

## MANEJO DE LA PRIMERA ALIMENTACIÓN DEL BOCACHICO (*Prochilodus magdalenae*)

\*Víctor Atencio-García, Eduardo Kerguelén, Lina Wadnipar, Ana Narváez. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Acuicultura, Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC). \* Correspondencia: [vjatencio@telecom.com.co](mailto:vjatencio@telecom.com.co) - A.A. 895 Montería, Colombia.

### RESUMEN

En el Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba se realizaron dos experimentos; en el primero, el objetivo fue evaluar el efecto de diferentes presas en el manejo de la primera alimentación del bocachico *Prochilodus magdalenae* y en el segundo, con la mejor presa del ensayo anterior, determinar el tiempo mínimo de manejo de la primera alimentación. En ambos casos las post-larvas fueron sembradas a 50/L en acuario de 5 L. En el primer experimento se evaluaron las siguientes presas: nauplios de *Artemia* (NA), cistos descapsulados de *Artemia* (CA), zooplancton silvestre tamizado entre 125-160  $\mu\text{m}$  (Z125-160) y zooplancton silvestre tamizado entre 250-400  $\mu\text{m}$  (Z250-400), ofrecidas durante cinco días a razón de 5 Presa/mL. Además, un grupo de post-larvas fue sometida a ayuno. Las mayores ganancias de peso y longitud total la registraron las post-larvas alimentadas con NA ( $2.0 \pm 1.8$  mg,  $1.8 \pm 0.9$  mm) y Z250-400 ( $2.0 \pm 1.1$  mg,  $1.6 \pm 0.5$  mm). La sobrevivencia de las post-larvas alimentadas con NA ( $73.2 \pm 10.7\%$ ) fue mayor a las registradas en los demás tratamientos ( $P < 0.05$ ). La baja sobrevivencia de las post-larvas alimentadas con Z250-400  $\mu\text{m}$  ( $49.9 \pm 23.8\%$ ) se debió a la mortalidad ocasionada por la presencia de copépodos predadores en el zooplancton ofrecido (*Mesocyclops* sp., *Thermocyclops decipiens*). El pobre crecimiento de las post-larvas alimentadas con Z125-160 ( $0.8 \pm 0.4$  mg,  $1.1 \pm 0.2$  mm) y CA ( $0.5 \pm 0.9$  mg,  $0.7 \pm 0.5$  mm) fue debido en el caso del zooplancton porque resultó pequeño para la abertura bucal del bocachico ( $671 \pm 12.8$  mm) y por tanto ineficiente en el balance energético; mientras que en el caso de CA este se comportó como un alimento inerte que no estimuló su consumo. En el segundo ensayo se ofreció NA durante diferentes periodos: 1, 3, 5 y 7 días, a razón de 5 presas/mL. No se observaron diferencias significativas en la sobrevivencia final entre los diferentes tratamientos; la cual osciló entre  $86.0 \pm 9.8\%$  (1 día) y  $91.1 \pm 7.7\%$  (3 días). Las post-larvas alimentadas por 7 días presentaron la mejor ganancia en peso ( $5.3 \pm 3.8$  mg) y ganancia en longitud ( $2.8 \pm 1.6$  mm). Las post-larvas alimentadas entre 3 y 5 días no presentaron diferencias significativas en la ganancia en peso ( $P > 0.05$ ). Mientras que la tasa de crecimiento específico (G) osciló entre 17.1 (5 días) y 22.3 %/día (3 días), sin observarse diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ). Las post-larvas alimentadas durante 3, 5 y 7 días presentaron las mejores sobrevivencias ( $92.2 \pm 6.2$ ,  $93.3 \pm 4.3$ ,  $95.6 \pm 3.9\%$  respectivamente) cuando fueron sometidas a la prueba de resistencia al estrés. Las post-larvas alimentadas por un solo día mostraron la menor sobrevivencia al ser sometidas a esta prueba ( $87 \pm 1\%$ ). Los resultados del estudio sugieren que nauplios de *Artemia* o zooplancton silvestre en el rango de 250-400  $\mu\text{m}$ , libre de predadores, son presas adecuada para el manejo de la primera alimentación al menos durante 3 días antes de ser sembradas en estanques en tierra.

