



## EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE ZOOPLANCTON (*Artemia sp* y COPÉPODOS) EN LA PRIMERA ALIMENTACIÓN DE SÁBALO (*Brycon melanopterus*)

## EVALUATION OF TWO TYPES OF ZOOPLANKTON (*Artemia sp* AND COPEPODS) IN THE FIRST FEEDING OF TARPON (*Brycon melanopterus*)

Ariel E. Gómez–Cerón<sup>1</sup> BM Esp, Edison S. Pecillo<sup>2</sup>, Ana X. Pinta<sup>2</sup>, Sandra M. Cerón<sup>2</sup>,  
Johana E. Delgado<sup>2</sup>

Recibido: 29-nov-2012

Aceptado: 29-ene-2013

### RESUMEN

El crecimiento, la tasa de crecimiento simple y la supervivencia suministrando artemia y copépodos, como dietas en la primera alimentación de sábalo amazónico (*Brycon melanopterus*) fue evaluado en el laboratorio de Ficología del Programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño. Se utilizó 504 larvas de sábalo amazónico de 30 horas post-eclosión. Se evaluó tres tratamientos con cuatro réplicas así: Tratamiento 0 (suministro nauplios de artemia eclosionada), Tratamiento 1 (suministro de copépodos, copepoditos, juveniles y adultos), Tratamiento 2 (combinación de nauplios de artemia y copépodos). El análisis de Brand-Snedecor indica que no existen diferencias significativas en el número de animales vivos hasta el primer muestreo en ninguno de los tratamientos ( $P>0,05$ ), obteniendo una supervivencia del 66%. El mayor incremento de peso se obtuvo alimentando con la combinación de artemia y copépodos ( $75,26 \pm 1,2$  mg), al igual que con nauplios de artemia eclosionada ( $113,6 \pm 1,15$  mg). La combinación de artemia con copépodos y artemia mostraron los mejores resultados en cuanto a incremento de longitud, con valores de  $1,43 \pm 0,09$  mm y  $1,80 \pm 0,1$  mm respectivamente. Los mayores incrementos de talla fueron obtenidos alimentando con la mezcla de copépodos y artemia (T2) durante el periodo de evaluación total. Los resultados señalan que la inclusión de artemia y copépodos es una alternativa tecnológica para la producción de alevinos de sábalo amazónico (*B. melanopterus*), pues mejora los índices productivos durante la fase de post-larva.

**Palabras clave:** artemia, copépodos, larvicultura, *Brycon melanopterus*

### ABSTRACT

Growth, simple growth rate and survival supplying brine shrimp and copepods as the first food diets in tarpon Amazonic (*Brycon melanopterus*) was evaluated in the laboratory of Phycology Program Aquaculture Production Engineering from the University of Nariño. We used 504 tarpon larvae at 30 hours after hatching; three treatments with four replicates were evaluated: Treatment 1 (adding copepods, copepodits and juveniles and adults), Treatment 2 (naupli of artemia and

<sup>1</sup> Docente Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. arielgomez609@hotmail.com.

<sup>2</sup> Egresados Programa de Ingenieros en Producción Acuícola, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

copepods mixed). Statistical analyses did not show any significant differences in the number of living specimens in the first sampling in any of the treatments ( $P>0.05$ ) a median survival of 66% was obtained. Major weight increase was obtained feeding with the artemia and copepods mix  $972.26 \pm 1.2$  mg, and with naupli and hatched artemia  $113.6 \pm 1.15$  mg. Combining with copepods and brine shrimp showed the best results in terms of increase in length, with values of  $1.43 \pm 0.09$  mm and  $1.80 \pm 0.1$  mm respectively. The largest increase in size was obtained with the copepod and artemia mix (T2) during the total evaluation period. The results showed that the inclusion of an artemia and copepods is a technological alternative for the fish larvae production of the amazonic tarpon, this treatment improves the productivity and rentability rates during the postlarval phase.

