1 and T2). The second was Infusoria supply 3 or 6 days (T3 and T4). In each treatment, *Artemia* was supplied after the period rotifer feed. The parameters of temperature and pH were monitored. Four replicates per treatment, to which the survival and growth in total length were measured. Multiwell plates of 6 well and ten larvae were used per well. Statistical differences between treatments were presented ( $p < 0,05$ ), except between T3 and T4 ( $p > 0,05$ ). The larvae fed with rotifer grew more rapidly than infusoria diets, reaching  $10,1 \pm 0,4$ ,  $9,4 \pm 0,4$ ,  $7,9 \pm 1$  and  $7,4 \pm 0,4$  mm, for T1, T2, T3, and T4, respectively. Survival was also higher in treatments with rotifers, presenting 90 and 85,5% for T1 and T2, compared with 54,4 and 52,3% for T3 and T4. Rotifers are better food than infusorians for *B. splendens* larvae, improving larviculture prospects.

**Key words:** Live feed, *Betta splendens*, larviculture, rotifers, Siamese fighting fish.

## Resumo

Na larvicultura de peixes com boca pequena, o tipo de alimento vivo fornecidos, assim como a os tempos mais adequado de fornecimento e transição entre uma dieta e outra são muito importantes, os rotíferos e infusórios são comumente utilizados como alimento vivo para larvas de *Betta splendens*, espécie difícil de alimentar durante os primeiros dias de vida com dietas inertes, a presente pesquisa tinha como objetivo determinar o efeito do rotífero *Brachionus calyciflorus* como fonte de alimento vivo na larvicultura de *B. splendens*, para isto estabeleceu-se um experimento de larvicultura, no qual foi avaliada a transição de rotíferos ou infusórios à *Artemia* sob dois períodos de tempo diferentes, no primeiro foi fornecimento de rotíferos por 3 ou 6 dias (T1 e T2). No segundo foi fornecimento de infusórios de 3 ou 6 dias, (T3 y T4). Em cada tratamento foi fornecido *Artemia* após do período de alimentação com rotíferos. Os parâmetros de temperatura e de pH foram monitorizados, estabeleceu-se quatro repetições por tratamento os quais mediou-se a sobrevivência e crescimento em comprimento total, foram utilizadas caixas multicélulas de 6 células em cada, e 10 larvas por célula, apresentaram-se diferenças estatísticas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ), exceto entre T3 e T4 ( $p > 0,05$ ). As larvas alimentadas com rotíferos cresceram mais rápido que com a dieta de infusórios atingindo  $10,1 \pm 0,4$ ,  $9,4 \pm 0,4$ ,  $7,9 \pm 1$  y  $7,4 \pm 0,4$  mm, para T1, T2, T3 y T4, respectivamente. A sobrevivência também foi maior nos tratamentos com rotíferos, apresentando 90 e 85,5 % para T1 e T2, em comparação com 54,4 e 52,3 % para T3 e T4. Os rotíferos são um melhor alimento que os infusórios para as larvas do *B. splendens*, melhorando as perspectivas da larvicultura.

**Palavras chave:** Alimento vivo, *Betta splendens*, larvicultura, rotíferos.

## Introducción

En acuicultura, los rotíferos del género *Brachionus* han sido por años la presa viva más común dentro de los laboratorios de producción de alevinos de peces, siendo más frecuente su uso en especies marinas con larvas de boca pequeña y tracto digestivo poco desarrollado (Lubzens y Zamora, 2003). En los peces de agua dulce el uso de rotíferos marinos supone algunos problemas, puesto que estos no pueden sobrevivir mucho tiempo en agua dulce y requieren un aumento en la salinidad del agua en larvicultura, lo que puede generar estrés osmótico en las larvas de peces (Aoyama et al., 2015). A raíz de lo anterior, el uso de infusorios como alimento vivo ha sido ampliamente utilizado en larvicultura (Ogata y Kurokura, 2012), especialmente en la acuafilia, industria multimillonaria a nivel mundial (Chapman et al., 1997; Anjos et al., 2009).

El uso de infusorios como primer alimento sigue siendo común, o se realizan colectas de zooplancton silvestre proveniente de estanques fertilizados, los cuales requieren mayor espacio y generan inestabilidad en términos de cantidad y proporción poblacional de

organismos (Atencio et al., 2003; Puello et al., 2010; Ogata y Kurokura, 2012).

