

BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
VOLUMEN 27, NÚMERO 1, 1993, Pp. 1 - 18.

DESARROLLO EMBRIONARIO Y LARVAL DEL BOCACHICO
Prochilodus reticulatus (VALENCIENNES 1849)
(CYPRINIFORMES: PROCHILODONTIDAE)

JOAQUIN LEÓN*, AUDIN RUBIO** y HENDER URDANETA*

*Centro de Investigaciones Biológicas
Facultad de Humanidades y Educación
Universidad del Zulia

Apartado No. 526
Maracaibo 4001-A, Estado Zulia, Venezuela

**Estación Experimental Piscícola Don Bosco
Carrasquero, Estado Zulia, Venezuela

RESUMEN

Se describen las etapas del desarrollo embrionario y larval del bocachico, *Prochilodus reticulatus*, de Venezuela, desde la fertilización hasta la fase de postlarva. Los huevos se obtuvieron por extrusión gonadal de reproductores inducidos al desove con la hormona gonadotropina coriónica humana (G.C.H.). Los huevos de esta especie son esféricos, flotantes y no adherentes con un diámetro promedio, antes de hidratarse, de 1.1 mm y al hidratarse alcanzan hasta 2.35 mm. El espacio perivitelino es muy amplio y mide aproximadamente 0.78 mm. La eclosión se cumplió a las 12 horas, después de la fecundación, y a una temperatura de 29°C. El largo promedio de la prolarva recién eclosionada es de 3.2 mm. A las 100 horas se reabsorbe el saco vitelino y la postlarva alcanza una longitud promedio de 6.5 mm. A los 14 días se aprecia la pérdida de las características larvales y la adquisición preliminar de los caracteres juvenil-adulto. El desarrollo se siguió hasta el estadio de alevino de 30 días de nacido.

Palabras claves: Desarrollo embrionario y larval, *Prochilodus reticulatus*, Cypriniformes, Prochilodontidae, Venezuela.

ABSTRACT

**EMBRYOLOGICAL AND LARVAL DEVELOPMENT OF
BOCACHICO *Prochilodus reticulatus* (VALENCIENNES 1849)
(CYPRINIFORMES: PROCHILODONTIDAE)**

Embryological and larval development of the Bocachico, *Prochilodus reticulatus*, from Venezuela, are described from fertilization to the post larval stage. Eggs were extruded from gonadas of mature individuals injected with human chorionic gonadotrophin hormone (H.C.G.). The eggs are spherical, floating, and non-adherent; with 1.1 mm diameter before hydrating, and up to 2.35 mm after hydration. The perivitelline space is extensive and measures about 0.78 mm. Hatching took place 12 hours after fertilization, at 29°C. Recently hatched post larvae have a median length of 3.2 mm. At 100 hours, the vitelline sac is reabsorbed, and the post larva reaches a median length of 6.5 mm. At 14 days, larvae start to obtain their juvenile-adult characteristics. Development was observed for 30 days, from birth to the minnow stage.

Key words: Embryological and larval development, *Prochilodus reticulatus*, Cypriniformes, Prochilodontidae, Venezuela.

Received: 02 March 1993

Accepted: 09 December 1993

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones relativas al desarrollo embrionario y larval de los peces de agua dulce son escasas, especialmente en la América Tropical (Machado-Allison 1974, Machado-Allison y López 1975). Abordar este conocimiento permitiría dilucidar muchos aspectos relacionados con sus pesquerías y biología en general (Hurtado 1975, Giraldo 1988) y es el objetivo fundamental del presente trabajo, el servir como un aporte más al desarrollo de este tipo de estudio.

Se seleccionó una especie de valor comercial en la Cuenca del Lago de Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela, por su volumen de pesca y demanda en el consumo regional, como lo es el bocachico, *Prochilodus*

reticulatus, considerada en este aspecto como la tercera especie de importancia y superada solamente por la curvina del Lago, *Cynoscion maracaiboensis*, y la manamana, *Potamorhina laticeps*. Además, el bocachico es una especie ampliamente distribuida en la Cuenca del Río Magdalena y sus afluentes, donde también es objeto de un mercado considerable (Dahl et al. 1963, Solano 1973).

El bocachico al igual que otras especies de comportamiento migratorio (reofílicas) remonta los ríos durante la sequía, y desova al alcanzar su máxima maduración gonadal en la época de lluvias (Dahl et al. 1963, Bermúdez 1980). Por esta razón los bioensayos para la obtención de las muestras a utilizar en este trabajo se realizaron en el mes de Octubre de 1990 y en los meses de Mayo y Junio de 1991, mediante el manejo de reproductores, previamente inyectados con la hormona gonadotropina coriónica humana (G.C.H.).

En el presente trabajo se describen detalladamente las etapas del desarrollo embrionario y larval hasta la fase de alevino, apto para su manejo en la piscicultura y repoblación de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los reproductores que se utilizaron para este trabajo se capturaron en las lagunas de la Estación Piscícola Don Bosco, Carrasquero, Estado Zulia, Venezuela. Fueron en total tres machos con un peso entre 225 y 350g y dos hembras de 550 y 750g, pesados mediante una balanza tipo Detecto, e inducidos al desove con la hormona G.C.H. (Primogonyl y Profasi de 5.000 U.I. y 2.000 U.I.), calculándose el valor de la dosificación en 4 U.I./g. Se inocularon dos dosis en las hembras a intervalos de 0 y 24 h y una dosis en los machos. El desove se realizó espontáneamente en los tanques de espera dentro del laboratorio (1.29 m de largo x 68 cm de ancho x 94 cm de profundidad); y ésto se detectó inmediatamente cuando los machos se tornaron inquietos y emitían los ronquidos propios de la conducta sexual de este género (Dahl et al. 1963, Solano 1973, Woynarovich 1977).

