



Evaluación de tres tipos de alimento como dieta en post-larvas de Sábalo Amazónico (*Brycon melanopterus*, Cope 1872)¹

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Alfonso Hernando Acosta-Muñoz¹, César Ortega-Montenegro¹, Wilmer René Sanguino-Ortiz¹,
Bráulio Leonel Ceballos-Ruiz², Jorge Nelson López-Macias¹

¹Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Programa de Ingeniería en Producción Acuícola, Universidad de Nariño, Colombia.

²Subdirección de Manejo Ambiental, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA, Putumayo, Colombia.

acuacultura10@hotmail.com

(Recibido: febrero 12, 2010; aprobado: mayo 3, 2010)

RESUMEN: El efecto sobre el crecimiento y sobrevivencia al suministrar un balanceado comercial con 32% de proteína, spirulina (*S. platensis*) y artemia (*A. franciscana*) como mono-dietas de primera alimentación, fue estudiado en post-larvas de Sábalo Amazónico (*Brycon melanopterus*) en el laboratorio de alimentación del Centro Experimental Amazónico (CEA) de Corpoamazonia. Se evaluaron 3.600 post-larvas con un peso promedio de 1,6±0,48 mg y una longitud total promedio de 5,3±0,10 mm. Las post-larvas fueron confinadas en acuarios y repartidas en tres tratamientos con tres réplicas, así: tratamiento testigo (alimento balanceado comercial, suministrado en proporción del 15% de la biomasa); tratamiento uno (spirulina *S. platensis*, distribuido a razón de 4.000 a 5.000 células/postlarva); tratamiento dos (artemia *A. franciscana*, suministrados en proporción de 10 nauplios/post-larva). El alimento se distribuyó cinco veces al día por un periodo de 15 d, y se presentaron diferencias estadísticas significativas en sobrevivencia. El mejor resultado se registró en el tratamiento dos con 48% de sobrevivencia en relación con el tratamiento testigo y el tratamiento uno, con 13% y 22%, respectivamente. Se registraron, además, diferencias significativas para las variables incremento de peso y longitud, y el mejor resultado se presentó en el tratamiento dos con 5,4 mg de peso y 8,5 mm de longitud. El tratamiento testigo y el tratamiento uno presentaron, respectivamente, 2,6 mg de peso y 4,9 mm de longitud, y 3,2 mg de peso y 5,1 mm de longitud. Los resultados señalan que la inclusión de nauplios de artemia es una alternativa tecnológica para la producción de alevinos de Sábalo Amazónico (*B. melanopterus*), pues mejora los índices productivos y de rentabilidad durante la fase de post-larva.

Palabras clave: acuicultura, artemia, nauplios, peces.

Evaluation of three types of food as a diet in post-larvae in Chad Amazon (*Brycon melanopterus*, Cope 1872)

ABSTRACT: The effect on growth and survival when providing a commercial diet with 32% of crude protein, spirulina (*S. platensis*) and Artemia (*A. franciscana*) as unique diet of first feeding, was studied in post-larvae Amazonian Shad (*Brycon melanopterus*) in the feeding laboratory of the Amazonian Experimental Center, Corpoamazonia. An evaluation of 3,600 post-larvae with a mean weight of 1.6±0.48 mg and length of 5.3±0.10 mm was carried out. The post-larvae were confined in aquariums and divided into three treatments with three replicates, as follows: control (commercial balanced diet supplemented in 15% biomass proportion); treatment 1 (spirulina (*S. platensis*) distributed at a 4,000 to 5,000 cells/post-larvae rate); treatment 2 (brine shrimp, *A. franciscana*, supplied at 10 nauplii/post-larvae rate). The food was distributed five times a day during a period of 15 days; statistically significant survival differences were observed. The best result was recorded in treatment 2 with 48% survival rate in relation to the control treatment and treatment 1 with 13% and 22%, respectively. Meaningful, differences in the weight and length increase were also registered, and the result presented show that the treatment 2, with 5.4mg of weight, and 8.5 mm length was the best. While the control and treatment 1 presented 2.6 mg of weight and 4.9 mm of length, and 3.2 mg of weight and 5.1 mm of length, respectively. The results show that the inclusion of brine shrimp is an alternative for the production of fry Amazonian shad (*B. melanopterus*) because it improves the productivity and profitability rated during the post-larva stage.

