



DESARROLLO LARVARIO DEL YAMÚ *BRYCON SIEBENTHALAE*¹

ARIAS CASTELLANOS J.A. *Biólogo MSc PhD*; BALAGUERA D. *Zooot.*; RODRÍGUEZ SIERRA C.M. *Biólogo Esp.*
Instituto de Acuicultura Universidad de los Llanos iall@villavicencio.cetcol.net.co
(Recibido: 14 de octubre de 2003 - Aceptado: 18 de diciembre de 2003)

RESUMEN

Para describir el desarrollo larvario de *Brycon siebenthalae*, larvas recién eclosionadas obtenidas por reproducción artificial fueron mantenidas en condiciones controladas durante 60 horas pos-eclosión. Cada tres horas fueron fijadas 100 larvas en formol 3,5 % bufferado y permanentemente monitoreadas mediante cámara de video. El desarrollo es asincrónico. Al momento de la eclosión se presentan poco desarro-

lladas, frágiles, traslúcidas y con la aleta primigenia desarrollada. El notocordo rodeado de 46 pares de somitos. Las vesículas ópticas y óticas transparentes. El tubo digestivo limitado al esbozo estomacal se presenta conectado al saco vitelino el cual llega a ser el 55 % del volumen del individuo. Miden $3,39 \pm 0,31$ mm y pesan $0,49 \pm 0,01$ mg. A las 36 hpe, momento en que han iniciado la alimentación

exógena, las aletas pectorales se han diferenciado, han iniciado el llenado de la vejiga natatoria y nadan horizontalmente. El ojo está totalmente pigmentado. Los movimientos mandibulares son vigorosos y constantes. El estómago contiene alimento consistente preferencialmente en larvas hermanas. La respiración branquial se ha iniciado. El saco vitelino se ha reducido al 25 % y pigmentado en un 60%. Miden

$5,89 \pm 0,21$ mm y pesan $1,40 \pm 0,04$ mg. A las 60 hpe completan su desarrollo morfológico aunque algunas estructuras aún permanecen inmaduras. La pigmentación característica del grupo alcanza el 90% con un remanente de saco vitelino del 2%. Miden $6,76 \pm 0,40$ mm y pesan $2,22 \pm 0,01$ mg. El crecimiento es alométrico y responde a la ecuación $P = 0,05 L^{1,96}$.

ABSTRACT

To described the development larval of *Brycon siebenthalae*, larva's newly eclosioned obtained by artificial reproduction, were maintained under conditions controlled during 60 hours search-appearance (hsa). Every three hours 100 larvas were fixed in formol 3,5% buffered and permanently monitored by means of video camera.

The development is asynchronous. To the moment of the eclosion the little developed are presented, frag-

ile, translucent and with the fin primogenital developed. The surrounded notochord of 46 somites couples. The optics and otics vesicles transparent. The alimentary canal limited to the stomach, connected sketch to the vitelin sack that ends up being 55% of the individual's volume. Measures 3.39 ± 0.31 mm and weigh 0.49 ± 0.01 mg. To the 36 hsa, moment in that they have begun the exogenous feeding, the pectoral fins have been defined, filled of the bladder

natatorium phisostom and the horizontal swimming has begun. The eye is presented completely pigmented. The movement's mandibles are vigorous and constant. The stomach contains food preferment sister's larvae. The branchial breathing has begun the same as the one.

The sack viteline has decreased to 25% and pigmented in 60%. Measures 5.89 ± 0.21 mm and weighs 1.40 ± 0.04 mg. To the 60 hsa they com-

plete its morphological development although some structures even remain immature. The characteristic pigmentation of the group reaches 90% with a remainder of vitelin sack 2% of the volume. Measures 6.76 ± 0.40 mm and weigh 2.22 ± 0.01 mg. The growth is allometric and responds to the equation $W = 0.05 L^{1.96}$.

Key words:
Brycon siebenthalae, yamú, larval development, growth.

¹Con el auspicio de COLCIENCIAS (contrato RC 426-98).