Los huevos recogidos mediante una red fina se pasaron a las incubadoras cónicas de plástico acrílico transparente de 20 lt con flujo de agua ascendente y desagües superiores. El flujo se mantuvo durante casi todo el proceso en 1 lt/min, excepto desde el estadio de embrión avanzado (catorce somitas o más) hasta la eclosión cuando se aumentó a 1.5 lt/min para favorecer la oxigenación del agua, ya que se notó un incremento en la mortalidad.

El material (aproximadamente 100 huevos por muestra) se extrajo al azar de las incubadoras con pipetas y a intervalos, y se transfirió a cápsulas de Petri. La descripción se hizo escogiendo al individuo de mayor evolución. Debido a problemas presentados en bioensayos anteriores, en relación a la preservación de las muestras, se procedió a probar los siguientes fijadores: Líquido de Bouin, fijador de Davidson, fluido de Michaelis, fijador de Storkards, formalina al 1% en suero fisiológico, alcohol al 70% y formalina al 3% en buffer-fosfato; obteniéndose con este último los mejores resultados, tal como lo recomienda Lavenberg *et al.* (1983).

Las larvas, una vez eclosionadas, fueron extraídas sifoneando directamente de las incubadoras y pasadas a acuarios de vidrio de 1 m de largo x 30 cm de ancho x 35 cm de profundidad; y a los cuatro días, con la reabsorción del saco vitelino y la aparición de la boca, fueron pasadas a tanques cilíndricos de concreto de 1200 lt y alimentadas con plancton. Finalmente trasladadas a lagunas de alevinaje de 150 m², protegidas con mallas de nylon para evitar principalmente el depósito de huevos de Odonata.

La morfometría de huevos y larvas se realizó mediante una lupa estereoscópica Wild con micrómetro ocular calibrado; ésta a su vez, provista de una cámara fotográfica y un exposímetro automático, permitió las microfotografías de los diferentes estadios del desarrollo. Se utilizó una película Agfacolor (100 ASA).

Se realizaron cuatro ciclos experimentales a temperaturas del agua de 28.5°C, dos a 29°C y uno a

30°C. Los valores de oxígeno disuelto oscilaron entre 6.8 a 6.9 mg/lt. Los registros de temperaturas y oxígeno se tomaron con un oxímetro YSI Mod. 51B.

La denominación de los diferentes estadios del desarrollo está basada en los trabajos de Hubbs (1943) y Kendall et al. (1983).

RESULTADOS

PERÍODO EMBRIÓNICO

CARACTERÍSTICAS DEL HUEVO:

El huevo de *Prochilodus reticulatus* se caracteriza por ser esférico, flotante y de un color oscuro-verdoso, no adherente (Fig. 1a). El centro germinativo, algo oscuro y en forma concéntrica al corion, está rodeado por la zona de hidratación, lo cual concuerda con lo visto por Solano (1973). El diámetro promedio del huevo, antes de hidratarse, es de 1.1 mm; luego de hidratarse alcanza 2.35 mm. El espacio perivitelino mide 0.78 mm aproximadamente.

FORMACIÓN DEL BLASTODISCO O DISCO GERMINATIVO:

Alrededor de los 10 min de haberse efectuado la fecundación se observa una prominencia en el polo animal denominada disco germinativo o blastodisco, producto de la concentración del citoplasma hacia esa zona del huevo (Fig. 1b).

ETAPA DE CLIVAJE:

Transcurridos 15 min a partir de la fecundación aparece el primer clivaje, dando origen a dos blastómeras resultantes (Fig. 1c). El segundo clivaje (cuatro blastómeras) se observó a los 30 min (Fig. 1d). Las divisiones sucesivas continúan entre los 40 y 45 min y las blastómeras resultantes disminuyen de tamaño, haciéndose imposible su conteo (Fig. 2a). Aproximadamente a los 50 min después de la fertilización, se observa el estadio de mórula (Fig. 2b).

ETAPA DE BLÁSTULA:

A una hora y 15 min aproximadamente aparece la blástula, caracterizada por presentar el blastodermo hacia el polo animal en forma de cúpula o casquete (Fig. 2c).

ETAPA DE GÁSTRULA:

Aproximadamente a las 2 h y 8 min, después de la fecundación, se observa la gástrula; pudiéndose apreciar como el blastodermo se va extendiendo sobre el vitelo mediante un movimiento morfogenético de recubrimiento o epibolia (Figs. 2d y 3a). Esta etapa es crucial en el desarrollo, ya que se inicia el proceso de diferenciación celular con la aparición de las tres capas germinales. Es característico en esta fase la formación de un engrosamiento periférico del blastodermo, el anillo germinal, que constituye el límite blastoporal.