**Key words:** artemia, copepods, larviculture, *Brycon melanopterus*

## INTRODUCCIÓN

En la acuicultura, el alimento vivo lo componen el fitoplancton y el zooplancton, los cuales se consideran como básicos para las fases de larvicultura y, en muchas ocasiones, de post-larvas en un gran grupo de peces, demostrando que sin este tipo de alimento la supervivencia sería muy baja, de ahí que son considerados un pilar básico en las producciones de muchas especies.

La fase larvaria corresponde a un periodo de transformación morfológica y fisiológica del animal, en la cual, durante los primeros días de vida se presentan las mayores mortalidades, hecho que está relacionado principalmente con el tamaño del alimento vivo, su valor nutricional y la fisiología inmadura del sistema digestivo, representando uno de los puntos más críticos en el ciclo productivo en acuicultura.

Uno de los limitantes de la acuicultura mundial es el levante de post-larvas, debido a la falta de un alimento adecuado que garantice la sobrevivencia y rápido crecimiento del animal. Según Atencio *et al.* (2003), la solución a esta problemática es suministrar a los ejemplares alimento vegetal o animal, después de la reabsorción del saco vitelino, que proporcione las enzimas necesarias para facilitar desdoblamiento y absorción de los nutrientes necesarios en los procesos de formación de tejidos y estimulación de células defensivas, que los protejan contra las enfermedades y mejore la sobrevivencia. El principal alimento exógeno utilizado en la mayoría de especies, principalmente en las

especies ícticas nativas, es el alimento vivo el cual debe cumplir ciertas condiciones en cuanto a su tamaño, forma, color, dureza, perfil nutricional, etc., para cubrir las necesidades de la especie.

Por otra parte, la dieta normalmente utilizada es el alimento inerte, puesto que se logra disminuir el trabajo en el laboratorio de alimento vivo, sin embargo, se elevan las mortalidades en este cambio de dieta. Investigaciones realizadas por Cruz *et al.* (2008) han obtenido resultados satisfactorios, que indican la sustitución paulatina del alimento vivo por raciones balanceadas, permitiendo que las larvas pasen de una manera eficiente a una digestión del balanceado comercial.

El sábalo amazónico (*Brycon melanopterus*) es una especie con un alto potencial para la piscicultura colombiana, y su desarrollo a gran escala dependerá de la disponibilidad de semilla para su cultivo, como la tienen otras especies que actualmente se producen en el país. Los estudios realizados en larvicultura de sábalo amazónico, en cuanto a la primera alimentación, son escasos y es necesario ampliar el área de conocimiento.

Otro de los grandes problemas a que enfrenta la larvicultura de esta especie, es el canibalismo, que se ha definido como una conducta adaptativa de la alimentación, consistente en matar un individuo de la misma especie con el propósito de convertirlo en su alimento (Smith y Reay, 1991). Para su control en larvicultura, específicamente durante el manejo de la primera alimentación, se su-

giere estrategias en el suministro de alimento vivo e incluso de larvas forrajeras, con el propósito de incrementar la supervivencia.

Teniendo en cuenta esta problemática, a la que se ven enfrentados los productores y, como una manera de contribuir hacia la búsqueda de alternativas que permitan garantizar un buen crecimiento y mayor supervivencia en esta fase, al evaluar dos tipos de alimento vivo, aplicados a saciedad en cada

dieta para larvas de *B. melanopterus*; lo anterior porque se ha demostrado que uno de los factores que afectan significativamente la supervivencia y el crecimiento de larvas es la alimentación y su nutrición, de igual manera existe la posibilidad de establecer datos confiables a cerca del tipo de zooplancton más adecuado para disminuir el grado de canibalismo (tiempo que se demora en presentarse) suministrando el alimento a saciedad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

La investigación se realizó en el laboratorio de Ficología del programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de San Juan de Pasto, a 2.527 msnm y temperatura promedio de 13,3°C.