Lim et al., (2003), sugieren que los rotíferos de agua dulce son necesarios como alimento para aproximadamente 35 especies de peces ornamentales de agua dulce. Un ejemplo es el rotífero *Brachionus calyciflorus*, una especie de pequeño tamaño (130 a 231  $\mu\text{m}$ ) y con avances en la producción intensiva en laboratorio (Park et al., 2001; Ashraf et al., 2010; Kabir et al., 2010), suficiente para satisfacer los requerimientos como presa para muchas especies de peces de agua dulce con importancia comercial. De hecho, cada vez más incrementan las experiencias utilizando rotíferos dulceacuícolas del género *Brachionus*, especialmente en aquellas especies en las cuales los nauplios de *Artemia* son demasiado grandes para la abertura bucal de las larvas (Aoyama et al., 2015; Harzevili et al., 2003; Ogata y Kurokura, 2012).

Algunas de éstas experiencias han sido desarrolladas en *Betta splendens* que es un pez alimentado comúnmente con infusorios (Ogata y Kurokura, 2012), siendo una de las especies de agua dulce más populares

dentro de los peces ornamentales a nivel mundial (Ogata y Kurokura, 2012) y de mayor importancia comercial en los Estados Unidos de América (Chapman *et al.*, 1997). Ogata y Kurokura (2012) demostraron que el uso de rotíferos *Brachionus angularis* por 5 y 15 días de alimentación generaron mayor crecimiento en larvas de *B. splendens* en comparación a infusorios (*Paramecia* sp.). No obstante, algunas larvas de esta especie de pez son capaces de consumir nauplios recién eclosionados de *Artemia* como primer alimento (Fabregat *et al.*, 2017), lo cual sugeriría que la fase de alimentación con rotíferos podría ser más corta, disminuyendo el requerimiento de rotíferos y por consiguiente facilitando la larvicultura, teniendo en cuenta que los nauplios de *Artemia* provienen de la eclosión de huevos de resistencia altamente disponibles y de fácil obtención comercial.

Así, el presente estudio tuvo como fin evaluar dos tiempos de alimentación con rotíferos *B. calyciflorus* e infusorios como un primer alimento durante la larvicultura del *Betta splendens*, especie de importancia comercial en la acuariofilia.

## Metodología

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Ficología y Productividad primaria, Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño-Colombia. Se realizó un experimento de larvicultura con ejemplares *Betta splendens*, utilizando como alimento el rotífero *Brachionus calyciflorus* e infusorios como primer alimento.

**Cultivo de Microalgas.** Para los experimentos fue necesario realizar cultivos escalonados de la microalga *Scenedesmus* sp. (sistema en Batch), perteneciente al Cepario del laboratorio de Ficología y Larvicultura del Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño, Colombia. Esta fue cultivada con una modificación del F/2 de Guillard (Kent F/2 Algal Formula Solution) hasta volúmenes de 20 L. Los cultivos fueron dejados sin aireación por un periodo de 5 días, dentro de los cuales la microalga se precipitó. Dicho precipitado de microalgas fue extraído con cuidado y almacenado a 4 °C en un refrigerador.

**Cultivo de Rotíferos.** La cepa del rotífero *Brachionus* (130 a 231  $\mu\text{m}$ ) utilizada para el experimento pertenece al mismo laboratorio que las microalgas utilizadas, el cual fue obtenido desde colectas de zooplancton provenientes de tanques de cultivo de Tilapia roja (*Oreochromis* sp) en el Municipio del Remolino (Nariño, Colombia) en el año 2015.

Los rotíferos fueron mantenidos en volúmenes de 250 mL, los cuales fueron llevados hasta 3 L, en donde fueron cultivados utilizando microalgas *Scenedesmus* sp. como fuente de alimento, a una razón diaria de 2.2 microgramos.rotífero<sup>-1</sup> (peso seco). El cultivo de rotíferos fue mantenido con aireación constante e iluminación indirecta con lámparas fluorescentes (2500 lux) en un fotoperiodo de 12:12 luz:oscuridad. La densidad del cultivo de rotíferos fue mantenida en 300 rotíferos por mililitro, realizando diariamente cosechas parciales y limpieza del fondo de los recipientes. Cada tres días se realizó una cosecha total y enjuague de los rotíferos utilizando una malla de Nylon (60 micrómetros).