ETAPA DE FORMACIÓN Y DESARROLLO DEL EMBRIÓN:

Mientras el proceso embólico de involución de células se lleva a cabo, el blastodermo y el anillo germinal continúan creciendo hacia abajo y alrededor de la yema. Durante la epibolia los bordes del anillo germinal convergen gradualmente, cerrándose en la región caudal embrionaria, lo cual equivale al cierre del blastoporo (Figs. 3b, 3c y 3d). Alrededor de las 3 h y 20 min se aprecia un saliente o elongación elevada a lo largo de la línea media dorsal del blastodermo, la placa neural, estructura precursora del sistema nervioso central, la cual demarca la banda o estría embrionaria con un cierto grado de formación (Fig. 3d). La gastrulación termina cuando la masa vitelina queda totalmente cubierta. Esto demuestra que en el desarrollo de los teleósteos no se pueden separar la gastrulación y la neurulación, ya que los movimientos morfogenéticos de estas fases se superponen, transcurriendo como un proceso único (Schwartz 1977).

A las 6 h el eje embrionario se hace más grueso y comienza la formación de las primeras somitas (Fig. 4a). El embrión continúa su desarrollo; observándose a

las 6 h y 30 min la formación de las vesículas ópticas y la presencia de 8 somitas (Fig. 4b). Las placodas ópticas se evidencian a las 7 h (Fig. 4c); mientras el proceso continúa su marcha, el número de somitas aumenta y el extremo caudal comienza a separarse del vitelo y el embrión inicia las primeras contracciones.

A las 10 h y 50 min el pedúnculo caudal ha sobrepasado la cabeza (Fig. 5a). La actividad se hace mayor y los golpes constantes del pedúnculo caudal conjuntamente con la cabeza rompen la cápsula coriónica, iniciándose así la eclosión, a las 12 h después de la fecundación. Los datos registrados durante el desarrollo embrionario de esta especie aparecen especificados en la Tabla 1.

PERÍODO LARVAL

DESARROLLO DE LA PROLARVA:

En la Fig. 5b se muestra una prolarva recién eclosionada, la cual alcanza una longitud total de 3.2 mm. El saco vitelino tiene forma oval o elipsoidal y su eje longitudinal mide 1.1 mm y el eje dorso-ventral alcanza 0.9 mm. Igualmente se puede apreciar el esbozo del tubo digestivo, la aleta embrionaria bien demarcada y gotas de grasa dispersas en la masa de yema.

Las prolarvas se desplazan a intervalos, desde el fondo de los recipientes, mediante fuertes movimientos de la cola hasta alcanzar la superficie para dejarse caer hasta el fondo, donde permanecen en reposo entre 1 y 2 min, lo cual coincide con lo observado por Solano (1973).

A las 53 h de nacidas (Fig. 5c) las prolarvas miden 5 mm de longitud total y se aprecia la disminución de volumen del saco vitelino, cuyo eje longitudinal alcanza 0.8 mm y su eje dorsoventral 0.5 mm. Los cromatóforos se hallan dispersos sobre la cabeza, vejiga gaseosa y a lo largo del tubo digestivo. Los ojos con los cristalinos bien formados muestran una pigmentación oscura. Igualmente se observan los arcos viscerales o branquiales y los rudimentos de las aletas pectorales y caudal. Se pueden contar aproximadamente

Tabla 1

Desarrollo embrionario de *Prochilodus reticulatus*
 (Temperatura = 28.5 - 29°C, Oxígeno Disuelto = 6.8 - 6.9 mg/lit)

No.	h:min	Etapas del Desarrollo
1	0:00	Fecundación
2	0:10	Formación del blastodisco
3	0:15	Primer clivaje
4	0:30	Segundo clivaje
5	0:50	Mórula
6	1:15	Blástula
7	2:08	Gástrula
8	3:20	Néurula
9	4:30	Embrión joven
10	5:08	Cierre del blastoporo
11	6:00	Embrión con 4 somitas
12	6:30	Formación de las vesículas ópticas
13	7:00	Formación de las placodas auditivas
14	7:50	Embrión con 13 o más somitas
15	10:50	Larva próxima a eclosionar
16	12:00	Eclosión

Diámetro promedio del huevo antes de hidratarse = 1.1 mm y después de hidratarse = 2.35 mm.

unos 38 miómeros. El esbozo bucal (estomodeo) está presente, pero todavía no es funcional. Se nota la diferenciación de las vesículas cerebrales.

DESARROLLO DE LA POSTLARVA:

A las 100 h aproximadamente se reabsorbe el saco vitelino y aparece el estadio postlarvario (Fig. 5d) (Hubbs 1943, Kendall et al. 1983, Otero 1988); las postlarvas alcanzan una longitud total promedio de 6.5 mm. La vejiga hidrostática se observa más desarrollada, facilitando la natación horizontal. El tubo digestivo está más desarrollado alcanzando mayor longitud; y los maxilares desarrollan dientes (Fig. 6a). Se dificulta el conteo de los miómeros. Se hace más pronunciada la presencia de cromatóforos dispersos a lo largo del cuerpo.

A los 14 días se aprecia el estadio transicional entre las fases de postlarva y alevino, caracterizado por la pérdida de los rasgos larvales y la adquisición de caracteres juvenil-adulto (Kendall et al. 1983). El ejemplar observado (Fig. 6b) mide 9 mm de longitud total y presenta todas sus aletas definitivas. El patrón de pigmentación consiste en este caso: cromatóforos muy numerosos en la parte dorsal de la cabeza y dispersos en las aletas, mientras que en el tronco tienden a disponerse en hileras. Así mismo, se puede notar el desarrollo del complejo hipural en la aleta caudal y la división de la vejiga hidrostática, en una cámara anterior y otra posterior.