### Lavado y desinfección

Los diferentes elementos del laboratorio, así como los acuarios se desinfectaron con una solución de cloro a concentración de 50 ppm y luego se lavaron con abundante agua. Los acuarios se llenaron con 18 L de agua de acueducto reposada y madurada previamente, con aireación constante; además se instaló un termostato en cada acuario para mantener el agua a una temperatura constante de 28°C.

### Material biológico

Se utilizó 504 larvas de sábalo amazónico 30 horas post eclosión (hpe), procedentes de la estación Aquamazonia, departamento del Putumayo, en donde se llevó a cabo la inducción de reproductores, Una vez se obtuvo las post-larvas, éstas fueron sembradas en los acuarios, previo un proceso de aclimatación.

### Alimento y alimentación

La artemia se eclosionó a 28°C y una salinidad del 24‰, en recipientes de 4 L. Posteriormente se cosechó en tamices de 100 micras para suministro a las larvas. Los copé-

podos se obtuvieron del medio natural (Lago Guamués), capturados mediante arrastres con la ayuda de una red de zooplancton, para luego ser mantenida en acuarios de 40 L de capacidad, a temperatura ambiente, alimentados con espirulina suministrada a las post-larvas a saciedad.

### Muestreos

Se llevó a cabo tres muestreos cada seis días, durante 12 días; para ello se capturó 10 larvas de cada unidad experimental, tarando un volumen determinado de agua (máximo 25 ml), a la cual se adicionó las larvas previamente secadas con papel absorbente, para luego realizar el pesaje en balanza analítica.

### Calidad de agua

Se realizó recambios diarios de 500 ml al volumen de cada uno de los acuarios, con agua previamente madurada, registrando los parámetros pH, oxígeno disuelto y temperatura, con un equipo multiparamétrico YSI.

### Tratamientos

Se evaluó tres tratamientos con cuatro réplicas cada uno, distribuidos de la siguiente manera:

- Tratamiento T0: suministro nauplios de artemia eclosionada.
- Tratamiento T1: suministro de copépodos (copepoditos, juveniles y adultos).
- Tratamiento T2: combinación de nauplios de artemia y copépodos.

## Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con submuestreo, representado por el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} + \eta_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta

$\mu$  = media poblacional

$\tau_i$  = efecto medio del i-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental

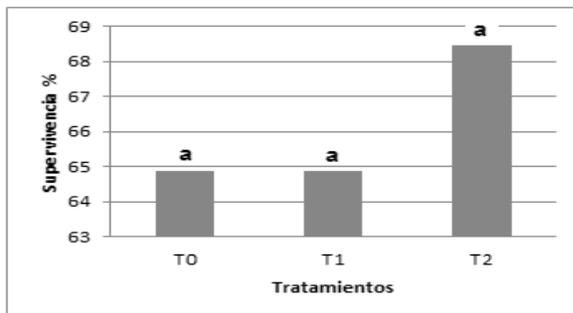
$\eta_{ijk}$  = error de muestreo

Las variables evaluadas fueron: incremento de peso donde se tuvo en cuenta el peso inicial y final de la población, de igual manera para la variable longitud; mientras la supervivencia se determinó con el número final de ejemplares muertos. Además se cumplió con los supuestos estadísticos de homogeneidad de varianzas, normalidad e independencia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Supervivencia.

El análisis de Brand-Snedecor indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, en el número de animales vivos hasta el primer muestreo ( $P > 0,05$ ). El efecto de los tres tratamientos no produce diferencias significativas para la variable supervivencia durante la primera alimentación de larvas de sábalo amazónico. Se logró una supervivencia promedio del 66% durante la investigación, lo cual indica que los peces se adaptaron al alimento vivo suministrado, a las condiciones fisicoquímicas del agua, y al manejo en el sistema (Figura 1).