**Cultivo de infusorios.** Los infusorios utilizados fueron cultivados en recipientes de 2 litros, con pasto seco y levadura disuelta en agua, los cultivos fueron alimentados una vez al día con una gota de leche, durante el periodo de estudio se alcanzaron densidades de 900 protozoarios.mL<sup>-1</sup>, la que fue determinada con cámara de conteo Sedgewick rafter bajo un microscopio Leica a 10 y 40x. Se mantuvieron en oscuridad a temperatura 27 °C. Los protozoarios estuvieron entre 40 a 80  $\mu\text{m}$ , pero no fueron identificados.

**Ensayos de larvicultura. Material biológico.** Las larvas de *Betta splendens* fueron obtenidas tras la reproducción de una pareja adquirida de la estación Piscícola Aquamazonía en el municipio de Villa Garzón Putumayo, Colombia. Los ejemplares fueron mantenidos en un acuario con un volumen de 5 litros, alimentados 3 veces al día con alimento micro-encapsulado (Otohime<sup>TM</sup> C1). El desove fue inducido al separar la hembra en un recipiente plástico traslucido de 250 mL por un periodo de 3 horas, posteriormente el macho formó un nido de burbujas en un fragmento de poliestireno. Posteriormente, la hembra fue liberada para dar inicio al cortejo y desove. Después del desove la hembra fue retirada y se mantuvo el cuidado parental del macho hasta la eclosión. Después de la eclosión las larvas fueron transferidas a otro acuario con recambios diarios del 90 % hasta el inicio de la alimentación exógena 3 DPE (Días posteriores a la Eclosión). La temperatura del agua fue mantenida utilizando un calentador ambiental controlado por un termostato digital para ambiente, el cual fue capaz de garantizar 27°C en las unidades experimentales. El pH fue monitoreado diariamente y mantenido en 7,2 a través de los recambios (acid y alkaline buffer, Seachem inc).

**Unidades experimentales.** Al inicio de la alimentación exógena, se distribuyeron al azar 240 larvas en 4 cajas multiceldas de 10 mL (Plastic Multiwell Slide Plates-MW6), para dar 10 larvas celda<sup>-1</sup> (1000 larvas L<sup>-1</sup>), con un fondo oscuro y con fotoperiodo de 12 horas Luz,

utilizando iluminación indirecta con lámparas fluorescentes dando una intensidad de 500 lux. Se utilizó una caja adicional por tratamiento, con 10 larvas por celda, con el fin de realizar una revisión periódica del tracto digestivo y verificar la presencia de presas. Se realizó diariamente un recambio del 90 % retirando la materia fecal y rotíferos no consumidos. Diariamente se monitorearon en el agua los parámetros temperatura y pH (EDGE kit HI12300 Hanna instruments).

Cuatro tratamientos con 6 réplicas, se instalaron iniciando con larvas de 3 DPE. Dos tratamientos, con larvas alimentadas con rotíferos hasta los 5 y 8 DPE (3 y 6 días de alimentación). Otros dos tratamientos alimentados con infusorios hasta 5 y 8 DPE. En todos los tratamientos el alimento inicial (Rotíferos o infusorios) fue reemplazado por Nauplios recién eclosionados de *Artemia* (INVE) en el instar I, cambio que se dio dependiendo del tiempo de duración de las respectivas dietas experimentales (5DPE y 8 DPE).

**Alimentación de las larvas.** Se utilizó una cámara Sedgewick Rafter para contar la concentración de rotíferos o infusorios de los cultivos, y así determinar el volumen necesario a cosechar para las dietas. La cantidad de presas a suministrar a las larvas fue mantenida en 30 individuos.mL<sup>-1</sup> la cual fue reajustada 3 veces al día. Los rotíferos cosechados fueron mantenidos en recipientes de 20 mL con 3x10<sup>5</sup> células.mL<sup>-1</sup> de *Sceuedesmus* sp.