Finalmente, a los 30 días y con una longitud total de 18 mm, el individuo exhibe una formación completa al adquirir las características propias del adulto (Fig. 6c).

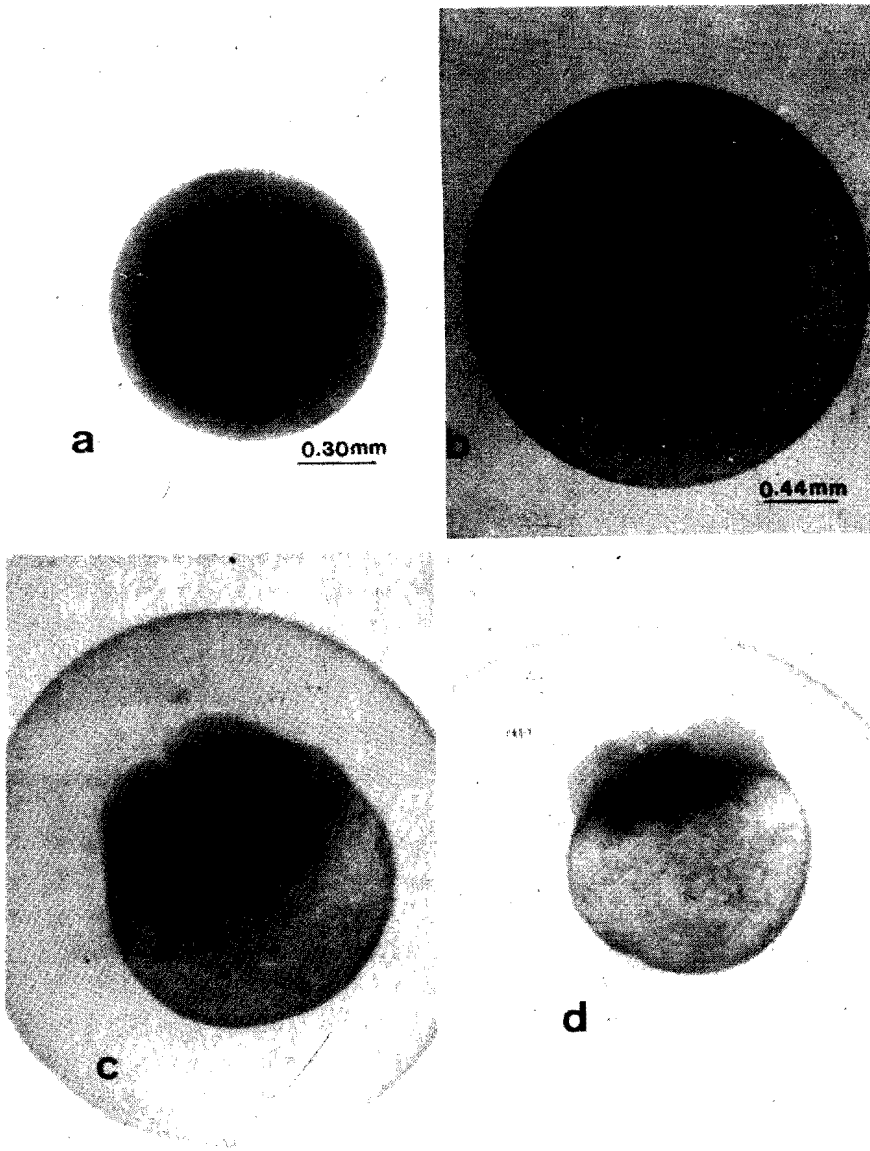


Figura 1:

- a) Huevo ovárico, 100X.
- b) Huevo fecundado, formación del blastodisco, 100X.
- c) Primer clivaje, 150X.
- d) Segundo clivaje, 125X