**Figura 1. Supervivencia de larvas de sábalo (*Brycon melanopterus*)**

López *et al.* (2010), establecen resultados significativos en la supervivencia de post-larvas de sábalo, con un 48% al brindar como primer alimento nauplios de artemia; igualmente Atencio *et al.* (2006) evaluaron la influencia de la primera alimentación en larvicultura de yamú (*Brycon amazonicus*) con nauplios de artemia, obteniendo supervi-

vencia del 61,33%, siendo estos valores inferiores al obtenido en promedio en esta investigación, indicando que el valor nutricional de la artemia y los copépodos influyen directamente en la supervivencia de larvas de sábalo amazónico. Según Prieto *et al.* (2008) el uso de copépodos puede considerarse como un potencial para ser usados como alimento vivo en acuicultura, siendo una alternativa que se puede implementar exitosamente en larvicultura de peces, en diferentes regiones del mundo. Los copépodos cultivados con diferentes especies de microorganismos son importantes, porque son una fuente de alimento vivo, puesto que ha demostrado que incrementan la supervivencia y calidad de larvas (Prieto *et al.*, 2008).

### Incremento de peso

El mayor incremento de peso se obtuvo alimentando con la combinación de artemia y copépodos ( $75,26 \pm 1,2$  mg), al igual que con nauplios de artemia eclosionada ( $113,6 \pm 1,15$  mg), siendo los tratamientos 0 y 2 (Figura 2) los que presentaron mejor media, según el análisis de varianza y la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), para los primeros seis días de alimentación de sábalo amazónico. El mejor tratamiento para alimentar larvas de sábalo es el que contiene nauplios de artemia eclosionada. Luego están los copépodos, los cuales pueden convertirse en un alimento apropiado que puede suplir a futuro la escasez de artemia.



Figura 2. Incremento de peso sábalo (*Brycon melanopterus*)

El ANOVA ( $P < 0,05$ ) y la prueba de Tukey indican que resulta mejor alimentar larvas de sábalo amazónico con nauplios de *Artemia sp* entre las 30 y 300 hpe. Estos resultados son superiores a los encontrados por López *et al.* (2010), quienes registran valores de  $5,4 \pm 1,2$  mg al alimentar con artemia; por otra parte, Atencio *et al.* (2003), respecto al incremento de peso, reportaron un valor de  $0,57 \pm 0,0$  mg y Pedreira *et al.* (2006) encontraron valores de  $35,61 \pm 2,5$  mg, datos inferiores a la presente investigación, demostrando que la mezcla de estos dos tipos de alimento vivo superan ampliamente a otro alimento, convirtiéndose en una alternativa importante en esta fase de cultivo.

### Incremento de Longitud

La combinación de artemia y copépodos muestra los mejores resultados en cuanto a incremento de longitud, al igual que los nauplios de artemia eclosionada, con valores de  $1,43 \pm 0,09$  mm y  $1,80 \pm 0,1$  mm respectivamente (Figura 3). Lo anterior sugiere que no se debe suministrar únicamente un tipo de dieta específica durante esta fase, sino que se debe mezclar con otro tipo de dietas, puesto que las necesidades van cambiando a medida que la larva madura.

Atencio *et al.* (2003) obtuvo un promedio de  $0,4 \pm 0,17$  mm de incremento en longitud, cuando las larvas fueron alimentadas con artemia, inferior al obtenido en esta investigación; sin embargo, López *et al.* (2010) y Pedreira *et al.* (2006) reportan valores superiores ( $8,5$  mm y  $5,00$  mm respectivamente).