La alimentación fue mantenida en 3 Naup.mL<sup>-1</sup> hasta el día 10 DPE. De ahí en adelante y hasta finalizar el ensayo se incrementó la alimentación a 12 Naup.mL<sup>-1</sup>. Al igual que con el resto del zooplancton la densidad de alimento fue ajustada 3 veces al día. Debido a que los Nauplios de *Artemia* no pueden sobrevivir muchas horas en agua dulce, diariamente se realizó la extracción de nauplios muertos y no consumidos de cada unidad experimental antes de iniciar con el periodo de oscuridad (06:00 pm).

**Biometría y supervivencia de larvas.** Se realizó una medición de la longitud total de 12 larvas por tratamiento en los días 3, 6, 8, 12 y 19 DPE, las mediciones se realizaron con la ayuda de un microscopio Nikon con micrómetro ocular incorporado, bajo un objetivo de 4X. Las larvas fueron extraídas al azar y cuidadosamente dispuestas en portaobjetos con poca humedad, tiempo que no duró más allá de 20 segundos por larva con el fin de no estresar demasiado los animales. Después de cada medición las larvas fueron devueltas a sus respectivas unidades experimentales.

A los 8 y 19 DPE se determinó la supervivencia de las larvas, realizando un conteo del número de larvas vivas en cada una de las unidades experimentales.

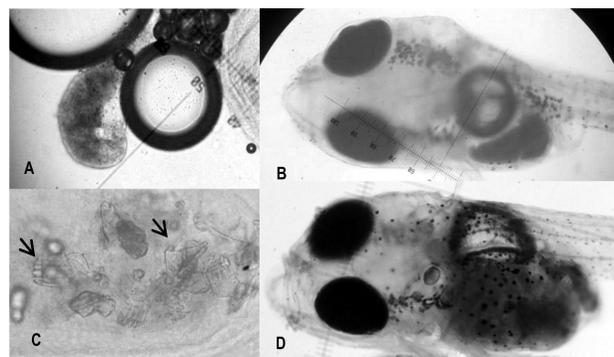
### Análisis Estadístico

El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar. Los valores cuantitativos fueron expresados como promedio ± la desviación estándar. Se verificaron los supuestos de Normalidad, Homogeneidad e independencia de los errores. Se utilizó un ANOVA a una vía, con el fin de ver la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Seguido a esto se realizó una prueba Tukey. En el caso de la supervivencia se realizó una prueba de Chi<sup>2</sup> con el fin de ver la diferencia entre los tratamientos.

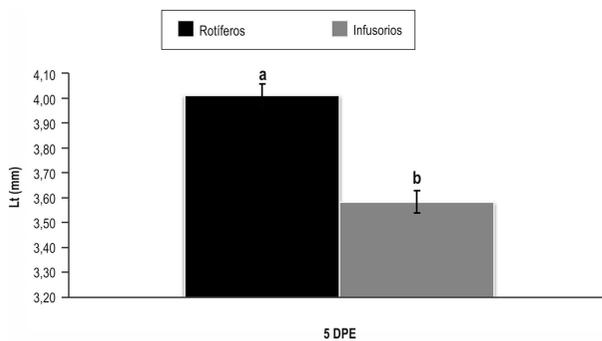
### Resultados

Como se utilizaron unidades experimentales alternas durante los primeros días de experimentación, se logró revisar que los rotíferos fueron realmente digeridos, para lo cual las larvas sacrificadas mostraron presencia de mastax y restos de material indiferenciado. En el caso de los infusorios, no se logró diferenciar el tipo de protozoarios que conformó esta dieta, no obstante las larvas siempre contenían el tracto digestivo con alimento digerido (Figura 1).