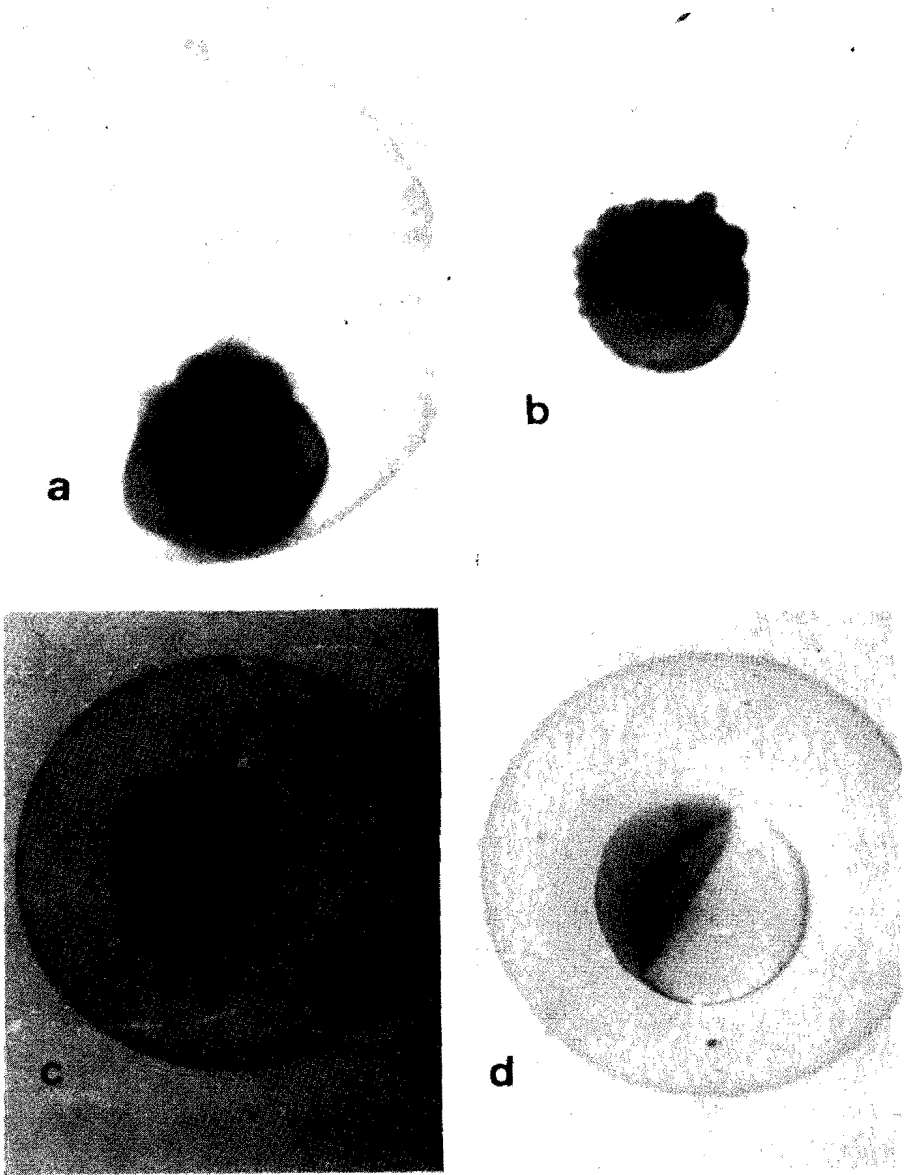
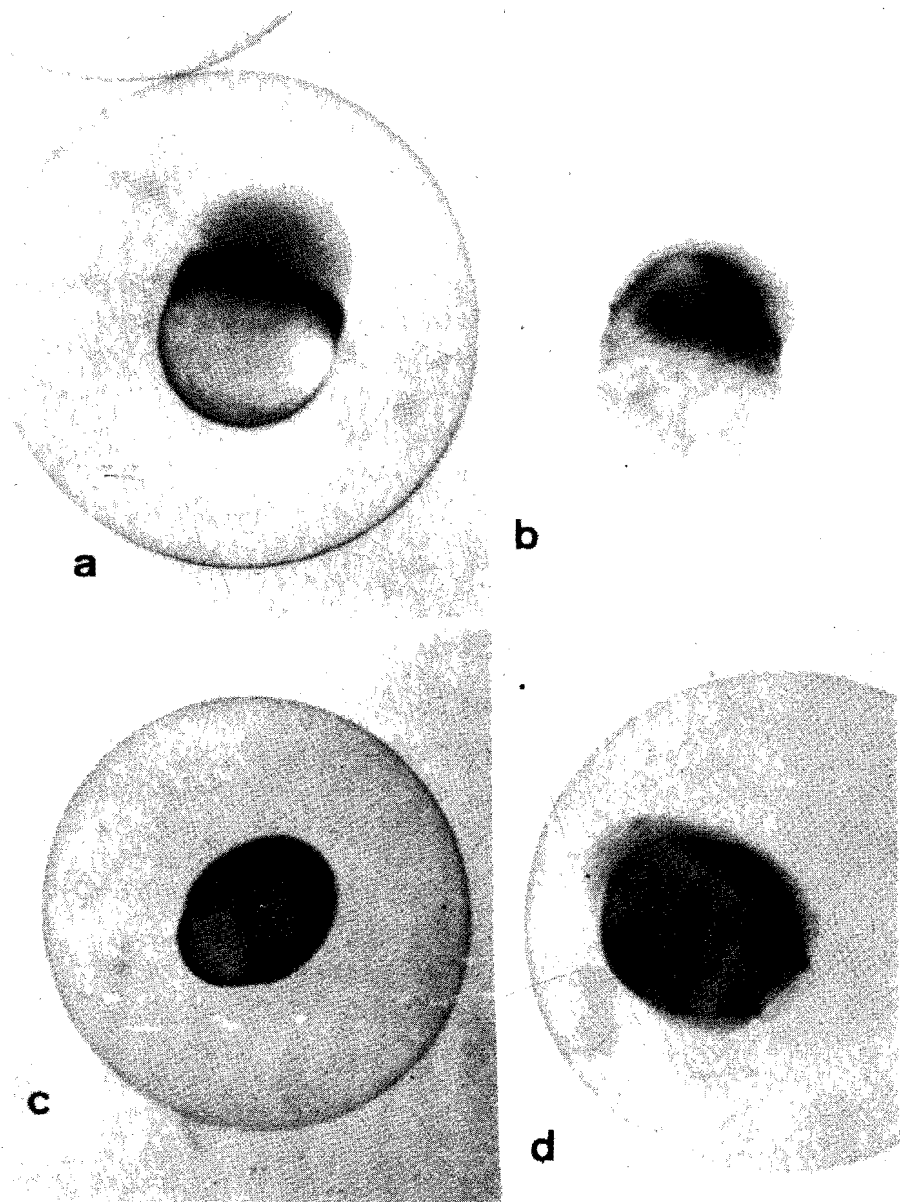


Figura 2:

- a) Ocho o más blastomeras, 125X.
- b) Mórula, 110X.
- c) Blástula, 100X.
- d) Gástrula, formación del anillo germinal, 100X.