Palabras claves: *Prochilodus magdalenae*, bocachico, larvicultura, primera alimentación, piscicultura.

## ABSTRACT

In the Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba were two experiments. In the first experiment was conducted to investigate the effects of different preys to first feeding on bocachico (*Prochilodus magdalenae*) larviculture. The onset feeding bocachico post-larvae stocked into aquarium at density 50/L, were fed at 5 Prey/mL during five days: *Artemia nauplii* (NA), decapsulated *Artemia* cysts (CA), wild zooplankton of 125 to 160  $\mu$ m (Z125-160) and zooplankton of 250 to 400  $\mu$ m (Z250-400). In addition, a group post-larvae was subjected to starvation. Bocachico post-larvae fed NA ( $2.0 \pm 1.8$  mg,  $1.8 \pm 0.9$  mm) and Z250-400 ( $2.0 \pm 1.1$  mg,  $1.6 \pm 0.5$  mm) were that offered better results for weight and total length gain ( $p < 0.05$ ). Item prey NA ( $73.2 \pm 10.7\%$ ) was that offered better result survival rate ( $P < 0.05$ ). The low survival rate of post-larvae bocachico fed Z250-400 ( $49.9 \pm 23.8\%$ ) can be explained to the mortality caused to presence of predator copepods (*Termocyclops decipiens* and *Mesocyclops aspericornis*) in the offered wild zooplankton. The low growth of bocachico post-larvae fed with Z125-160 ( $0.8 \pm 0.4$  mg,  $1.1 \pm 0.2$  mm) and CA ( $0.5 \pm 0.9$  mg,  $0.7 \pm 0.5$  mm) can be explained because item Z125-160 was small for the oral opening ( $671 \pm 12.8$   $\mu$ m) and therefore inefficient in the energy balance; while item CA behaved as an inert food that did not stimulate their consumption. In the second experiment was conducted to investigate the effects of different periods of first feeding on growth and survival of post-larval bocachico during different periods (1, 3, 5 and 7 days) of first feeding. No differences were noted in the survival among first feeding periods ( $P > 0.05$ ). The post-larvae fed during 7 days presented higher weight gain ( $5.3 \pm 3.8$  mg) and length gain ( $2.8 \pm 1.6$  mm) than other experimental groups ( $P < 0.05$ ). The weight gain did not differ among the post-larvae fed between 3 and 5 days ( $P > 0.05$ ). The specific growth rates were not significantly different between experimental groups ( $P > 0.05$ ). Survival rates of post-larvae fed during 3, 5 and 7 days were higher when they were subjected to stress resistance test. In contrast, the survival of post-larvae fed by one day was significantly lower ( $87 \pm 1\%$ ) to stress resistance test ( $P < 0.05$ ). The results of the study suggest that the nauplii of *Artemia* or the wild zooplankton range 250 and 400  $\mu$ m, free predators copepods, it is adequate prey items for the handling of the first feeding of the bocachico at least during 3 days before to be stocked in fertilised nursery ponds.

Key words: *Prochilodus magdalenae*, bocachico, Larviculture, First feeding, Fish culture.

## INTRODUCCIÓN

El bocachico (*Prochilodus magdalenae*) es la principal especie de la pesquería continental colombiana. Su captura se estimó en 13.435 toneladas en el 2000 (Barreto & Mosquera, 2001), pero en los últimos 25 años ha sufrido una disminución del 90%; por lo que ha sido declarada como una especie que enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en el futuro inmediato (Mojica et al. 2002). Entre las causas de esta drástica disminución se señalan el deterioro ambiental de su hábitat ocasionado por la contaminación orgánica e inorgánica, desecación de las ciénagas, construcción de hidroeléctricas, así como la sobrepesca (Atencio-García, 2000).