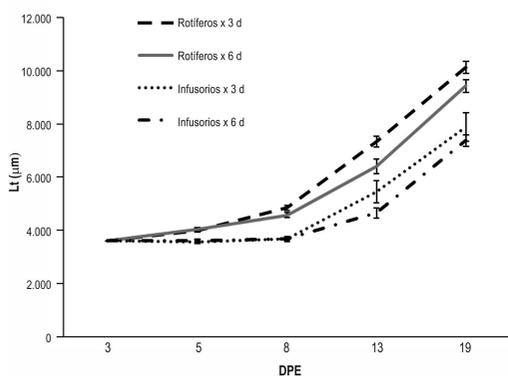
En cuanto al crecimiento las larvas alimentadas con rotíferos presentaron mayor talla ( $p < 0,05$ ) después de 3 días de alimentación (5 DPE) que las larvas alimentadas con infusorios ( $4,01 \pm 0,097$  mm contra  $3,58 \pm 0,099$  mm, respectivamente) (Figura 2). El análisis de crecimiento realizado desde los 5 hasta los 19 DPE mostró que los tratamientos presentaron diferencias significativas entre ellos (Figura 3) ( $p < 0,05$ ). Las larvas



**Figura 1.** Presencia de presas en tracto digestivo de larvas de *Betta splendens*. A: Tracto digestivo de Tratamiento con infusorios; B: Larvas alimentadas con infusorios; C: Tracto digestivo de tratamiento con rotíferos, flechas indican mastax de rotíferos; D: Larvas alimentadas con rotíferos.



**Figura 2.** Crecimiento de larvas de *Betta splendens* con rotíferos *Brachionus calyciflorus* e infusorios. Datos de Longitud Total a los 5 días después de la eclosión (DPE).



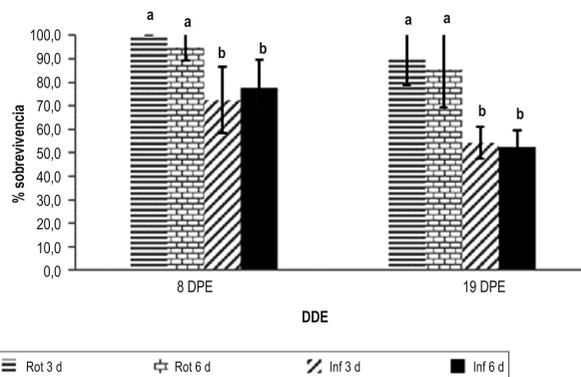
**Figura 3.** Crecimiento de larvas de *Betta splendens* con rotíferos *Brachionus calyciflorus* o infusorios por 3 y 6 días de alimentación.

que presentaron el mayor valor de longitud total al finalizar el experimento fueron aquellas que recibieron rotíferos por solo 3 días ( $10,1 \pm 0,4$  mm). En tamaño continuaron aquellas que recibieron rotíferos por 6 días ( $9,4 \pm 0,4$  mm), seguidas de las que recibieron infusorios por 3 y 6 días ( $7,9 \pm 0,9$  mm y  $7,4 \pm 0,4$  mm).

La supervivencia presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Fig. 4), presentando los mayores valores ( $p < 0,05$ ) aquellos tratamientos en los cuales se incluyó rotíferos dentro de la dieta por 3 y 6 DPE ( $90 \pm 11,5$  y  $85 \pm 16,5$  %, respectivamente) en comparación a los tratamientos de alimentación con infusorios por 3 y 6 DPE ( $54,4 \pm 6,9$  y  $52,3 \pm 7,4$  %).

## Discusión

Las larvas de *B. splendens* fueron capaces de ingerir fácilmente los rotíferos *Brachionus calyciflorus* presentando mejores respuestas en términos de supervivencia y crecimiento que las alimentadas con infusorios. Lo anterior es similar a lo encontrado por de Côrtes y



**Figura 4.** Supervivencia de larvas de *Betta splendens* a los 8 y 19 días posteriores a la eclosión utilizando rotíferos *Brachionus calyciflorus* o infusorios por 3 y 6 días de alimentación.

Tsuzuki, (2012) quienes realizaron la alimentación de larvas de *Elacatinus figaro* comparando el protozoario *Euplotes* sp., los rotíferos *Brachionus* sp. y copépodos marinos. En dicho estudio los protozoarios generaron niveles más bajos de supervivencia y crecimiento que las otras dietas experimentales.