**Figura 3:**

- a) Gástrula típica , 100X.
- b) Neurulación, placa neural, 100X.
- c) Cierre del blastoporo, 100X.
- d) Banda o estría embrionaria, 100X.

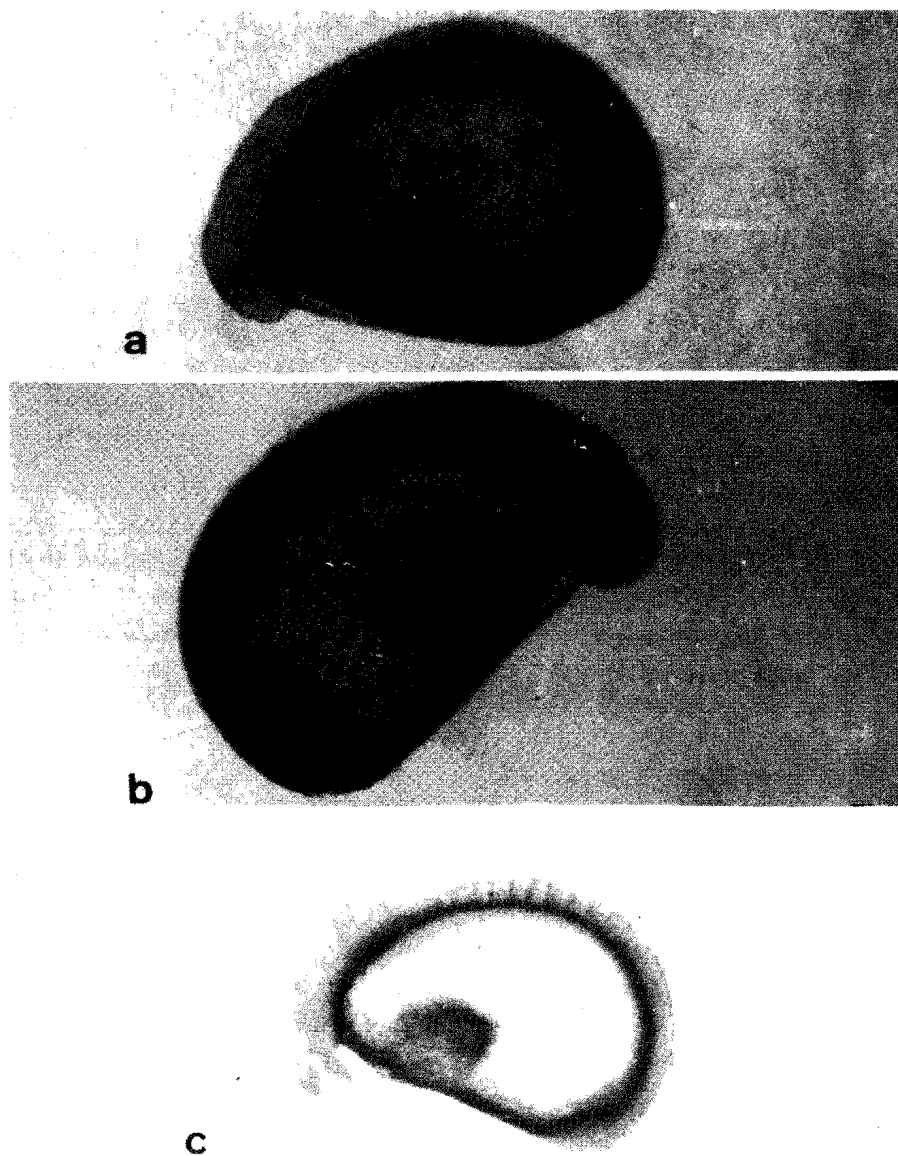


Figura 4:

- a) Primeras somitas, 200X.
- b) Formación de las vesículas ópticas, 200X.
- c) Placodas auditivas, 200X.