INTRODUCCIÓN

El yamú de los llanos de Colombia ha sido objeto en los últimos años de investigaciones tendientes a desarrollar su cultivo dadas las favorables características que posee para la piscicultura (Arias 2002). Sin embargo dificultades relacionadas con su cría inicial, producto del desconocimiento en aspectos básicos de su biología tales como lo es el desarrollo larvario, han retrasado el avance en la generación de su tecnología (Atencio

2000). En este trabajo se describen los cambios larvarios durante las primeras sesenta horas de vida haciéndose especial mención sobre la aparición e inicio del funcionamiento de estructuras como el ojo, el tubo digestivo y la vejiga natatoria y comportamiento caníbal, considerados fundamentales para la sobrevivencia de larvas de peces y para el cultivo de las mismas en condiciones confinadas (Ceccarelli 1997, Verreth 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Laboratorio de Ictiología del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos ubicado a 4 Km de la ciudad de Villavicencio-Meta (422 m.s.n.m., temperatura ambiental promedio de 25° C, precipitación media anual de 4.050 mm y humedad relativa del 75%), durante los meses de mayo y junio de 2001 fueron, en cinco ocasiones, monitoreadas y colectadas larvas de yamú desde su eclosión hasta por sesenta horas.

Las larvas obtenidas por reproducción inducida fueron cultivadas en condiciones ambientales controladas (temperatura 26,5 ± 0,8 °C, pH 6,8 ± 0,4, Oxígeno Disuelto 6,5 ± 0,3 mg/L), en contenedores ci-

líndricos de fibrocemento de 500 litros a densidad de 20 larvas / L. Las larvas recibieron alimento consistente en nauplius de *Artemia salina* recién eclosionados a partir de las 30 horas pos-eclosión (hpe) cada tres horas. Grupos controles de larvas en ayuno también fueron estudiados. Registro permanente en video y muestras de 100 larvas cada tres horas por triplicado fijadas en formol al 3,5 % bufferhado, fueron descritas (Balon 1975) y medidas para las variables de longitud total (LT) en milímetros, peso total (P) en miligramos y longitud del saco vitelino (LSC) en milímetros. Los resultados son reportados como promedio ± desviación estándar.

RESULTADOS

La tabla 1 reúne los cambios morfológicos del desarrollo larvario.

Tabla 1. Desarrollo larvario del yamú, desde la hora 0 a la hora 60 post eclosión.

hpe	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	MERISTICOS
0	Poco desarrollada, frágil y traslucida con aleta primigenia desarrollada. Notocordio desarrollado rodeado de 46 pares de somitos. Vesículas ópticas y óticas pobremente esbozadas y transparentes. Tubo digestivo delimitado al estómago el cual se conecta al saco vitelino abdominal que llega al 55% del volumen del individuo.	LT, 3,39 ± 0,31 P, 0,49 ± 0,01 LSV, 1,45 ± 0,11
3	Primeros cuatro somitos segmentados con esclerotomos diferenciados. Vesícula óptica ha iniciado el desarrollo a globo ocular. Tubo digestivo con estómago definido he iniciando prolongación caudal. Saco vitelino llega al 52% del volumen.	LT, 3,70 ± 0,06 P, 0,54 ± 0,01 LSV, 1,40 ± 0,12
6	Columna vertebral diferenciada. Ojo 20% pigmentado. Tubo digestivo con intestino definido. Saco vitelino llega al 50% del volumen.	LT, 3,90 ± 0,23 P, 0,79 ± 0,02 LSV, 1,37 ± 0,09
12	Condrocraqueo protegiendo órganos de los sentidos. Ojo 50% pigmentado. Otolitos visibles. Tubo digestivo con las invaginaciones oral y anal formadas. Arco mandibular esbozado. Saco vitelino llega al 45% del volumen del individuo.	LT, 4,37 ± 0,20 P, 0,98 ± 0,02 LSV, 1,25 ± 0,11
18	Aletas larvarias esbozadas. Encéfalo regionalizado con recubrimiento dermocraqueo. Ojo 80% pigmentado. Tubo digestivo con la cavidad oral semi-abierta. Arco mandibular definido con primordios dentales. El corazón impulsa sangre circularmente en sentido cráneo-caudal. Esbozo del primer arco branquial. Saco vitelino llega al 40% del volumen del individuo.	LT, 4,45 ± 0,35 P, 1,02 ± 0,01 LSV, 1,10 ± 0,01
24	Aletas larvarias formadas, nado vertical intermitente. Ojo 90 % pigmentado. Tubo digestivo con vitelo e iniciada la pigmentación. Boca formada y abierta, dientes anteriores definidos. Tres arco branquiales. Saco vitelino llega al 35% del volumen del individuo y ha iniciado la pigmentación.	LT, 5,13 ± 0,19 P, 1,13 ± 0,01 LSV, 1,13 ± 0,07
30	Nado vertical constante, esbozo de aletas pectorales. Ojo 95% pigmentado. Máxila y mandíbula con dientes puntiagudos. Movimientos mandibulares esporádicos. La apertura bucal alcanza 1,6 ± 0,1 mm. Movimientos branquiales intermitentes. Vejiga natatoria moldeada. Saco vitelino llega al 30 % con pigmentación del 30%.	LT, 5,42 ± 0,44 P, 1,28 ± 0,02 LSV, 1,06 ± 0,05
36	Aletas pectorales definidas, se ha iniciado el nado horizontal. Ojo totalmente pigmentado. Movimientos mandibulares constantes. Se ha iniciado la alimentación exógena con presencia de contenido estomacal, principalmente de otras larvas hermanas. Se ha iniciado la respiración branquial. Vejiga natatoria fisóstoma iniciando llenado. Saco vitelino reducido al 25% y pigmentado en un 60%.	LT, 5,89 ± 0,21 P, 1,40 ± 0,04 LSV, 0,95 ± 0,08
48	Nado horizontal rápido. Caza dirigida y permanente. Vejiga natatoria llena, 70% pigmentada. Saco vitelino reducido al 15% y pigmentado en un 80%.	LT, 6,42 ± 0,33 P, 1,92 ± 0,03 LSV, 0,70 ± 0,11
60	Formada y pigmentada en un 90%. Saco vitelino reducido al 3%.	LT, 6,76 ± 0,40 P, 2,22 ± 0,01 LSV, 0,17 ± 0,11