Key words: aquaculture, artemia, nauplii, fish

¹ Financiado por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA, Mocoa, Colombia.

Introducción

Se ha considerado a Colombia como el país con más biodiversidad del mundo en proporción a su área. La región amazónica se caracteriza por su potencial hidrobiológico y muchas de las especies podrían presentar un considerable potencial acuícola. Según Lima & Froese (2005), cerca de 40 especies del género *Brycon* poseen condiciones favorables para su explotación en piscicultura continental. Observaciones previas realizadas en el Centro Experimental Amazónico (CEA) han establecido que el Sábalo Amazónico es una excelente alternativa para la piscicultura extensiva e intensiva de las especies nativas por su rápido crecimiento, hábito alimenticio de tipo omnívoro y adecuadas características reproductivas.

Sin embargo, uno de los límites 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 suministrarles a los ejemplares alimento vegetal o animal después de la reabsorción del saco vitelino, que proporcione las enzimas necesarias que faciliten el desdoblamiento y absorción de los nutrientes para los procesos de formación de tejidos y estimulación de células defensivas que los protejan contra las enfermedades y mejoren la sobrevivencia.

Por tanto, una de las alternativas para incentivar la explotación de esta especie íctica es la producción masiva de organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos de alto valor nutritivo con características de tamaño y palatabilidad que estimulen el consumo de las post-larvas, incrementen los niveles de supervivencia y faciliten los sistemas de explotación semi-intensiva e intensiva del Sábalo Amazónico.

Por lo anteriormente expuesto, la presente investigación evaluó la respuesta comparativa de post-larvas de Sábalo Amazónico con relación al crecimiento y sobrevivencia al consumir

concentrado comercial, spirulina (*S. platensis*) y artemia (*A. franciscana*).

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en la Estación Piscícola del Centro Experimental Amazónico CEA de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA. Además, se realizó durante dos meses, tiempo que incluye los pre-ensayos y estandarización de la metodología empleada para el suministro de los alimentos analizados.

La evaluación comparativa de tres tipos de alimento en la fase de post-larva se realizó en un periodo de 15 días, se evaluaron 3.600 post-larvas de Sábalo Amazónico (*B. melanopterus*) de 12 h post-eclosión con un peso promedio de $1,6 \pm 0,48$ mg y una longitud total de $5,3 \pm 0,10$ mm. Las post-larvas fueron observadas con microscopio (Nikon. C-31RBSFCL, Olympus) para registrar los cambios morfológicos; posteriormente, se trasladaron a nueve acuarios de 20 litros de volumen con una densidad de 20pl/l, para 400 post-larvas por acuario. Se distribuyeron en tres tratamientos con tres replicas: tratamiento cero con alimento balanceado comercial con 32% de proteína, suministrado en proporción del 15% de la biomasa para un total de 0,24 mg/post-larva; tratamiento uno con células de spirulina (*S. platensis*) distribuido a razón de 4.000 a 5.000 células/post-larva; y tratamiento dos con nauplios de artemia (*A. franciscana*), suministrados en proporción de 10 nauplios/post-larva.

Diariamente se prepararon los alimentos que se iban a suministrar pesando 15 g de balanceado comercial, que se maceró y tamizó por diferentes mallas de 1.000 a 2.000 micras; posteriormente, se almacenó en cajas petri para evitar su descomposición y se distribuyó a una tasa del 15% de la biomasa dando 0,24 mg por comida y por réplica. La preparación de spirulina fue basada en las recomendaciones del producto, y se elaboró una solución patrón de 0,5 g/500 ml, para un suministro de 33,3 ml en cada comida por

réplica. Para el conteo de algas se utilizó cámara de newbauer (Boeco – Alemana, línea brillante), de tamaños de dos a treinta micras de diámetro, con densidad superior a 50 por 10^4 células/ml, y se contó un mínimo de 100 células, lo que requirió el conteo de toda el área trazada en los cuadros de las esquinas A, B, C, D. No se tuvieron en cuenta las células que se ubicaron en las líneas divisorias o que fueron encontradas fuera del plano, tampoco células que presentaron deformaciones; el cálculo se efectuó de acuerdo con la fórmula propuesta por Pedreira et al., (2006); $D: \text{Células/ml} = \text{Conteo total} \times 10^4 / \text{número de bloques}$.