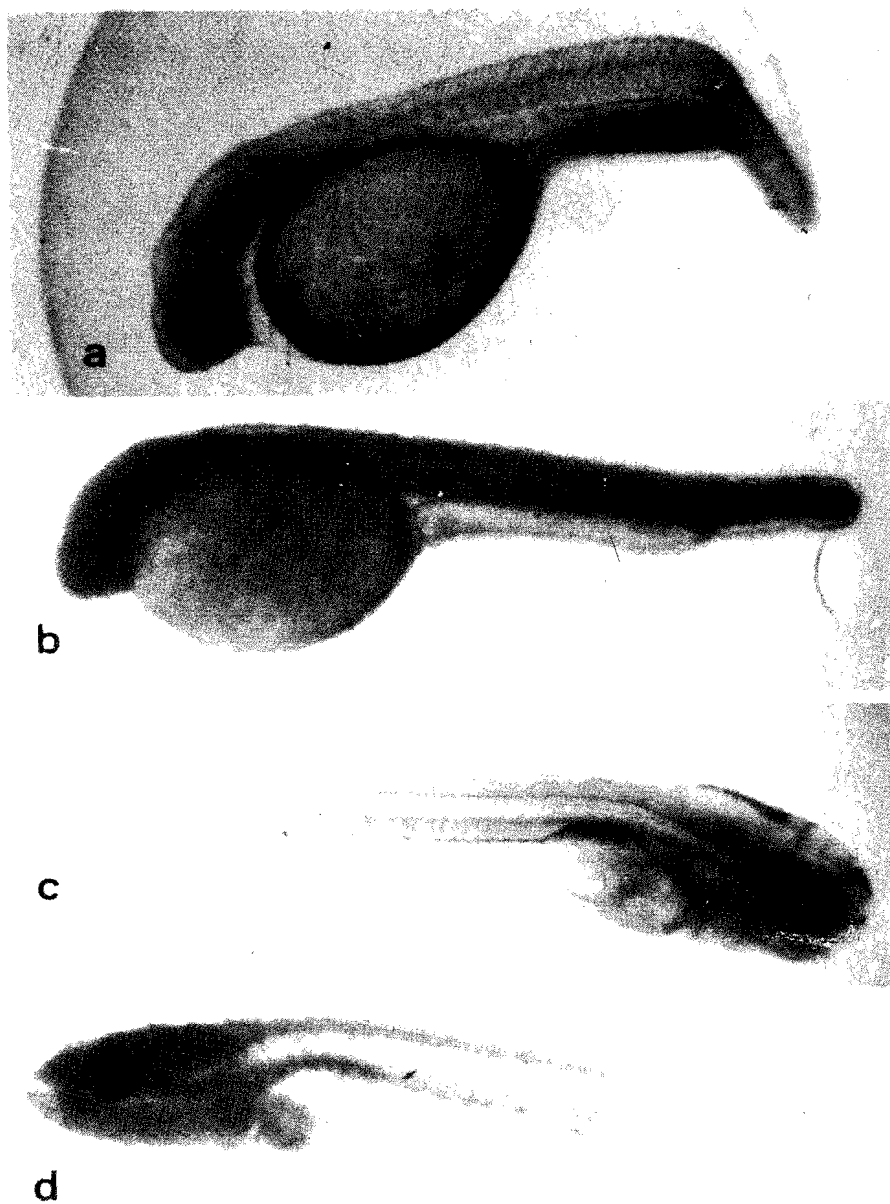


Figura 5:

- a) Larva próxima a eclosionar, 200X.
- b) Larva recién eclosionada, 150X.
- c) Prolarva de 53 h, 100X.
- d) Postlarva de 100 h, saco vitelino reabsorbido, 100X.

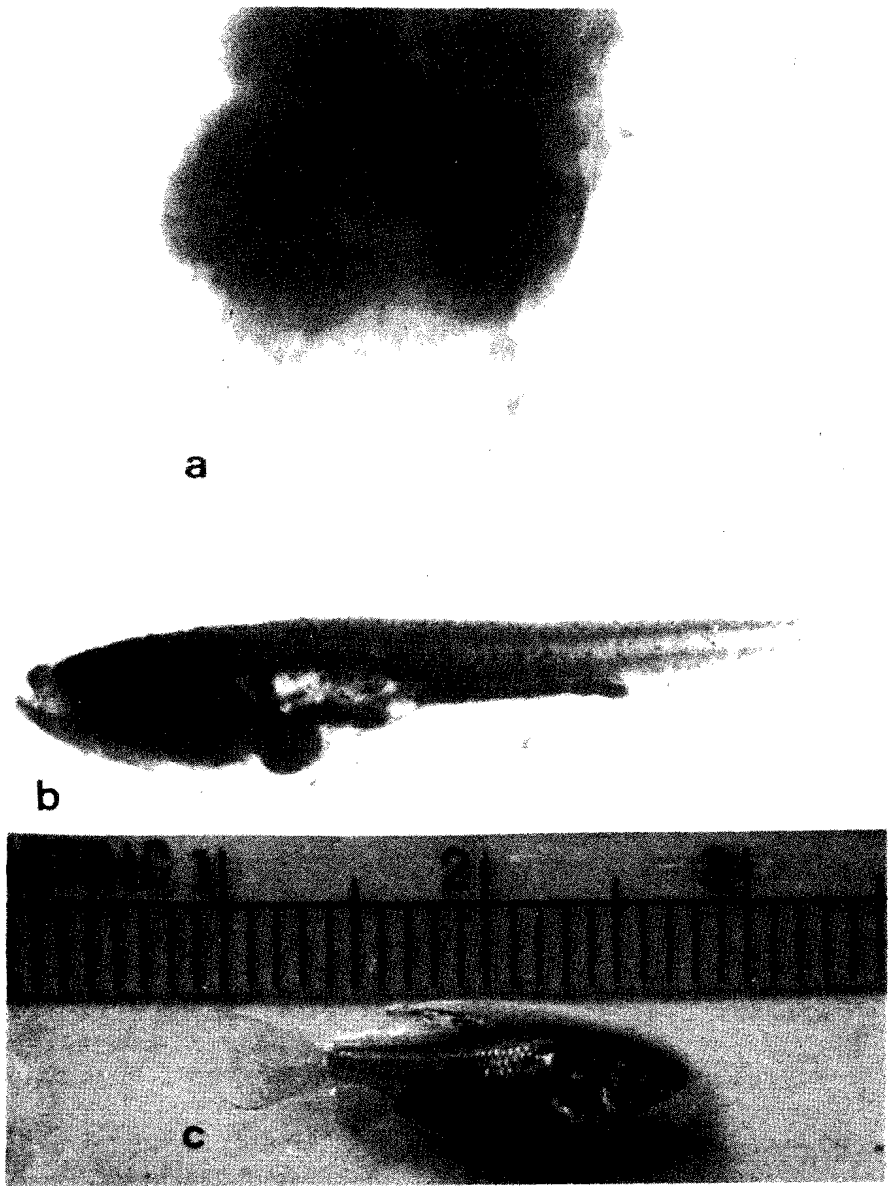


Figura 6:

- a) Postlarva mostrando dientes, 300X.
- b) Estado transicional entre postlarva y alevino, 14 días de nacida, 60X.
- c) Alevino de 30 días de nacido.