Las figuras 1 a 6 son secuencias fotográficas del desarrollo larvario de la 0 a las 60 horas pos-eclosión. La figura 7 es la gráfica de la relación peso-longitud.

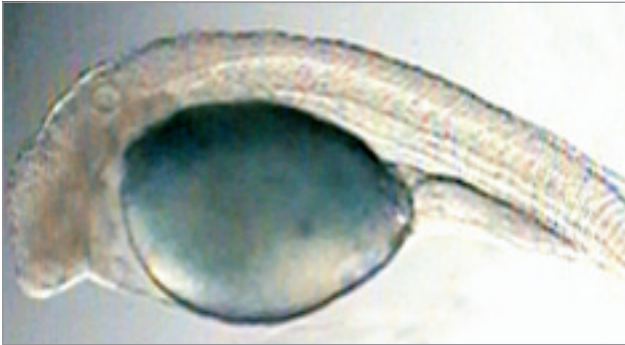


Figura 1. Fotomicrografía de larva de *Brycon siebenthalae* recién eclosionada. Objetivo: 10X.

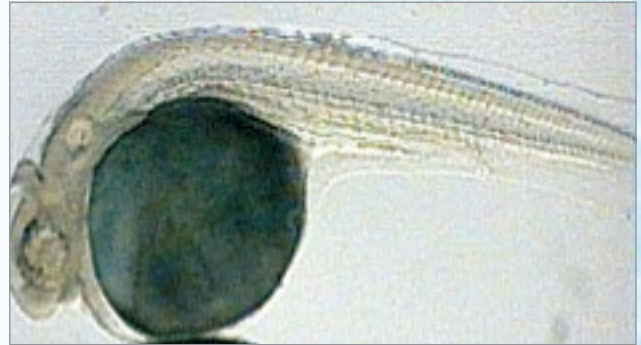


Figura 2. Fotomicrografía de larva de *Brycon siebenthalae* a las seis horas pos-eclosión. Objetivo: 10X.