La artemia (*A. franciscana*) se eclosionó según la metodología de Sorgeloos (*apud* de la Cruz, 1999). Para esto se hidrataron 0,4 gr de cistos en incubadoras de 2,5 L a temperatura de 25°C y salinidad de 28 gr/L; posteriormente, en un periodo de 1,0 h se cerró el aire de la incubadora y se dejó reposar unos minutos. Los huevos que se sedimentaron se retiraron con un tamiz y los que flotaron se desecharon. Se trasladaron los cistos viables a las incubadoras en donde eclosionaron 24 h después y su cosecha se realizó por fototropismo.

Para el conteo de artemia se utilizó la técnica volumétrica establecida por Gallardo (1994), que consistió en cosechar y confinar los nauplios recién eclosionados en un recipiente de 4.000 ml. Se homogenizaron y se seleccionaron tres muestras de 1,0 ml en cajas petri, luego a cada una se les adicionó 0,5 ml de lugol colorante para matar los nauplios. Se contó el número de nauplios de artemia en cada muestra y se extrapoló el promedio al volumen de 4.000 ml. Se distribuyeron 10 nauplios por post-larva en cada comida. La alimentación de los ejemplares se inició en el momento de la reabsorción del saco vitelino.

La alimentación se realizó 5,0 veces al día cada 3 h (8:00 am, 11:00 am, 2:00 pm, 5:00 pm y 8:00 pm). La medición de las variables sobrevivencia, longitud y peso de las post-larvas se realizó al iniciar y al finalizar cada ensayo, y para ello se utilizó un Vernier y una balanza analítica (Ohaus-

TS120S, 1869). Los muestreos correspondientes al 25% de la población se efectuaron en el primer día de la siembra y en el último al finalizar el ensayo, con el fin de determinar el incremento de talla y peso.

Las distintas variables se sometieron a un análisis de varianza ANOVA con una confiabilidad del 95%, y las diferencias significativas entre los tratamientos se establecieron mediante una prueba de Tukey al 95%. Para la variable sobrevivencia se implementó una prueba específica de Brand y Snedecor con el 99% de confianza, y para el análisis estadístico se utilizó el software Statgraphics plus 5.1.

Resultados y Discusión

El proceso de eclosión de las larvas ocurrió a los 378 grados/hora (14 h post-fertilización a una temperatura del agua a 27°C); hasta este momento las larvas se alimentaron con los nutrientes restantes en la vesícula vitelina; después de la reabsorción, se inició el periodo más crítico, dependiendo totalmente de la disponibilidad de alimento natural o artificial para satisfacer sus necesidades nutricionales.

Evaluación morfológica y conducta larvaria

Las larvas de 2 h post-eclosión (hpe) midieron 5,0 mm de longitud total. Al ser observadas con el microscopio se apreció cuerpo y ojos sin pigmentación, carencia de una boca definida, branquias, tracto digestivo y orificio anal y abundante saco vitelino con una coloración amarilla translúcida en forma de pera (Figura 1).

A las 18 (hpe) se observó el esbozo de ano y la presencia de pequeños dientes cónicos separados entre sí y con terminación aguda. Los arcos branquiales fueron visibles, las larvas presentaron desplazamientos verticales espasmódicos hasta alcanzar la superficie, dejándose caer hasta el fondo del acuario por no tener completamente el conjunto de aletas y la vejiga hidrostática (Figura 2).