Esta especie ha sido considerada como alternativa para la piscicultura extensiva y semi-intensiva por las ventajas que representa su régimen alimentario detritívoro. Su cultivo se realiza a densidades menores de 1 pez/m<sup>2</sup>, siendo común en policultivos con especies omnívoras como la cachama negra (*Colossoma macropomum*), cachama

blanca (*Piaractus brachipomus*) y las tilapias (*Oreochromis* sp). Su producción acuícola se estimó en el 2000 en 1.474 toneladas (Barreto & Mosquera, 2001), convirtiéndola en la cuarta especie más cultivada en Colombia; por lo que la demanda de alevinos de esta especie se ha incrementado en virtud de la expansión de su cultivo y por la ejecución de programas de repoblamiento en las principales cuencas hidrográficas del país.

En la mayoría de las estaciones piscícolas colombianas la producción de alevinos de bocachico se caracteriza por la siembra de las post-larvas, una vez inician la alimentación exógena, directamente en los estanques en tierra donde se transforman en alevinos. Este manejo ofrece bajas e inestables tasas de sobrevivencias finales. Pero en otras estaciones se practica el manejo de la primera alimentación con zooplancton silvestre o con nauplios de *Artemia* sp recién eclosionados y luego de dos a cuatro días de alimentación las post-larvas son sembradas en los estanques de alevinaje. Sin embargo,

no existen estudios que evalúen el efecto de la presa ni el tiempo necesario en el manejo de la primera alimentación en la larvicultura del bocachico. Tampoco se ha evaluado la posibilidad de utilizar cistos descapsulados de *Artemia* para el manejo de la primera alimentación de esta especie.

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar diferentes presas y determinar el tiempo mínimo necesario para el manejo de la primera alimentación del bocachico mediante la realización de dos experimentos independientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las post-larvas utilizadas en los dos ensayos fueron obtenidas de reproductores mantenidos en confinamiento en el Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), inducidos con extracto de hipófisis de carpa (Atencio-García, 2003). La fertilización se realizó en seco y los huevos fueron mantenidos en incubadoras cilíndrico-cónicas con flujo constante de agua (2.0–2.5 L/min.). Las larvas recién eclosionadas se mantuvieron en incubadoras hasta antes del inicio de la alimentación exógena a una temperatura entre 27.5 y 30°C. Luego se trasladaron a las unidades experimentales, 15 acuarios de 20x20x25 cm con un volumen de agua útil de 5.0 L, a razón de 250 post-larvas por acuario.

En los acuarios, en ambos ensayos, la temperatura y el pH fueron medidos diariamente oscilando sus valores entre 26.5 y 29.0°C y entre 6.0 y 7.1, respectivamente. El oxígeno disuelto se mantuvo por encima de 7.0 mg/L. La dureza presentó valores entre 82 y 110 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, la alcalinidad total osciló entre 78 y 109 mg/L CaCO<sub>3</sub>. El amonio total, medido antes de sifonear los acuarios no excedió en ninguno de los casos 0.1 mg/L.

En el primer experimento se evaluaron diferentes tipos de presas durante cinco días de alimentación. Las post-larvas (PI) fueron alimentadas con nauplios de *Artemia* (NA), cistos descapsulados de *Artemia* (CA), zooplancton silvestre tamizado entre 125-160 µm (Z125-160) y zooplancton silvestre tamizado entre 250-400 µm (Z250-400); además, un grupo de post-larvas fue mantenida en ayuno durante el ensayo (AY). En todos los casos las presas fueron ofrecidas en proporción de 5 Presas/mL. El zooplancton silvestre fue recolectado de un estanque piscícola, abonado con vacaza (150 g/m<sup>2</sup>), con una red planctonera de ojo de malla de 30 mm por arrastre horizontal. El zooplancton fue lavado

con agua limpia y separado mediante tamices en dos grupos de tamaños. El zooplancton silvestre entre 125-160 mm estaba compuesto principalmente por rotíferos *Brachionus* sp1 y *Brachionus* sp2 (65.9±10.2%) y por nauplios y copepoditos de copépodos *Argyrodiaptomus* sp, *Thermocyclops decipiens* y *Mesocyclops* sp (34.1±10.2%); mientras que el tamizado entre 250-400 mm predominaron los cladóceros adultos *Diaphanosoma* sp y *Moinodaphnia* sp (82.7±9.1%); copépodos adultos *Argyrodiaptomus* sp, *Thermocyclops decipiens* y *Mesocyclops* sp (13.3±5.5%) y rotíferos *Brachionus* sp1 y *Brachionus* sp2 (4.1±13.6%).