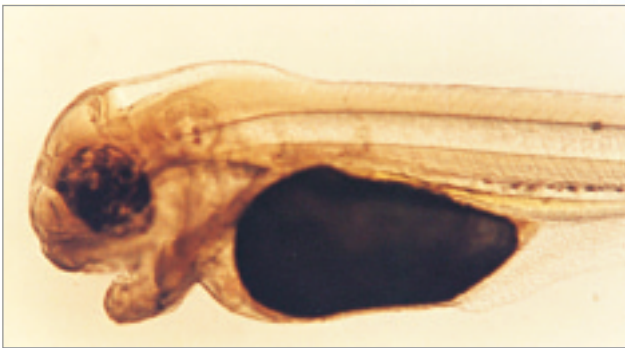


Figura 3. Fotomicrografía de larva de *Brycon siebenthalae* a las doce horas pos-eclosión. Objetivo: 10X.

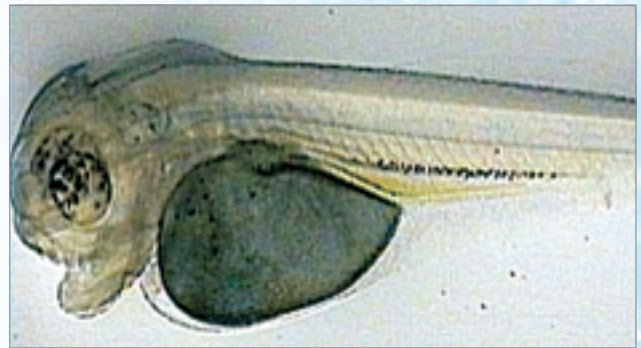


Figura 4. Fotomicrografía de larva de *Brycon siebenthalae* a las veinticuatro horas pos-eclosión. Objetivo: 10X.



Figura 5. Fotomicrografía de larva de *Brycon siebenthalae* a las treinta y seis horas pos-eclosión. Objetivo: 10X.



Figura 6. Fotomicrografía de larva de *Brycon siebenthalae* a las sesenta horas pos-eclosión. Objetivo: 10X.

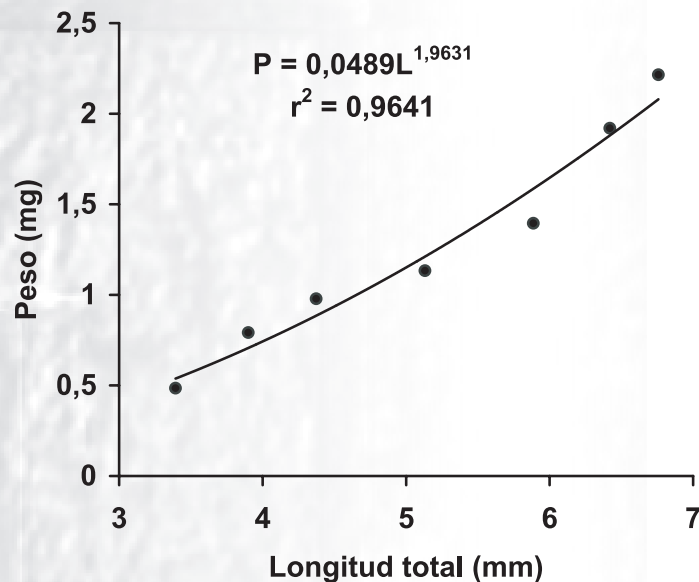


Figura 7. Relación del peso total y la longitud total de larvas de yamú entre las cero y sesenta horas pos-eclosión.

DISCUSIÓN

Se demuestra en este estudio el acelerado desarrollo larvario del yamú (Arias 1995, Venegas y Lombo 1996 y Atencio 2000; Prieto y Mójica 2000), con una fórmula de crecimiento alométrico (Osse y Van Den Boogaart 1995 y Arias 2002) y una relativa lenta reducción del saco de vitelo. Lopes y Senhorini (1995) y Ceccarelli (1997), también encontraron desarrollos larvarios extraordinariamente rápidos y similares en otras especies de *Brycon*, lo que permite deducir que el desarrollo larvario de las especies de este género es más veloz que el de la mayoría de larvas de peces suramericanos (Pinto y Castagnolli 1984 y Senhorini 1995). Esta característica de rápido crecimiento larvario, sería una

estrategia de los *Brycon* que compensaría la fragilidad de las larvas para competir exitosamente en la época reproductiva del mayor número de especies, que llenan literalmente todos los cuerpos de agua donde se crían (Weatherley y Gill 1987 y Arias 1995).

