

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DEL DESARROLLO LARVAL DEL COPORO (*PROCHILODUS MARIAE*)

López N¹, Ruíz C² y Landines M³

Departamento de Ciencias para la Producción Animal
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la estación piscícola La Terraza, unidad perteneciente al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) y adscrita a la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, localizada en la ciudad de Villavicencio (Meta). Fueron utilizadas larvas de coporo (*Prochilodus mariae*), obtenidas por reproducción inducida, que fueron colectadas desde la eclosión y cada 6 horas hasta la reabsorción del saco vitelino. Con la ayuda de una balanza de precisión y un estereoscopio con ocular micrométrico se registraron el peso, la longitud total y la longitud y altura del saco vitelino. Los resultados mostraron que las larvas midieron $3,11 \pm 0,42$ mm y pesaron $0,43 \pm 0,15$ mg en el momento de la eclosión y $5,94 \pm 0,23$ mm y $0,95 \pm 0,13$ mg al final del estudio. El volumen del saco vitelino fue de $0,655$ mm³ en la eclosión y de $0,0074$ mm³ a las 74 horas posteclosión (HPE). Las larvas completaron su desarrollo a las 84 HPE, presentaron abertura completa de la boca, llenado de la vejiga gaseosa y natación horizontal.

Palabras claves: *Prochilodus mariae*, coporo, larvas, reabsorción.

MACROSCOPIC DESCRIPTION OF LARVAL DEVELOPMENT OF COPORO (*PROCHILODUS MARIAE*)

ABSTRACT

This study was carried out in “Estación Piscícola La Terraza” (Villavicencio, Meta - Colombia). Larvae of coporo (*Prochilodus mariae*), obtained from induced breeding were collected since hatching and every 6 hours until the total depletion of the yolk sac. Weight, length, yolk sac length and height. Were registered In the stereoscopic and precision scales the 1° and 2° results showed larvae measurements between $3,11 \pm 0,42$ mm and weights between $0,43 \pm 0,15$ mg at hatching and $5,94 \pm 0,23$ mm and $0,95 \pm 0,13$ mg respectively, at end of study. The yolk sac volume was 0.65 mm³ at hatching and $0,0074$ mm³. At 72h posteclosion larvae finish their development at 84 hours after hatching, presenting complete open mouth and horizontal swimming.

Key words: *Prochilodus mariae*, coporo, larvae, yolk sac volume.

¹ Zootecnista, Universidad Nacional de Colombia. caruizt@unal.edu.co

² Zootecnista, Universidad Nacional de Colombia. sugarrat616@hotmail.com

³ Zootecnista, Ph. D. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia. malandinezp@unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de granjas comerciales de peces, uno de los limitantes más importantes es la disponibilidad constante de alevinos (Holmefjord *et al.*, 1993; Tanaka *et al.*, 1995), debido, principalmente, a la alta mortalidad durante la fase de larva (Landines, 2003). Esta situación muchas veces es atribuida al desconocimiento de los parámetros ambientales óptimos para el desarrollo y crecimiento de cada especie dentro de sus diferentes estadios de vida (Martínez *et al.*, 2002), como también a la falta de desarrollo de métodos adecuados de alimentación durante la etapa larvaria (Lazo, 2000; Portella *et al.*, 2000; Tesser, 2002).

Sin embargo, el punto de partida para intentar solucionar este problema debe ser el conocimiento de los principales eventos del desarrollo inicial del ciclo de vida de los peces, pues dicho conocimiento permitirá establecer estrategias adecuadas en la larvicultura de cada especie (Nascimento e Lima, 2000; Nakatani *et al.*, 2001).

Es importante que se estudie la morfología y el desarrollo larval, ya que, después de la eclosión, el embrión continúa su crecimiento y la morfogénesis de la mayoría de los órganos rudimentarios es más compleja y lenta. Algunas excepciones incluyen el intestino y sus órganos asociados, que, por posiciones profundas, son difíciles de visualizar. Se ve más fácilmente el desarrollo de los rudimentos de las aletas pectorales, las mandíbulas y las branquias (Kimmel *et al.*, 1995).