DISCUSIÓN

El desove de *Prochilodus reticulatus* se realiza en ambientes lénticos de los caños y ríos (Dahl et al. 1963). Los huevos de forma esférica y no adherentes son expulsados en gran cantidad, y a medida que se van hidratando permanecen suspendidos en el agua. El espacio perivitelino muy amplio favorece la flotabilidad. Laale (1980) afirma que la distensión osmótica de la envoltura del huevo se debe a la penetración del agua y electrolitos hacia el espacio perivitelino, lo cual parece estar relacionado con los coloides derivados de polisacáridos expulsados por los alvéolos corticales, lo que posiblemente determina el grado de tensión de la membrana del huevo selectivamente permeable.

Solano (1973) reporta que *Prochilodus reticulatus*, alcanza la eclosión a las 16 horas de realizarse la fecundación y a una temperatura de 29°C. Woynarovich (1977) indica que en el coporo, *Prochilodus mariae*, se cumple la eclosión a las 18 horas y a una temperatura de 28°C. Sin embargo, en esta experiencia la eclosión del bocachico se cumplió a las 12 horas y a una temperatura entre 28.5 y 29°C.

En este trabajo se pudo constatar que la postlarva de bocachico posee dientes, lo que le permite alimentarse del zooplancton, ésto coincide con lo afirmado por Dahl et al. (1963). Posteriormente, los dientes desaparecen al volverse los maxilares protráctiles y los individuos pasan a ser fitófagos, apreciándose a su vez un aumento considerable en la longitud del trato intestinal.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia por la subvención de este trabajo. A la Estación Experimental de Piscicultura Don Bosco por la valiosa colaboración prestada.

LITERATURA CITADA

- Bermúdez, D. 1980. Observaciones sobre el desarrollo embrionario de la cachama *Colossoma macropomus* (Cuvier, 1818). Dirección de Extensión Universitaria, Escuela de Agronomía, Univ. Centro Occidental, Barquisimeto, pp. 1-23.
- Dahl, G., F. Medem y A. Ramos. 1963. El bocachico. Contribución al estudio de su biología y de su ambiente. Departamento Pesca, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú, CVM, Talleres Gráficos Banco de la República, Bogotá, D.E., pp. 1-144.
- Giraldo, M. 1988. Promoción masiva de larvas de bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*). Seminario de Piscicultura, Vicerrectoría Académica, Unidad Recursos Naturales Renovables, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, pp. 63-79.
- Hubbs, C. 1943. Terminology of early history stages of fishes. *Copeia* 1943(4): 260 pp.
- Hurtado, N. 1975. Desarrollo embrionario del pavón dorado *Petenia kraussii* (Steindachner, 1978) (Perciformes, Cichlidae). Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle 35: 309-319.
- Kendall, Jr., A., E. Ahlstrom y H. Moser. 1983. Early life history stages of fishes and their characters. Special Publication No. 1, American Soc. Ichthyol. Herpetol., La Jolla, California, pp. 11-22.
- Laale, H. W. 1980. The perivitelline space and egg envelopes of bony fishes: A review. *Copeia* 1980(2): 210- 225.
- Lavenberg, R. J., G. E. McGowen y R. F. Woodsum. 1983. Preservation and curation. Special Publication No. 1, American Soc. Ichthyol. Herpetol., La Jolla, California, pp. 57-59.

- Machado-Allison, A. 1974. Etapas del desarrollo del pez *Piabucina pleurotaenia* (Regan, 1903) (Characiformes: Lesbiasinidae). Acta Biol. Venezolana 8(3-4): 579-622.
- Machado-Allison, A. y H. López. 1975. Etapas del desarrollo de *Loricariichthys typus* (Bleeker, 1864) (Osteichthyes, Siluriformes, Loricariidae). Acta Biol. Venezolana 9(1): 93-119.
- Otero, R. 1988. Reproducción y técnicas de propagación de la dorada *Brycon morei sinuensis* (Dahl, 1955). Seminario de Piscicultura, Memorias, Vicerrectoría Académica, Unidad Recursos Naturales Renovables, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, pp. 53-62.
- Schwartz, V. 1977. Embriología animal comparada. Ed. Omega, S.A., Barcelona, 417 pp.
- Solano, J. 1973. Reproducción inducida del bocachico *Prochilodus reticulatus magdalenae* (Valenciennes). Inderena-FAO, Bogotá, D.E., Colombia, pp. 1-34.
- Woynarovich, E. 1977. La propagación de los peces. Informe Técnico No. 72, Dirección Gen. de Desarrollo Pesq., MAC, Caracas, pp. 1-45.