La mayor evidencia del veloz desarrollo se observa con el acelerado proceso de pigmentación del ojo, el cual se completa totalmente entre las 32 y 36 hpe. Tal rapidez fue explicada por Ceccarelli (1997) para *B. cephalus*, como que las larvas requieren adquirir antes del inicio activo de la predación la plenitud estructural y funcional de este órgano. Ello les permitiría tener mayor probabilidad de sobrevivencia dado que podrían detectar sus posi-

bles presas y también evitar los depredadores (Blaxter 1986, Osse y Van Den Boogaart 1995). Atencio (2000) afirma que el yamú en esta etapa del desarrollo larvario es sin duda un predador visual en razón de sus ojos grandes y pigmentados que le permiten la persecución y captura más eficientes de sus presas.

El inicio de la alimentación exógena, aun con un alto porcentaje de contenido de vitelo en su saco (del 25 % a las 36 hpe), tiene dos consecuencias importantes para la sobrevivencia de la larva. Una nociva, pues la gran bolsa hace su nado dificultoso a más de lento, de tal manera que se torna altamente ineficiente para capturar el alimento pero además especialmente



susceptible de ser predada. La otra, ventajosa, se refiere a que frente a la escasez de alimento adecuado podrá sobrevivir algunos días más aun sin comer (Pinto y Castagnolli 1984). De lo anterior, se deriva la conveniencia de realizar prácticas confinadas de larvicultura que garanticen defenderlas de los predadores y asegurarles alimento adecuado para las primeras 60 hpe (Woynarovich y Horvath 1983, Verreth 1997, Atencio et al. 1998 y Guimaraes y Senhorini 1999).

La aparición y rápido llenado de la vejiga natatoria casi simultáneamente con la puesta en funcionamiento de las facultades visuales, como principales herramientas para la captura de presas, garantizaría la eficiencia de la caza. La vejiga natatoria es vital para la flotabilidad y nado horizontal que requieren para la persecución y captura del

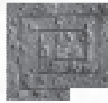
alimento, convirtiéndose en una estructura fundamental para la sobrevivencia (Blaxter 1986, Dabrowski y Culver 1991 y Osse y Van Den Boogaarth 1995).

El gran canibalismo que se presenta en la especie (Arias 1995, Venegas y Lombo 1996 y Atencio et al. 1998), se inicia tempranamente (entre las 30 y 36 hpe). En muchas especies de peces marinos el canibalismo puede ser originado por estímulos químicos del saco vitelino, los que provocarían la preferencia de las larvas por sus hermanas o por larvas de otros peces con saco vitelino. Lo anterior porque el inicio tardío del funcionamiento enzimático del tracto digestivo promovería tal comportamiento. Si bien este estudio no permite evaluar el momento en que las enzimas digestivas inician su actividad, las observaciones efectuadas permiten