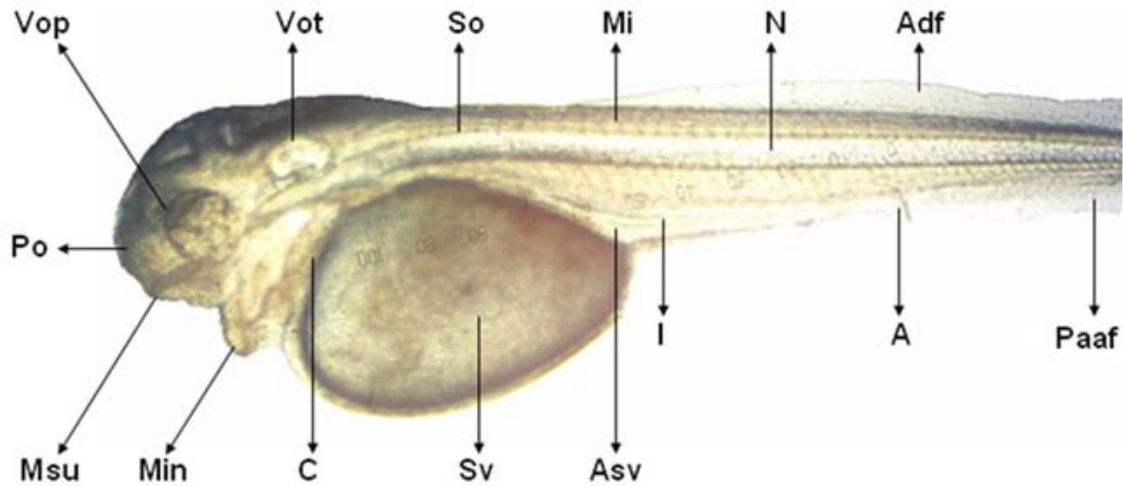


Figura 1. Larva de Sábalo (*Brycon melanopterus*) 2 (hpe).

Vop: Vesícula Óptica. **Vot:** Vesícula Ótica. **So:** Somito. **Mi:** Musculatura incipiente. **N:** Notocordio. **Adf:** Aleta dorsal en formación. **Po:** Placoide Olfatorio. **Msu:** Mandíbula Superior. **Min:** Mandíbula Inferior e Hendidura bucal. **C:** Corazón. **Sv:** Saco Vitelino. **Asv:** Adelgazamiento del saco vitelino **I:** Intestino. **A:** Ano. **Paaf:** Pliegue de aleta anal en formación.



Figura 2. Larva de Sábalo (*B. melanopterus*) 18 (hpe).

Las larvas reabsorbieron el saco vitelino 48 (hpe) y presentaron ojos bien pigmentados y una cavidad bucofaringea desarrollada, lo que facilita la ingestión de alimento, pero todavía con un nado espasmódico y errático, ya que no tienen una buena estabilización en la columna de agua, debido a que se ha iniciado el llenado de la vejiga hidrostática. Se evidenció canibalismo de primera alimentación beneficiado por la

gran hendidura bucal. Se registró el consumo de alimento exógeno en los tratamientos dos y uno, mientras que el tratamiento cero alimento balanceado no presentó aceptación de las post-larvas; con la ayuda de un microscopio (Aumento 10x) se comprobó la presencia de artemia y spirulina a lo largo del tracto digestivo, lo que demuestra consumo del animal (Figura 3).

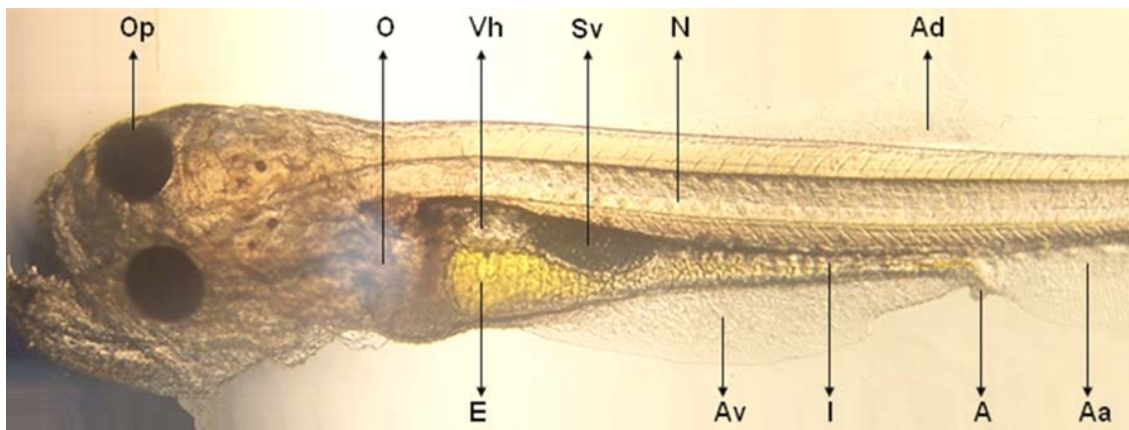


Figura 3. Presencia de Spirulina en el tracto digestivo 48 (hpe).