El objetivo de este estudio fue describir los cambios morfológicos más importantes de las larvas de *Prochilodus mariae*, como una herramienta para el conocimiento de la biología de la especie que pueda ser utilizada en el desarrollo de estrategias adecuadas para su larvicultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El trabajo fue realizado en la estación piscícola La Terraza, localizada en la ciudad de Villavicencio (Meta), en el Laboratorio de Ictiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional (sede Bogotá) y en el laboratorio de reproducción de Corpoica-Ceisa.

Material biológico

Se utilizaron larvas de *Prochilodus mariae* provenientes de reproducción inducida, realizada con extracto de hipófisis de carpa (EPC), según la metodología propia de la estación, que fueron mantenidas en incubadoras de flujo ascendente de agua a una temperatura promedio de $27,46 \pm 1,06^\circ\text{C}$.

Colecta y preservación del material

Se colectaron mínimo 30 larvas cada 6 horas en cajas de petri, desde la eclosión y hasta que reabsorbieron totalmente el saco vitelino. Todo el material fue fijado en formalina bufferada (4%), previa filmación de algunas muestras, y posteriormente transferido a alcohol etílico (70%), donde se mantuvieron en tubos Ependorff® almacenados a 4°C para su posterior análisis.

Análisis del material

Todas las muestras fueron analizadas utilizando un microscopio Nikon® Eclipse E600 y un estereoscopio Wild® M3Z provisto de un ocular micrométrico, mediante el que fueron registradas la longitud total de las larvas y la longitud y altura del saco vitelino. Por otro lado, el pesaje de las larvas se llevó a cabo en una balanza analítica Sartorius®, con precisión de 0,1 mg. Adicionalmente, se realizó el registro fotográfico

de los cambios morfológicos más evidentes durante el desarrollo larval, con una cámara fotográfica Nikon® modelo FDX-35, acoplada a un estereoscopio Olympus® SZX-12.

Para el cálculo del volumen del saco vitelino fue utilizada la ecuación de Blaxter and Hempel (1963), citada por Lein *et al.* (1997):

$$YSV = \pi/6 * L * H^2$$

donde

YSV = volumen del saco vitelino.

L = longitud del saco vitelino.

H = altura del saco vitelino.

RESULTADOS

Las larvas recién eclosionadas (figura 1) tuvieron una longitud total media de $3,11 \pm 0,42$ mm y un peso de $0,43 \pm 0,17$ mg. En ese momento el volumen medio del saco vitelino fue de $0,655$ mm³. Para entonces, las larvas estaban despigmentadas y giraban constantemente sobre su propio eje, dejándose llevar pasivamente por el movimiento del agua. Se podían ver claramente las vesículas óptica y ótica, esta última en la parte posterior de la cabeza. No tenían una boca diferenciada ni tubo digestivo, lo que justificaba la presencia de un gran saco vitelino, que era elipsoidal y ocupaba un poco más de un tercio de la longitud total de la larva. La aleta embrionaria estaba totalmente formada y presentaban un buen desarrollo de la notocorda y entre 38 a 40 pares de somitos que se extendían hacia la cola (27°C).

Seis horas posteclosión (HPE) se diferenciaron 3 zonas en todas las larvas observadas: 1) la cefálica, con las primeras manifestaciones de los órganos de la cabeza; 2) la corporal, con el esbozo de la columna vertebral y el saco vitelino y 3) la terminal. En ese momento exhibían movimientos de rotación ondulatorios (con una mayor flexión del cuerpo) y de estallido (desplazamientos espontáneos muy rápidos). Algunas larvas presentaron respuesta activa al roce entre ellas, mientras que otras no tuvieron ningún tipo de reacción. En la cabeza se observaban las vesículas óticas y el esbozo de la futura cavidad bucofaríngea. Adicionalmente, en las vesículas ópticas se podía observar el cristalino en desarrollo y el iris despigmentado (figura 2). La cavidad pericardial estaba bien delineada y el corazón lucía como una pequeña masa amorfa que latía una vez por segundo. El saco vitelino estaba alargado y su extensión giró en la mayoría de las larvas entre los somitos 10 y 12, dentro de un total de 40 pares, diferenciados hasta el final de la notocorda (28°C).