En el segundo experimento con la presa que ofreció los mejores resultados de crecimiento, sobrevivencia y resistencia al estrés (nauplios de *Artemia*) se evaluaron diferentes periodos de alimentación (1, 3, 5 y 7 días) para determinar el tiempo de manejo necesario de la primera alimentación del bocachico.

Para describir las post-larvas al inicio de la alimentación exógena se recolectó una muestra de 40 post-larvas; luego se determinó su peso y longitud total. Además, se consideraron las características que presentaron los ojos, la boca y la cantidad de vitelo en ese momento. La abertura bucal máxima (ABM) se estimó considerando un ángulo de 90° mediante la ecuación (Shirota 1970):

$$ABM = Lms * \sqrt{2}$$

Donde Lms corresponde a la longitud maxilar superior.

Para evaluar el crecimiento, al final de cada ensayo fueron colectadas 20 post-larvas de cada unidad experimental y fijadas en formol tamponado al 4%. Con los pesos y longitudes totales promedios de cada unidad experimental se calculó el valor promedio para cada tratamiento de:

- Ganancia en peso (GP)  
GP = Peso final – Peso inicial
- Ganancia en longitud (GL)  
GL = Longitud total final – Longitud total inicial
- Tasa de crecimiento específico (G)  
G = (Ln Pmf – Ln Pmi)/t x 100

Donde Pmi, peso promedio inicial de las post-larvas (mg); Pmf, peso promedio final de las post-larvas (mg); t, tiempo de cultivo (días) y Ln, logaritmo neperiano.

La sobrevivencia final (S) de cada unidad experimental fue calculada contando manualmente las post-larvas vivas. Además, se realizó una prueba de resistencia al estrés; la cual consistió en capturar de 10 a 15 post-larvas con una pequeña nasa de ojo de malla de 200 mm, luego se colocaron en papel absorbente durante cuatro minutos; transcurrido ese periodo, fueron depositadas en un recipiente con agua del acuario y después de 15 minutos fueron contadas las que permanecieron vivas. Con estos datos se calculó la sobrevivencia a la prueba de resistencia al estrés (RE).

El análisis estadístico para ambos experimentos, fue realizado con el programa SAS (versión 6.0, 1994), aplicando el análisis de varianza (ANOVA) combinado de las tres repeticiones del ensayo para determinar los efectos del tipo de presa en la primera alimentación sobre las variables evaluadas. Cuando se presentaron diferencias estadísticas se aplicó la

prueba de la Diferencia Mínima Significante (LSD) con un nivel de significancia de 95%.

## RESULTADOS

Entre las 44 y las 48 horas post-eclosión se inició la alimentación exógena del bocachico (temperatura ente 26.5 y 29.0 °C). En ese momento las post-larvas tenían una longitud total de  $5.4 \pm 0.2$  mm, peso de  $1.8 \pm 1.1$  mg, tubo digestivo formado, saco vitelino con reservas equivalentes al 34% de su tamaño en el momento de la eclosión y una abertura bucal máxima de  $671 \pm 12.8$   $\mu$ m (n = 107). Los valores promedios de GP, GL, G, S y RE de las post-larvas de bocachico después de cinco días de manejo de la primera alimentación con las diferentes presas evaluadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores promedios de la ganancia en peso (GP), ganancia en longitud (GL), tasa de crecimiento específico (G), sobrevivencia final (S) y sobrevivencia a la prueba de resistencia al estrés (RE) de las post-larvas de bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