Op: Ojos pigmentados. **O:** Opérculo. **Vh:** Vejiga hidrostática. **Sv:** Saco vitelino. **N:** Notocordio. **O**
Ad: Aleta dorsal. **E:** Estómago. **Av:** Aleta ventral. **I:** Intestino. **A:** Ano **Aa:** Aleta anal.

Lo anterior está de acuerdo con lo estudiado por García (2000), quien afirma que las larvas de peces sin estómago funcional dependen de una digestión alcalina de tipo tripsina para el aprovechamiento del alimento; sin embargo, el tipo de digestión cambia conforme el pez se desarrolla y alcanza un estómago funcional, y la actividad proteolítica en las larvas varía inicialmente de digestión ácida a digestión alcalina.

Conducta

El ensayo demostró que las post-larvas de *B. melanopterus* son organismos predadores de tipo visual con reacción hacia el tamaño, la forma y motilidad de las presas vivas. Por tanto, su instinto alimenticio sugiere poco interés hacia formas esféricas y considerablemente de menor tamaño, lo cual induce a un comportamiento de hábitos ictiófagos que intensifica el canibalismo. Lo anterior está de acuerdo con los resultados obtenidos por Atencio et al. (2006), quienes comprobaron canibalismo de las post-larvas de la dorada (*B. sinuensis*), siendo también reportada para otras especies del género *Brycon*, como matrinxã (*B. lundii*) Woynarovich et al. (1990), piracanjuba (*B. orbignyanus*) Piovezan (1994). Ceccarelli (1997) evaluó esta conducta en matrinxã (*B. cephalus*) en primera alimentación, y afirma que el canibalismo es favorecido por la boca grande y la presencia de estructuras como

narinas y otolitos, importantes en la percepción de la presa de esta especie.

Sobrevivencia del Sábalo Amazónico (*B. melanopterus*)

La prueba estadística de Brand y Snedecor, con una confiabilidad del 99%, estableció resultados significativos de tal manera que el tratamiento con mayor sobrevivencia de las post-larvas fue el tratamiento dos con 48%, seguido del tratamiento uno con 22% y el tratamiento cero con 13% (Figura 4).

Atencio et al. (2006) evaluaron la influencia de la primera alimentación en larvicultura y alevinaje de yamú (*Brycon amazonicus*). Al alimentar durante un día con nauplios de artemia y una densidad de 50 pl/L obtuvieron en el tratamiento uno 61,33,9% de sobrevivencia, siendo este valor superior al obtenido en esta investigación.

Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio fueron superiores a los registrados por Pedreira et al., (2006), en sus estudios relacionados con la influencia de la primera alimentación, sobre la sobrevivencia y desarrollo de larvas de matrinxã (*B. cephalus*) confinados en acuarios alimentadas en un tiempo de 11 d y densidad de 10 pl/L. Además, manifestaron que el al alimentar larvas de matrinxã con zooplancton silvestre la sobrevivencia de éstas solamente alcanzó el 29,2±17,3%.