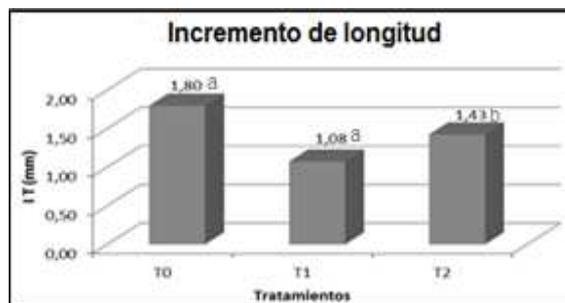


Figura 3. Incremento de longitud para (*Brycon melanopterus*)

### Tasa de crecimiento simple (TCS)

La Figura 4 muestra los tres tratamientos, en donde se puede observar las horas post-eclosión vs porcentaje (%) de tasa de crecimiento simple (TCS), se puede decir que el tiempo de duración del ensayo tuvo un tiempo total de 300 horas para cada uno de los tratamientos. Se considera que el porcentaje de tasa de crecimiento simple para las primeras horas post-eclosión es más alta, debido el incremento de peso con relación al peso total el cual es muy alto, de ahí que la TCS es muy alta hasta las 150 hpe.

Durante el ensayo, la TCS tuvo un comportamiento parabólico para los tres tratamientos, debido que el incremento de peso hasta el primer periodo de muestreo fue más alto con respecto al segundo período.

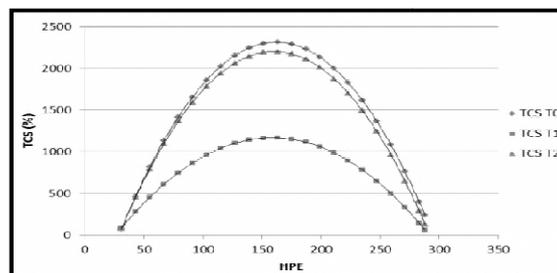


Figura 4. Tasa de crecimiento simple sábalo (*Brycon melanopterus*)

Al comparar los tres tratamientos evaluados se puede observar que para el T1 fue de  $752,48\%$ , el cual fue alimentado con copépodos, la tasa de crecimiento simple fue mucho menor con respecto al T0 ( $1496,37\%$ ) y T2 ( $1407,04\%$ ), que recibió alimentación con artemia eclosionada y la combinación de artemia y copépodos respectivamente, mos-

trando con esto que la artemia es un alimento vivo ideal para la primera alimentación de larvas de sábalo amazónico (*B. melanopterus*). Los tratamientos T0 y T2 muestran un porcentaje de TCS que alcanza el 2000 a 2400% durante el primer periodo de muestreo, mientras que el tratamiento donde se utilizó únicamente copépodos como primera alimentación exógena, el máximo porcentaje de tasa de crecimiento simple llega hasta el 1300%.

Según la presente investigación, la artemia es un alimento que acelera el crecimiento de las larvas, comparada con los copépodos, y la combinación de estos dos tipos de zooplancton utilizados como primera alimentación exógena puede asegurar buenos porcentajes de TCS, similares a la utilización de artemia eclosionada como único alimento vivo, en la primera alimentación de larvas de sábalo.

### Análisis beneficio costo

De acuerdo con el análisis parcial de costos, en el que se tuvo en cuenta los costos variables, la utilización de un alimento tradicional en acuicultura, como es el caso de la *Artemia salina* eclosionada (T0), es recomendable, puesto que presenta una relación beneficio costo de 3,46, el cual supera en un 58,7% al tratamiento que recibió alimento a base de copépodos (T1=2,18) y en un 20,14% al que recibió la combinación de estos dos tipos de alimento (T2=2,88); además, se debe contemplar que el tratamiento T0 presenta mayor incremento de peso.