Parámetros	Tipo de presa				
	NA	CA	Z125-160	Z250-400	AY
GP (mg)	$2.0 \pm 1.8^a$	$0.5 \pm 0.9^b$	$0.8 \pm 0.4^b$	$2.0 \pm 1.1^a$	$-0.5 \pm 0.5^c$
GL (mm)	$1.8 \pm 0.9^a$	$0.7 \pm 0.5^c$	$1.1 \pm 0.2^b$	$1.6 \pm 0.5^a$	$0.1 \pm 0.2^d$
G (%/día)	$21.4 \pm 18.9^a$	$7.3 \pm 16.9^c$	$13.8 \pm 9.0^b$	$22.6 \pm 14.2^a$	$-12.8 \pm 13.4^d$
S (%)	$73.2 \pm 10.7^a$	$49.9 \pm 23.8^c$	$64.0 \pm 18.8^b$	$25.4 \pm 16.5^c$	$34.6 \pm 37.6^d$
RE (%)	$87.1 \pm 15.5^a$	$47.9 \pm 27.5^b$	$79.4 \pm 20.8^a$	$88.7 \pm 12.8^a$	$1.3 \pm 2.7^c$

Los resultados son posteriores a la alimentación con diferentes tipos de presas durante cinco días (NA, nauplios de Artemia; CA; cistos descapsulados de Artemia; Z125-160, zooplancton silvestre tamizado entre 125 y 160  $\mu$ m; Z250-400, zooplancton silvestre tamizado entre 250 y 400  $\mu$ m; AY, ayuno). Los valores promedios con letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

Las mayores ganancias de peso y longitud las registraron las PI alimentadas con NA ( $2.0 \pm 1.8$  mg,  $1.8 \pm 0.9$  mm) y Z250-400  $\mu$ m ( $2.0 \pm 1.1$  mg,  $1.6 \pm 0.5$  mm) ( $P < 0.05$ ). La sobrevivencia de las PI alimentadas con NA ( $73.2 \pm 10.7\%$ ) fue mayor a los demás tratamientos ( $P < 0.05$ ). Las PI alimentadas con Z250-400  $\mu$ m presentaron una baja sobrevivencia final ( $25.4 \pm 16.5\%$ ), sin embargo, su sobrevivencia cuando fueron sometidas a la prueba de resistencia al estrés ( $88.7 \pm 12.8\%$ ) fue similar a

las obtenidas para las PL alimentadas con NA ( $87.1 \pm 15.5\%$ ) y Z250-400  $\mu$ m ( $79.4 \pm 20.8\%$ ).

La tabla 2, presenta los resultado de GP, GL, G, S y RE de las PI de bocachico sometidas a diferentes periodos de manejo de la primera alimentación con nauplios de Artemia. No se observaron diferencias significativas en la sobrevivencia final entre los diferentes tratamientos ( $P > 0.05$ ); la cual osciló entre  $86.0 \pm 9.8\%$  (1 día) y  $91.1 \pm 7.7\%$  (3 días). Como

era de esperarse las PI alimentadas por 7 días presentaron la mejor ganancia en peso ( $5.3 \pm 3.8$  mg) y ganancia en longitud ( $2.8 \pm 1.6$  mm). Las PI alimentadas durante 3 y 5 días no presentaron diferencias significativas en la ganancia en peso ( $P > 0.05$ ). La tasa de crecimiento específico osciló entre  $17.1 \pm 9.1$  (5 día) y  $22.3 \pm 13.6$  %/día (3 día),

sin observarse diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Las PI alimentadas durante 3, 5 y 7 días presentaron las mejores sobrevivencias ( $92.2 \pm 6.2\%$ ,  $93.3 \pm 4.3\%$ ,  $95.6 \pm 3.9\%$ , respectivamente) cuando fueron sometidas a la prueba de resistencia al estrés. Las PI alimentadas por un solo día mostraron la menor sobrevivencia al ser sometidas a esta prueba ( $87 \pm 1$  %).

Tabla 2. Valores promedios de la ganancia en peso (GP), ganancia en longitud (GL), tasa de crecimiento específico (G), sobrevivencia final (S) y sobrevivencia a la prueba de resistencia al estrés (RE) de las post-larvas de bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