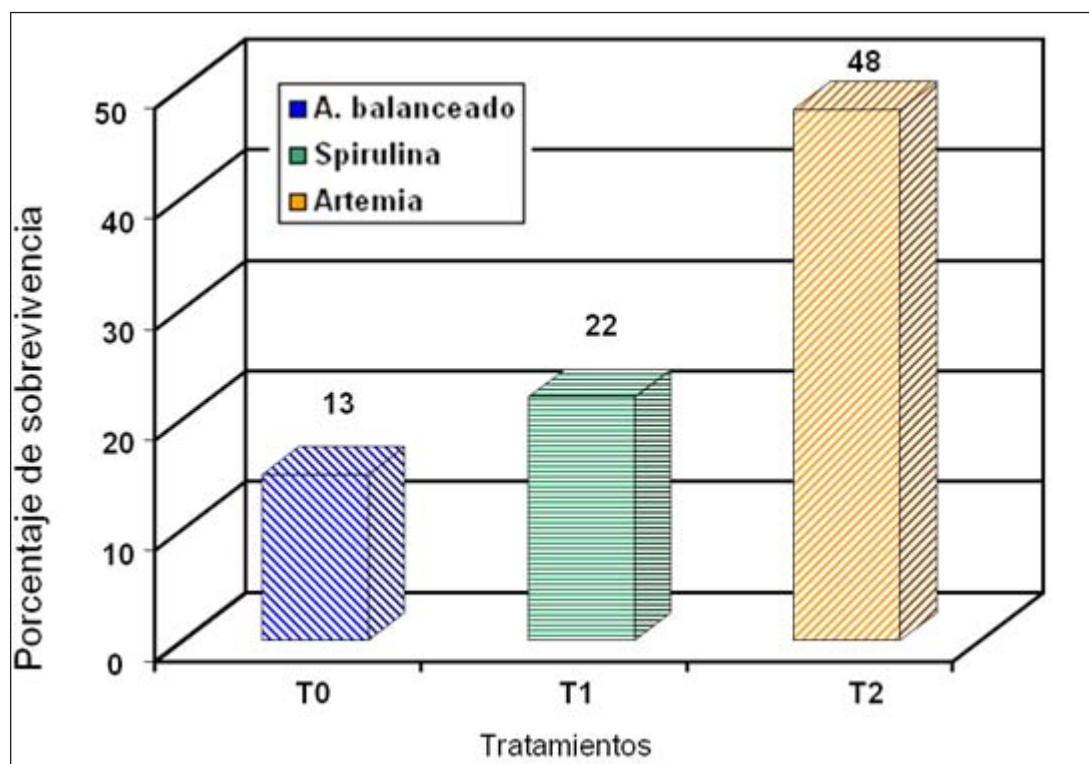


Figura 4. Porcentaje de sobrevivencia de Sábalo Amazónico (*B. melanopterus*) en los distintos tratamientos.

Los resultados analizados indican que es factible establecer alternativas de alimentación larvaria diferentes a las alimentadas con balanceado comercial, teniendo en cuenta que el alimento vivo simula mejor las condiciones naturales. Según García (2000), la proteína de los nauplios de artemia (*A. franciscana*) es de alto valor nutricional con respecto al contenido de aminoácidos y ácidos grasos omega 3 y omega 6 indispensables para la especie.

Incremento de peso

Según el análisis de varianza ($P > 0,05$), el peso inicial promedio de los tres tratamientos (Tabla 1) no registró diferencias estadísticas significativas, debido a que la distribución de los animales se hizo al azar disminuyendo el error experimental y asegurando condiciones homogéneas de las post-larvas entre los tratamientos.

Tabla 1. Peso inicial y final de los tres tratamientos.

	T0	T1	T2
Peso inicial mg	1,6±0,48	1,6±0,48	1,6±0,48
Peso final mg	4,2±1,21	4,9±1,04	7,0±1,23

Respecto al incremento de peso, los datos obtenidos en los tratamientos durante un período de 15 d establecen que el tratamiento que reporta mejor comportamiento de esta variable es el

tratamiento dos: 5,4±1,2 mg, seguido por el tratamiento uno: 3,2±1,1 mg y el tratamiento cero: 2,6±1,1 mg (Figura 5).