Lo anterior muestra el gran potencial que genera el uso de rotíferos para las larvas de peces, en la misma forma Lim y Wong, (1997) sugieren que la supervivencia de larvas de peces ornamentales alimentadas con *B. calyciflorus* aumenta significativamente, superando el 70 % comparado con los métodos de larvicultura extensivos y con menos control de la alimentación. También, Puello *et al.*, (2010) realizaron una larvicultura del *B. splendens* usando como primera alimentación el rotífero marino *Brachionus rotundiformis*, suministrados a razón de 10 rotíferos.mL<sup>-1</sup> o 2000 rotíferos por larva hasta los 15 DPE, alcanzando hasta el 100% de supervivencia y 4,78 mm de LT. No obstante, el crecimiento de las larvas en el presente estudio fue superior, puesto que tan solo a los 13 DPE alcanzaron 7,3 mm de LT.

Por otro lado, existen algunas especies que pueden presentar aberturas bucales demasiado pequeñas, aún para los rotíferos "Smalle" *Brachionus rotundiformis*, en los cuales los protozoarios con tamaños inferiores a los rotíferos podrían generar mejores resultados o ser de mayor utilidad, como en larvas de *Gobiosoma evelynae*, que según Olivotto, *et al.*, (2005) muestran mayor supervivencia cuando se incluye como alimento inicial el ciliado *Euplotes* sp. en comparación a rotíferos pequeños *B. rotundiformis*. Sin embargo, las larvas de *B. splendens* poseen aberturas bucales suficientemente grandes para capturar fácilmente los rotíferos *Brachionus* marinos (Puello-Cruz, *et al.*, 2010)

o dulceacuícolas de este estudio. Adicionalmente, Fabregat, et al., (2017) reportan que algunas larvas de *B. splendens* pueden consumir directamente nauplios de *Artemia* recién eclosionados en la primera alimentación. Ahora bien, empezar la dieta de esta especie con nauplios de *Artemia* puede tener algunos inconvenientes, por ejemplo, los nauplios no sobreviven por mucho tiempo en agua dulce y las larvas no poseen mucha habilidad de caza durante la primera alimentación (Woolley, et al., 2012), lo que aumentaría la cantidad de nauplios muertos en el fondo del tanque de larvicultura, generando un posible deterioro en la calidad del agua. Estos autores muestran que usar un poco la salinidad puede mejorar esta disponibilidad, mostrando crecimientos de 10,3 a 14,6 mm LT en 50 días de experimentación, aun siendo bajos para los alcanzados en el presente estudio si se tiene en cuenta el tiempo de experimentación (10,1 ± 0,4 mm LT en 19 DPE). Adicionalmente, en este estudio no se observó desperdicio de nauplios de *Artemia* durante la alimentación, probablemente porque las larvas estaban más desarrolladas cuando iniciaron su alimentación con *Artemia* (3 DPE), de igual forma ocurrió con los rotíferos en nuestras cámaras experimentales, puesto que éstos son de agua dulce y no sufren efectos osmóticos cuando son dispuestos en los recipientes de larvicultura, lo que sí podría ocurrir con el uso de rotíferos marinos y podría explicar el menor crecimiento reportado por Puello-Cruz, et al., (2010).

Una adecuada transición a nauplios de *Artemia* es muy importante, puesto que garantiza el crecimiento adecuado de las larvas. En este experimento un suministro de rotíferos por 6 días disminuyó el crecimiento de las larvas ( $p < 0,05$ ) comparado con un suministro por 3 días solamente (6,3 mm y 7,3 mm a los 13 DPE, respectivamente). De igual forma Ogata y Kurokura, (2012) encontraron menor crecimiento en larvas de *B. splendens* con largos periodos de alimentación (15 días) con rotíferos o infusorios a los 18 DPE (7,6 ± 0,5 y 4,6 ± 0,1 mm LT, respectivamente) comparados con periodos cortos (5 días) seguidos por nauplios de *Artemia* (11,3 ± 1,2 mm LT). No obstante, estos autores no usaron nauplios de *Artemia* en el tratamiento de infusorios, obteniendo por consiguiente bajo crecimiento con esa dieta en comparación al tratamiento de infusorios del presente estudio (7,9 ± 0,9 mm a los 19 DPE). Adicionalmente, la dieta de rotíferos por 5 días en el estudio de Ogata y Kurokura, (2012) fue ligeramente mayor a la del presente estudio (10,1 ± 0,4 mm a los 19 DPE), lo cual pudo atribuirse a la diferencia en la densidad experimental de las larvas, puesto que ellos usaron 15 larvas.L<sup>-1</sup> y en este estudio 1000 larvas L<sup>-1</sup> (celdas de 10 mL con 10 larvas por celda).