Parámetros	Períodos de manejo de la primera alimentación			
	1 día	3 día	5 día	7 día
GP (mg)	$0.4 \pm 0.2^c$	$1.6 \pm 1.4^b$	$2.2 \pm 1.7^b$	$5.3 \pm 3.8^a$
GL (mm)	$0.7 \pm 0.6^c$	$1.2 \pm 0.7^{bc}$	$1.6 \pm 1.0^b$	$2.8 \pm 1.6^a$
G (%/día)	$20.9 \pm 8.1^a$	$22.3 \pm 13.6^a$	$17.1 \pm 9.1^a$	$20.1 \pm 9.3^a$
S (%)	$86.0 \pm 9.8^a$	$91.1 \pm 7.7^a$	$86.0 \pm 12.9^a$	$86.3 \pm 11.0^a$
RE (%)	$87.7 \pm 11.3^b$	$92.2 \pm 6.2^a$	$93.3 \pm 4.3^a$	$95.6 \pm 3.9^a$

Los resultados son posteriores a la alimentación con con nauplios de Artemia. Los valores promedios con letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

## DISCUSIÓN

Los resultados del estudio mostraron que el bocachico inició su alimentación exógena entre las 44 y las 48 horas post-eclosión coincidiendo con lo reportado en la literatura (Solano 1973) a la temperatura en que se realizó el estudio. En algunos peces el inicio de la alimentación exógena coincide con el consumo total del vitelo (Gisbert y Williot 1997); pero en el caso del bocachico el inicio de la alimentación exógena se presentó cuando aún mantiene reservas vitelínicas equivalentes al 34% de las mostradas en el momento de la eclosión. Comportamiento similar fue observado en otro carácido reofillico, *Brycon siebenthalae*, que al momento de iniciar la alimentación exógena presentó aún el 40% de su vitelo (Atencio-García et al. en prensa).

La abertura bucal máxima estimada para el bocachico al inicio de la alimentación exógena ( $671 \pm 12.8$  mm) sugiere que el tamaño de las diferentes presas ofrecidas en el estudio no fue una limitante para su captura. Se ha reportado que el tamaño de presa más frecuente en los contenidos estomacales de post-larvas de bocachico después de tres días de haber

iniciado la alimentación en estanques en tierra fue de 300 mm (Donoso-Sarmiento et al. 1997).

En este estudio las post-larvas alimentadas con las presas de mayor tamaño (NA y Z250-400), con excepción de CA, fueron las que presentaron mayores GP, GL y G comparadas con las alimentadas con la presa de menor tamaño (Z125-160). Estos resultados sugieren que en esta fase el bocachico es un predador visual, en razón del tamaño y pigmentación de sus ojos, lo que permite que presas de mayor tamaño faciliten su captura, produciendo una mayor eficiencia energética en el proceso de la captura e ingestión de la presa que las alimentadas con presas de menor tamaño y por tanto mejores indicadores de crecimiento. En esta fase las larvas de peces dependen en gran medida de su capacidad de visión para la orientación y reconocimiento del alimento (Blaxter 1968; Hunter 1980).

Las post-larvas alimentadas con CA, a pesar que esta presa tenía tamaño similar a las presas NA (400-450 mm) y Z250-400, presentaron pobres indicadores de crecimiento; en virtud que esta presa se comportó como un alimento

inerte que se precipitó al fondo del acuario una vez fue ofrecido. Este resultado permite sugerir la importancia del movimiento de las presas vivas en el estímulo para el consumo del alimento. Las post-larvas mantenidas en ayuno, como era lo esperado, presentaron los más pobres indicadores de crecimiento ante la ausencia de alimento exógeno, incluso en algunos casos con valores negativos (GP y G); pero soportaron esta condición y al final del ensayo la sobrevivencia en este tratamiento fue similar a la que presentaron las post-larvas alimentadas con CA y Z125-160, lo cual permite suponer que ante la ausencia de alimento las post-larvas regularon el gasto de sus reservas vitelinas ya que eran menos activas y permanecían generalmente en el fondo y las paredes del acuario. Además, el análisis del fondo de los acuarios mostró presencia de euglenoides que también fueron verificadas en el tracto digestivo de las post-larvas; lo que sugiere que no estuvieron sometidas a una inanición absoluta.