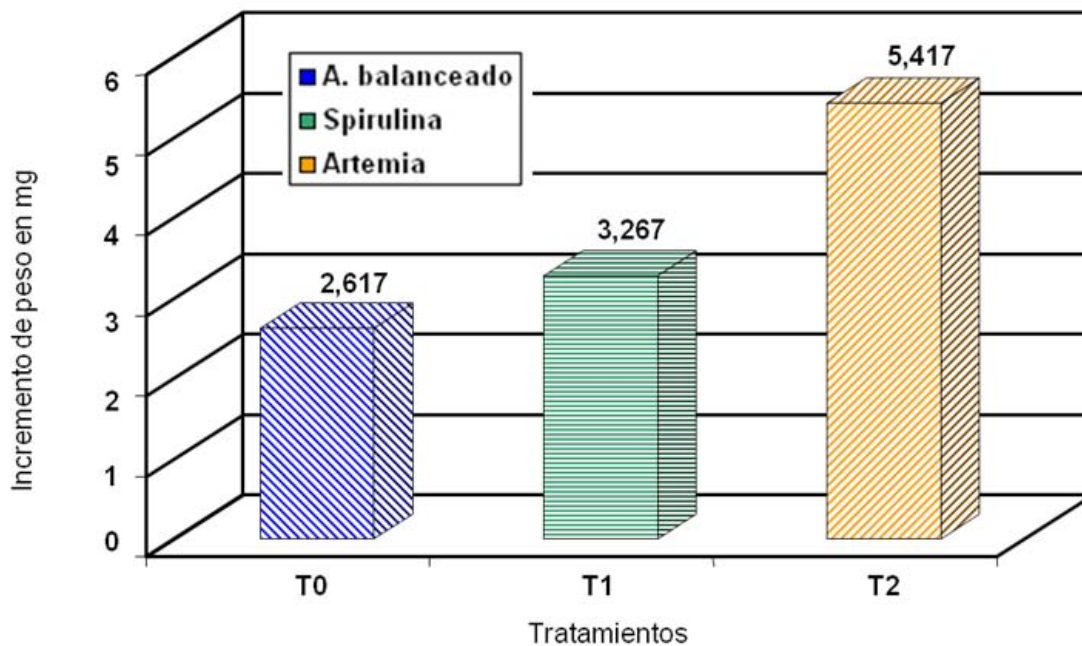


Figura 5. Incremento promedio de peso (mg) de Sábalo Amazónico (*B. melanopterus*) durante el periodo experimental.

El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos. Por lo tanto, el incremento de peso promedio del tratamiento dos fue diferente a los demás, debido al mayor valor biológico de la proteína, mejor perfil de aminoácidos, excelente interacción de nutrientes y altos coeficientes de digestibilidad de los distintos nutrientes de artemia en comparación con la spirulina y el concentrado comercial de 32% de proteína.

En investigaciones realizadas por Atencio (2001), respecto al incremento de peso se reportó un valor de $0,57 \pm 0,0$ mg; por otra parte, Pedreira et al., (2006) registró $35,61 \pm 2,5$ mg, dato superior al registrado en la presente investigación.

Incremento de longitud

La longitud inicial promedio de los tres tratamientos (Tabla 2) no registró diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza ($P > 0,05$); se destaca que la distribución de los animales se hizo al azar, lo que disminuyó el error experimental y aseguró condiciones uniformes de los peces entre los tratamientos.

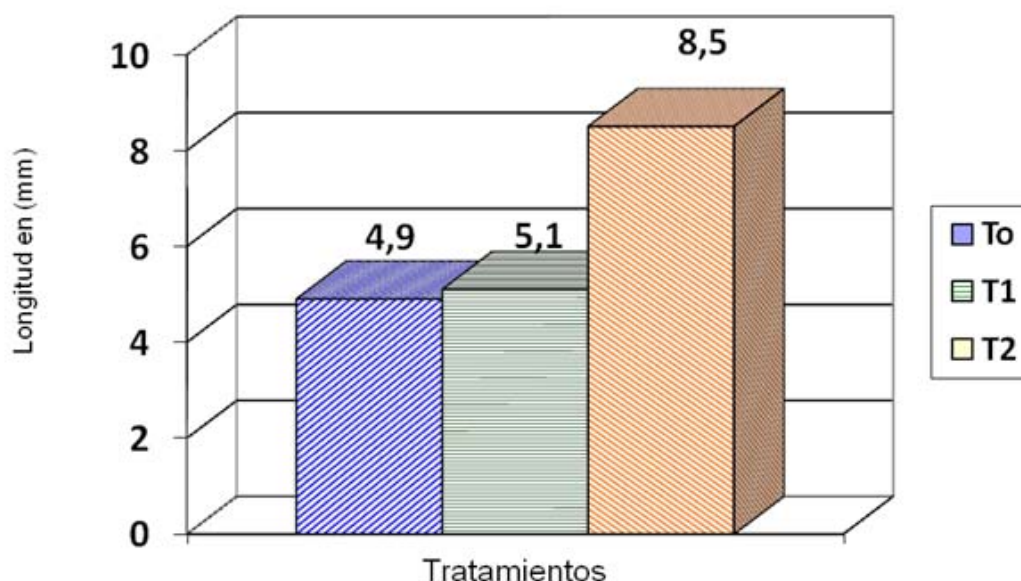
Al efectuar el análisis de varianza, se establecieron diferencias estadísticas en la variable incremento de longitud (Figura 6); además, la prueba de significancia de Tukey ($P < 0,05$) estableció que el tratamiento con 10 nauplios de artemia presentó el mejor resultado con un incremento de $8,50,29$ mm, en comparación con el tratamiento testigo de $4,9 \pm 0,2$ mm, y tratamiento uno con $5,1 \pm 0,1$ mm. Atencio et al. (2003) obtuvieron un registro de $0,400,17$ mm, mientras que Pedreira et al., (2006) obtuvieron uno de $5,0 \pm 0,1$ mm, siendo estos valores inferiores al tratamiento dos y semejantes al tratamiento uno y al tratamiento testigo obtenidos en esta investigación.