Los resultados muestran que las larvas no requieren rotíferos más allá de 3 días, lo que podría disminuir el requerimiento de esta dieta y facilitar el protocolo de larvicultura. En este sentido, Nas, et al., (2016) afirman que es muy importante conocer el momento de realizar la transición de rotíferos a nauplios de *Artemia*, de lo contrario, podría generarse un desbalance entre el gasto energético utilizado para la captura de pequeños rotíferos y la energía que dichos organismos le suministran a la larva. También, de Cortes y Tsuzuki, (2012) establecen que un retraso en el suministro de nauplios de *Artemia*, puede generar también un retraso en el crecimiento de las larvas.

De forma contraria a lo anterior, algunos problemas se han generado con el uso anticipado de *Artemia*, como es el caso de la pérdida de flotabilidad neutra, la cual se genera por un aumento en la densidad larval, especialmente en los primeros estados de desarrollo de las larvas, donde la musculatura y las aletas están menos desarrolladas (Woolley, et al., 2012), de igual forma algunas larvas pueden sufrir altas mortalidades debidas a problemas en el desarrollo, como por ejemplo la vejiga natatoria, recomendando en algunos casos mayor transición de rotíferos a *Artemia* (Shields, et al., 2003). Por último, si bien algunas larvas pueden ingerir de manera temprana los grandes nauplios de *Artemia*, podría haber un efecto diferencial entre la digestión de estos nauplios y los rotíferos durante la primera alimentación, tal como lo muestra Luizi et al., (1999) quienes reportan diferencias en la capacidad digestiva de larvas del pez plano *Hippoglossus hippoglossus* para digerir nauplios de *Artemia* frente a copépodos. Lo anterior no se realizó en este estudio, puesto que en ninguno de los tratamientos se suministró *Artemia* como primer alimento, lo que podría ser investigado posteriormente, tratando de diferenciar la facilidad para digerir uno u otro organismo vivo durante la primera alimentación. No obstante, larvas analizadas en cámaras de larvicultura adicionales mostraron que los rotíferos encontrados dentro de los tractos digestivos se diferenciaban solo como restos de "lorica" y "mastax", significando que éstos fueron bien digeridos (Navarro-Guillén et al., 2015), además el rápido crecimiento observado con esta dieta fortalece la idea de su buen aprovechamiento por la larva.

El presente experimento se realizó en condiciones de laboratorio, pero muestra claramente los beneficios que poseen el uso de rotíferos como un primer alimento en larvicultura del *Betta splendens*, lo que podría ser dispuesto fácilmente y en forma rápida en la industria de peces ornamentales. Lo anterior teniendo en cuenta la relativa facilidad y disponibilidad de información para el cultivo de estos rotíferos (Park et al., 2001).

## Agradecimientos

A la Universidad de Nariño por brindar las instalaciones y recursos necesarios para realizar la presente investigación. A la granja ACUAMAZONÍA, por brindar los reproductores necesarios para llevar a cabo la presente investigación.