La mejor sobrevivencia final la presentaron las post-larvas alimentadas con NA ( $73.2 \pm 10.7\%$ ). Las post-larvas alimentadas con Z250-400 a pesar que presentaron el mejor desempeño en el crecimiento (GP, GL, G) junto con las post-larvas alimentadas con NA, su sobrevivencia fue menor y similar a las alimentadas con CA e incluso a las mantenidas en ayuno. Esta baja sobrevivencia final en este tratamiento, se explica por la mortalidad ocasionada por la presencia de copépodos ciclopoideos predadores (*Thermocyclops decipiens* y *Mesocyclops* sp.) en la composición del zooplancton ofrecido. Los copépodos ciclopoideos son considerados no filtradores, con modificaciones en el aparato bucal para facilitar la predación, atacando presas de mayor tamaño (Roldán 1989, Geiger 1990), fenómeno que se comprobó en este estudio. La predación de larvas de peces por copépodos ciclopoideos han sido reportadas en *Pseudoplatystoma coruscan* (Behr et al. 1997) y *Brycon siebenthalae* (Atencio-García et al. en prensa).

Una práctica común en las estaciones productoras de alevinos de Colombia es la utilización de zooplancton silvestre como primera alimentación para las post-larvas de bocachico, cachama negra (*Colossoma macropomum*) y cachama blanca (*Piaractus brachipomus*) entre otras. Entonces, este procedimiento puede favorecer las altas mortalidades ocasionadas por la presencia de copépodos ciclopoideos. El zooplancton silvestre con tamaño entre 250 y 400 mm estuvo conformado principalmente por cladóceros (82.7%) y el 13.5% por copépodos calanoides y ciclopoideos, predominando estos últimos, alrededor del 10%. Esto significa, que a la concentración que se ofreció este alimento (5 individuos/mL) en cada ración se

introdujeron, por lo menos, 2500 copépodos ciclopoideos.

En las aguas continentales colombianas se han reportado 56 especies de copépodos de vida libre de las cuales 62.5% son ciclopoideos (Gaviria 1994), lo que implica una elevada probabilidad de introducir copépodos ciclopoideos predadores cuando se ofrece zooplancton silvestre para el manejo de la primera alimentación en la larvicultura. A pesar que las post-larvas alimentadas con el Z250-400 presentaron mejores resultados en el crecimiento que las alimentadas con el Z125-160, la sobrevivencia en este último tratamiento fue mayor. Los resultados del estudio indican que el zooplancton silvestre con tamaño entre 125 y 160 mm incrementa las posibilidades de sobrevivencia, al reducir la presencia de organismos predadores; pero igualmente limita las posibilidades de crecimiento de las post-larvas por tratarse de un alimento pequeño para la abertura bucal del bocachico y por tanto ineficiente desde el punto de vista energético. Los resultados sugieren que los alimentos vivos entre 250 y 450 mm, libre de predadores son un tamaño adecuado para el manejo de la primera alimentación del bocachico. Estos tamaños representan el 37.3% y el 67.9% de la abertura bucal máxima del bocachico al inicio de la alimentación exógena.

Las post-larvas alimentadas con CA, presentaron una sobrevivencia final similar a las tratadas con Z250-400 y a las mantenidas en ayuno, así como un pobre desempeño en el crecimiento; lo que puede ser explicado por la condición de alimento inerte de este alimento, ofreciendo insuficiente estímulo visual, y por tanto como fue observado en este estudio era poco consumido cuando se ofreció.

Las post-larvas alimentadas con NA, Z125-160 y Z250-400 registraron los mayores resultados de sobrevivencia a la prueba de resistencia al estrés, indicando una buena condición de las post-larvas como reflejo de la calidad nutricional de las presas ingeridas. Por esto, las diferencias en la sobrevivencia final entre las post-larvas alimentadas con NA y Z250-400, no está en la calidad nutricional de estos alimentos, sino en la presencia o ausencia de predadores en el zooplancton. Entonces, los nauplios de *Artemia* son un alimento libre de predadores, que genera adecuadas tasas de crecimiento, sobrevivencia y una post-larva fuerte para la siembra en estanques de alevinaje, mientras que las post-larvas cuando son alimentadas con zooplancton silvestre entre 250 y 400 mm, a pesar de generar adecuadas tasas de crecimientos y una post-larva fuerte, es un alimento que tiene la posibilidad de

introducir un predador y disminuir la sobrevivencia en esta fase. Pero cuando se utiliza zooplancton silvestre de menor tamaño (125 y 160 mm), para reducir este problema, el alimento se convierte en ineficiente, reduciéndose las posibilidades de crecimiento.