## CONCLUSIONES

El tratamiento 2 (68,45%) presenta la mejor supervivencia ( $P < 0,05$ ). Por su parte, los tratamientos 1 y 0, con el 64,88% de supervivencia cada uno, muestran que las diferencias no son significativas, por cuya razón se recomienda suministrar, para la primera alimentación de sábalo, nauplios de artemia, puesto que ésta ofrece los mayores incrementos de talla y un coeficiente de relación

### Parámetros fisicoquímicos

El comportamiento de las variables físico químicas del agua fue establecido de acuerdo con los requerimientos de la especie *B. melanopterus*. Según los resultados, la temperatura permaneció entre 27,4 y 27,7°C, con promedio de  $27,55 \pm 0,096^\circ\text{C}$ ; el pH fluctuó entre 7,01-7,04 y promedio de  $7,02 \pm 0,017$ ; el oxígeno se mantuvo entre 4,26 y 4,37 presentando un promedio de  $4,32 \pm 0,059 \text{ mg/L}$ , lo cual permite afirmar que todas las variables estuvieron dentro de los rangos óptimos para la especie cultivada, entre 27 y 29°C. Los datos reportados en el estudio se conservaron entre 4,26 mg/L y 4,27 mg/L, que se consideran valores aceptables para la larvicultura de *B. melanopterus*; aunque vale la pena destacar que los óptimos deben ser mayores de 3 mg/L, recomendados por Rojas *et al.*, (2010).

El pH no tuvo ningún efecto en los procesos de crecimiento del sábalo amazónico, puesto que se mantuvo en el rango recomendado y lo corrobora Rojas *et al.*, (2010) quienes afirman que el pH óptimo para el cultivo de esta especie entre 6,5 y 7. En cuanto a la temperatura esta especie crece en rangos óptimos de 25-28°C (Rojas *et al.*, 2010).

Cuando se realizó el análisis de varianza, se constató que las diferencias entre los tratamientos no son significativas en ninguno de los parámetros, resultados que se obtuvo, con al 95% de confiabilidad, lo cual significa que todas las unidades experimentales se mantuvieron en iguales condiciones en cuestión de parámetros físicos y químicos.

beneficio costo superior, respecto a los otros tratamientos

En cuanto al incremento de peso, el ANOVA muestra diferencias significativas entre los tratamientos, y la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) registró el T0 con mejores resultados ( $113,66 \pm 10,95 \text{ mg}$ ), en comparación con los tratamientos T2 y T1 ( $75,26 \pm 6,62$  y  $28,46 \pm 18,27$  respectivamente).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen de manera especial el apoyo del Departamento de Recursos Hidrobiológicos, la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño y los estudiantes de noveno semestre, período B de 2011, por el apoyo y participación en el trabajo de campo prestado en la realización de este proyecto de investigación formativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atencio G.; E. Zaniboni; S. Pardo y A. Alfredo. (2003). Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú (*Brycon siebenthalae*) (Characidae). *Animal Sciences Maringá*, 25(1): 61-64.

Cruz, N.; L. Marciales; J. Olarte. (2008). Acondicionamiento a dieta seca de larvas de yaque (*Leiarus marmoratus*) obtenidas por reproducción artificial. En: IV Congreso Colombiano de Acuicultura. p. 482

López, J.; A. Acosta; W. Sanguino. (2010). Evaluación de tres tipos de alimento como dieta en post-larvas de sábalo amazónico (*Brycon melanopterus*, Cope 1872). *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(1): 42-50.

Palacios, P. (2007). Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebióticos en el levante y ceba del sábalo amazónico (*Brycon melanopterus* COPE, 1872), en el Centro Experimental Amazónico. Pasto, Colombia: Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. p. 147.

Pedreira, M.; L.H. Tavares; R. Silva. (2006). Influência do formato do aquário na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) (Osteichthyes, Characidae). *Revista Brasileira Zootecnia*, 35(2): 329-333.

Prieto, M.; F. Castaño; J. Sierra; P. Logato. (2008). Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. *Revista MVZ Córdoba*, 13(2): 1415-1425.

Rojas, M.; J. Campos; O. Vicuña. (2010). Género *Brycon*: Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura, Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. FAO. No. 1. p. 204.

Smith, C. y P. Reay. (1991). Cannibalism in teleost fish. *Revista Biology Fish.* (1): 41-64.