asimilarlas a las explicaciones propuestas anteriormente para otros peces de gran comportamiento caníbal (Kendall et al. 1984, Dabrowski y Culver 1991, Bertram y Leggett 1994, Osse y Van Den Boogaarth 1995 y Ceccarelli 1997). En otras palabras el canibalismo estaría ligado al hecho que las larvas perseguirán y capturarán de manera selectiva y preferencial larvas hermanas por ausencia funcional de enzimas digestivas apropiadas para la digestión de otras presas, lo que justificaría, en los términos de las prácticas de primera alimentación, el uso de otras larvas de peces con saco vitelino de menor valor comercial, para enmascarar en ese alimento el comportamiento caníbal (Kendall et al. 1984, Kurokawa y Suzuki 1996, Bertram y Leggett 1994, Verreth 1997).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a COLCIENCIAS y a la Universidad de los Llanos por el apoyo brindado para la realización de este trabajo. A las profesoras Elizabeth Aya Baquero y Sandra Liliana Parada Guevara por su colaboración durante la realización del trabajo. Al Profesor Pedro René Eslava Mocha por sus comentarios al manuscrito.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, C.J.A. 2002. *Biología reproductiva del yamú Brycon siebenthalae (Pisces: Characidae), en cautiverio*. Univ. del Valle, Cali, 116 p. (Tesis de Doctorado).
- ARIAS, C.J.A. 1995. Contribución al conocimiento biológico de los peces de los llanos, yamú (*Brycon siebenthalae*) y sapuara (*Semaprochilodus sp.*), Con fines de cultivo. Informe final. Unillanos-Colciencias. Villavicencio, pp. 18 –22.
- ATENCIO, G.V.J.; PARDO-CARRASCO, S.C. Y ARIAS, C.J.A. 1998. Larvicultura y Alevinaje del Yamú (*Brycon siebenthalae*) de los llanos de Colombia. Resumos do Acuicultura. En: Revista Brasil 98. Recife. (Novembro 2-6).
- ATENCIO, G.V.J. 2000. *Influencia da primeira alimentação na alevinagem do Yamú*. UFSC, Brasil. 123p-. (Dissertação Mestrado).
- BALON, E.K. 1975. Terminology of intervals in fish development. J Fish. Res. Board Can. 32: 2-4.
- BERTRAM, D.F Y LEGGETT, W.C. 1994. Predation risk during the early life history periods of fishes: separating the effects of size and age. Marin. Ecol. P. Ser. 109: 105-114.
- BLAXTER, J. 1986. Development of sense organs and behaviour of teleost larvae with special reference to feeding and predator avoidance. Trans. Amer. Fisher. Soc.,V 115: 98-101-112.
- CECCARELLI, P. 1997. *Cannibalismo em larvas de matrinxá (Brycon cephalus) Gunther, 1869*. UNESP. Botucatu. 92. (Dissertação Mestrado).
- DABROWSKI, K.; CULVER, D. 1991. The physiology of larval fish. Digestive tract and formulation of starter diets. Aquaculture Mag. 15:123-131.
- GUIMARAES, S.M. Y SENHORINI, J.A. 1986. Apostila sobre Vriacao de larvas y alevinos. CEPTA: Pirasununga. 74p.
- KENDALL, A.W.; AHLSTROM, E.H. Y MOSER, H. 1984. Early life history stage of fishes and their characters. In: Mosses. H. G. et al., (Eds). Ontogeny and Systematic of Fishes. New York: of American Society Ichthyologist and Herpetologist. 56 p.
- KUROKAWA, T. Y SUZUKI, T. 1996. Formation of the diffuse pancreas and the development of digestive enzyme synthesis in larvae of the japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture 141: 267–276.
- LOPES, R. Y SENHORINI, J. 1995. Desenvolvimento embrionario e larval do matrinxá, (*Brycon cephalus*). Pirasununga – Brasil. Bol. Tecn. CEPTA. 12p.
- OSSE, W.M Y VAN DEN BOOGAART, J.G.M. 1995. Fish larvae, development, allometric growth, and aquatic environment. ICES Mar Sci Symp. 201: 21-34.
- PINTO, M.M. Y CASTAGNOLLI, N. 1984. Desenvolvimento inicial do pacu (*Colossoma mitrei*). Berg, 1895. Am. Simp. Bras. Aquicul III. Sao Carlos SP. p 12.
- PRIETO, A. Y MOJICA, C.A. 2000. Desarrollo larval y supervivencia del yamú *Brycon siebenthalae* en estanques abonados y con el uso de un suplemento alimenticio. En: II Seminario Regional. Agrociencia y Tecnología. Siglo XXI. Orinoquia Colombia. Villavicencio.
- SENHORINI, J.A. 1995. *Desenvolvimento larval do pacu, (Piaractus mesopotamicus), Holmberg, 1987 (Pisces Characidae), em viveiros*. UNESP. 98p. (Dissertação Mestrado).
- VENEGAS, S.V. Y LOMBO, H.A. 1996. *Larvicultura y Alevinaje del Yamú (Brycon siebenthalae), Eigenman, 1912 en cautiverio*. Universidad de la Salle-IALL. 86p. (Trabajo de pregrado).
- VERRETH, J. 1997 Larval rearing and nutrition. Mem. International course on fish larvae. Erasmus. 8p.
- WEATHERLEY, A Y GILL H. 1987. The Biology of Fish Growth. London. Academic Press INC. 443 p.
- WOYNAROVICH, E. Y HORVARTH, B. 1983. Propagacao artificial de peixes de aguas tropicales. Manual de extencao. FAO CODEVASF/CNPQ. Brasilia. 220 p.