Conclusiones

El suministro de 10 nauplios de artemia por post-larva de Sábalo Amazónico durante cinco comidas diarias con un intervalo de 3,0 h genera los mejores porcentajes de sobrevivencia e incrementos de peso; lo anterior se explica por el mayor valor biológico de la proteína mejor perfil de aminoácidos, interacción de nutrientes y digestibilidad.

Tabla 2. Longitud inicial y final de los tres tratamientos.

	T0	T1	T2
Longitud inicial mm	5,3 ± 0,10	5,3 ± 0,10	5,3 ± 0,10
Longitud final mm	10,3 ± 0,21	10,4 ± 0,15	13,8 ± 0,27

**Figura 6.** Incremento de longitud (mm) promedio de Sábalo Amazónico (*B. melanopterus*) en los distintos tratamientos.

Referencias bibliográficas

- Atencio, V. Producción de alevinos de especies nativas. *MVZ Montería Colombia*, v.14, n.2, p.13, 2001.
- Atencio, V.; Farid, R.; Aristizábal, R. Desarrollo y larvario de Dorada (*Brycon sinuensis*). Montería, Colombia. *MVZ Universidad de Córdoba*, v.10, p. 613-614, 2006.
- Atencio, V.; Zaniboni, E.; Pardo, S. et al. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú (*Brycon siebenthalae*) (Characidae). *Animal Sciences Maringá*, v.25, n.1, p.61-64, 2003.
- Ceccarelli, P. **Canibalismo em larvas de matrinxã (*Brycon cephalus* Gunter, 1969)**. Botucatu: UNESP, Dissertação (Mestrado em Ciência Biológicas) – Universidad Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 1997; 92 p.
- De la Cruz, J. **Producción de quistes de (*Artemia franciscana*) (Kellog, 1906) bajo condiciones controladas y determinación de su calidad con fines acuícolas. Facultad de ciencias marinas**. 1. ed. Colima, México: Centro Editorial Universidad de Colima, 1999. 5p.
- García, A. Valor nutricional de los quistes de *Artemia* y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces. In: V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola – CIAD. 2000, Mazatlán, México. **Memorias Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo**; 2000.289-290p.
- Gallardo, P. **Alimentación planctónica de larvas de camarón blanco (*Pennaeus vannaneï*)**. Pasto,

- Colombia: Universidad de Nariño, 1994. 62-120p. Tesis (Ingeniero en producción Acuícola).
- Lima, F.; Froese, R. Catalog of fishes. Eschmeyer. California. **Academy of sciences. FISHBASE: (*Brycon melanopterus*)**. 2005. Disponible en: <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary>. CFM. Accesado en: 05/02/2006.
- Palacios, P. **Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceba del Sábalo Amazónico. (*Brycon melanopterus* Cope 1872), en el Centro Experimental Amazónico**. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2007. 36-120p. Tesis (Ingeniero en Producción Acuícola).
- Piovezan, U. **Efeito da dieta na sobrevivência de larvas de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)** – CAUNESP. En anais do Primer Seminário sobre Criação de espécies do género Brycon. Pirassununga, Brasil: Cepta, 1994: 18 – 21 p.
- Pedreira, M.; Tavares, L.H.; Silva, R. Influência do formato do aquário na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) (Osteichthyes, Characidae). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.2, 2006: 329-333 p.
- Woynarovich, E.; Sato, J. Special rearing of larvae and post-larvae of matrinxã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). En: Harvey B.; Caroldfeld J. **EDS Workshop on larval rearing of finfish**. Pirassununga, Brasil: Cida/Casafa/Icsu, 1990:134 p.