Los diferentes periodos de manejo de la primera alimentación muestran que entre los tres y siete días de alimentación se obtienen los mejores indicadores de crecimiento y resistencia al estrés, sugiriéndose

por lo tanto tres días como el período mínimo necesario para el manejo de la primera alimentación del bocachico debido a los menores costos que representa en comparación con cinco y siete días.

Los resultados del presente estudio permiten concluir que el manejo de la primera alimentación del bocachico puede realizarse utilizando como alimento nauplios de *Artemia* por un período de por lo menos tres días.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atencio-García V, Zaniboni-Filho E, Pardo-Carrasco S y Arias-Castellanos A. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae*. *Acta Sientarium*. 2003
- Atencio-García V. Producción de alevinos de peces migratorios continentales en Colombia. En: 2° Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura (CIVA). 2003; [www.civa2003.org](http://www.civa2003.org). P.263-270 (medio magnético, CD).
- Atencio-García V. Impactos de la Hidroeléctrica Urrá en los peces migratorios del río Sinú. *Temas Agrarios*, 2000; 9: 29-40.
- Barreto C. y Mosquera B. *Boletín Estadístico Pesquero Colombiano*. Bogotá: 2001; INPA.
- Behr E, Furuya W, Furuya V. y Hayashi C. Efeito da densidade do copépode ciclopoide *Mesocyclops longisetus* na predação de larvas de pintado *Pseudoplatystoma corruscans*. *Bol Inst Pesca São Paulo*, 1997; 24 (especial):261-266.
- Blaxter J. Light intensity, vision, and feeding in young plaice. *J. Experimental Marine Biology and Ecology*. 1968; 2: 293-307.
- Donoso-Sarmiento J, Guio-Duque A. y Blanco-Racedo J. Tamaño de la partícula ingerida y relación con la longitud total de post-larvas de bocachico (*Prochilodus magdalenae* Steindachner 1878) (PISCES: CHARACIFORMES: PROCHILODONTIDAE) cultivadas en estanques de la Estación Piscícola de Repelón. *Boletín Científico INPA*, 1997; 5: 53-73.
- Gaviria S. Los copépodos (Arthropoda, Crustacea) de vida libre de las aguas continentales de Colombia. *Rev Acad Colomb Cienc Exact Fis Nat* 1994; 19 (Separata 73): 61-385.
- Geiger G. 1990. Pond fertilization and zooplankton management. In: Harvey B and Carolsfeld J. (eds.) *Workshop on larval rearing of finfish*. Pirassununga, 1989; CIDA/CASAFA/ICSU. p. 93 - 110.
- Gisbert E. & Williot P. Larval behaviour and effect of the timing of initial feeding on growth and survival of Siberian sturgeon (*Ancinpenser baeri*) larvae under small scale hatchery production. *Aquaculture* 1997; 156: 63-76.
- Hunter J. The feeding and ecology of marine fish larvae. In: Bardach JE, Magnuson JJ, May RC, Reinhart JM (Eds). *Fish behaviour and its use in the capture and culture of fishes*. ICLARM Conf. Proc. Manila, 1980; Philippines. p. 287-330.
- Mojica JI, Castellanos C, Usma S y Alvarez R. (Eds). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. 2002. (Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia). Bogotá: Univ. Nal. de Colombia.
- Roldan G. *Manual de limnología*. 1989; Medellín: Universidad de Antioquia.
- Shirota A. Studies on the mouth size of fish larvae. *Bull Jpn Soc Sci Fish*. 1970; 36: 353-368.
- Solano JM. Reproducción inducida del bocachico *Prochilodus reticulatus* Trabajo de grado Biología Marina. 1973; Bogotá: Univ. Jorge Tadeo Lozano.
- Statistical Analyses System Institute (SAS). 1994; User's guide, version 6. 4th ed. North Caroline: The Institute.