## Referencias

- Anjos HD, Amorim RM, Siqueira JA, Anjos CR. Exportação de peixes ornamentais do estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 2009;35(2):259-274.
- Aoyama Y, Moriya N, Tanaka S, Taniguchi T, Hosokawa H, Maegawa S. A Novel Method for Rearing Zebrafish by Using Freshwater Rotifers (*Brachionus calyciflorus*). *Zebrafish*. 2015;12(4):288-295.
- Ashraf M, Ullah S, Rashid T, Ayub M, Bhatti EM, Naqvi SA, Javaid M. Optimization of indoor production of fresh water rotifer, *Brachionus calyciflorus*, b: Feeding Studies. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2010;9(6):582-588.
- Atencio VJ, Kerguelén E, Wadnipar L, Narváez A. (*Prochilodus magdalenae*). *Revista MVZ Córdoba*. 2003;8(1):254-260.
- Awaiss A, Kestemont P, Micha JC. Nutritional suitability of the rotifer, *Brachionus calyciflorus* Pallas for rearing freshwater fish larvae. *J Appl Ichthyol*. 1992;8(1-4):263-270.
- Chapman FA, Fitz-Coy SA, Thunberg EM, Adams CM. United States of America trade in ornamental fish. *J World Aquacult Soc*. 1997;28(1):1-10.
- de Córtes GF, Tsuzuki MY. Effect of different live food on survival and growth of first feeding barber goby, *Elacatinus figaro* (Sazima, Moura y Rosa 1997) larvae. *Aquac Res*. 2012;43(6):831-834.
- Fabregat TE, Wosniak B, Takata R, Miranda-Filho KC, Fernandes JB, Portella MC. Larviculture of siamese fighting fish *Betta splendens* in low-salinity water. *Boletim Do Instituto de Pesca*. 2017;43(2):164-171.
- Harzevili AS, Charleroy DD, Auwerx J, Vught I, Slycken JV, Dhert P, Sorgeloos P. Larval rearing of burbot (*Lota lota* L.) using *Brachionus calyciflorus* rotifer as starter food. *J Appl Ichthyol*. 2003;19:84-87.
- Kabir IA, Baby IL, Hasan I, Naser N, Ali S. High Density Rotifer Culture as Live Food for Larval Rearing in Carp Hatcheries. *World Journal of Zoology*. 2010;5(2): 110-114.
- Lim LC, Wong CC. Use of the rotifer, *Brachionus calyciflorus* Pallas, in freshwater ornamental fish larviculture. *Hydrobiologia*. 1997;358(1):269-273.
- Lubzens E, Zamora O. 2003. Chapter 2. Production and Nutritional Value of Rotifers. In J. Støttrup y L. McEvoy (Eds.), Blackwell Science Ltd. *Live Feeds in Marine Aquaculture*. p. 17-64.
- Luizi FS, Gara B, Shields RJ, Bromage NR. Further description of the development of the digestive organs in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) larvae, with notes on differential absorption of copepod and *Artemia* prey. *Aquaculture*. 1999;176(1-2):101-116.
- Nass D, Gonçalves E, Tsuzuki M. Effect of live food transition time on survival, growth and metamorphosis of yellowtail clownfish, *Amphiprion clarkii*, larvae. *Aquacult Int*. 2016;24:1255.
- Navarro-Guillén C, Moyano FJ, Yúfera M. Diel food intake and digestive enzyme production patterns in *Solea senegalensis* larvae. *Aquaculture*. 2015;435:33-42.
- Ogata Y, Kurokura H. Use of the freshwater rotifer *Brachionus angularis* as the first food for larvae of the Siamese fighting fish *Betta splendens*. *Fisheries Science*. 2012;78(1):109-112.
- Olivotto I, Zenobi A, Rollo A, Migliarini B, Avella M, Carnevali O. Breeding, rearing and feeding studies in the cleaner goby *Gobiosoma evelynae*. *Aquaculture*. 2005;250(1-2):175-182.
- Park HG, Woo KL, Cho SH, Kim HS, Jung MM, Kim HS. High density culture of the freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus*. *Hydrobiologia*. 2001;(446-447):369-374.
- Puello AC, Velasco G, Martínez IE, Ramos E, Voltolina D. Growth and survival of siamese fighting fish, *Betta Splendens*, larvae at low salinity and with different diets. *J World Aquacult Soc*. 2010;41(5):823-828.
- Puello-Cruz AC, Velasco-Blanco G, Martínez-Rodríguez IE, Felix-Ramos E, Voltolina D. Growth and survival of siamese fighting fish, *Betta Splendens* Larvae at low salinity and with different diets. *J World Aquacult Soc*. 2010;41(5):823-828.
- Rosenlund G, Stoss J, Talbot C. Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets. *Aquaculture*. 1997;155(1):183-191.
- Shields RJ, Irwin S, Smith PL, McEvoy LA. Effects of diet transition regimen on survival, growth and lipid composition of intensively reared Atlantic cod, *Gadus morhua*, larvae. *Aquacult Int*. 2003;11(1-2):119-130.
- Woolley LD, Partridge GJ, Qin JG. Mortality reduction in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) larval rearing by optimising *Artemia* feeding regimes. *Aquaculture*. 2012;(344-349):161-167.