A las 12 HPE se siguieron presentando movimientos ondulatorios, de estallido y vibratorios (rápidos y cortos de lado a lado), aunque también se vieron actitudes de quietud y reposo. El desarrollo de la cabeza fue más notorio (figura 3) en su parte frontal. Sobre la boca y en las proximidades de los ojos se formaron 2 cavidades nasales o narinias, el cristalino se había formado y varias larvas tenían pigmentado el iris y la vesícula ótica se había ubicado más cranealmente. La

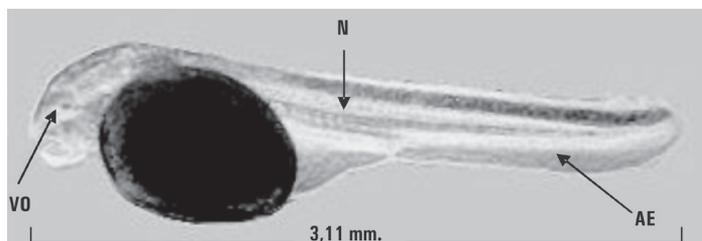


Figura 1. Larva recién eclosionada con evidencia de notocorda (N), aleta embrionaria (AE) y vestigio de la vesícula óptica (180x).

cavidad bucofaríngea se hizo más evidente y la comisura de la boca se veía cubierta por una membrana, pudiéndose observar en la mayoría de las larvas 4 segmentos en la mandíbula inferior. El volumen del saco vitelino siguió disminuyendo y llegó a representar aproximadamente un tercio de la longitud del cuerpo. Simultáneamente apareció el tracto digestivo, que lucía como un tubo delgado, paralelo a la extensión del saco vitelino, pero más corto. La notocorda estaba más profunda, y se produjo la separación de la aleta embrionaria, entre los somitos 28 a 31, delimitando las futuras aletas ventral y anal. La porción caudal de la aleta embrionaria se estrechó en su base cambiando su forma.

Seis horas más tarde (18HPE) se presentó una mayor flexión en el movimiento de las larvas. Se detallaron 3 protuberancias en la parte posterior de la cabeza, que correspondían al cerebro anterior, medio y posterior. El cristalino comenzó a pigmentarse, se observaron entre 5 y 6 melanóforos en la mayoría de las larvas, y de 3 a 5 otolitos en cada vesícula ótica. La cavidad bucofaríngea se hizo mucho más visible. La boca, aunque cerrada, ya estaba diferenciada y de la mandíbula inferior se desplegaron 5 filamentos de longitud irregular (figura 4). Se distinguió una depresión en la región dorsal del saco vitelino, que ya era aproximadamente 1/4 de la longitud del cuerpo. El vestigio del estómago se hizo visible y se pudo apreciar mejor el futuro tubo digestivo. Se hizo evidente la circulación en los somitos ventrales y se pudo observar que la sangre se dirigía desde el corazón hasta el extremo caudal de la notocorda. Esta última se había dividido en 2 secciones, característica que sólo fue visible en este momento. La frecuencia cardíaca aumento a 75 latidos por minuto. Las larvas contaban con 37 a 41 pares de somitos (figura 5) y se marcó el comienzo de diferenciación de la aleta

caudal, que tomó un aspecto redondeado ($28,5^{\circ}\text{C}$).

Hacia las 24 HPE se verificó un cambio de conducta. Las larvas comenzaron a amontonarse sin presentar reacciones bruscas, moviéndose de una manera más orientada. La cabeza se extendió ventralmente y se observaron 8 filamentos originados en la mandíbula inferior. La cavidad bucofarín-

Figura 2. Detalle de una larva de 6 HPE. Se observan los esbozos de la cavidad bucofaríngea (CBF), la vesícula ótica (VOT), la narina (N) y el ojo en desarrollo, con el cristalino (C) y el iris despigmentados (650x).

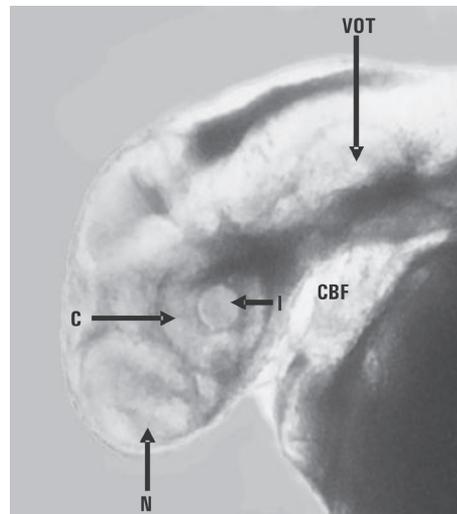
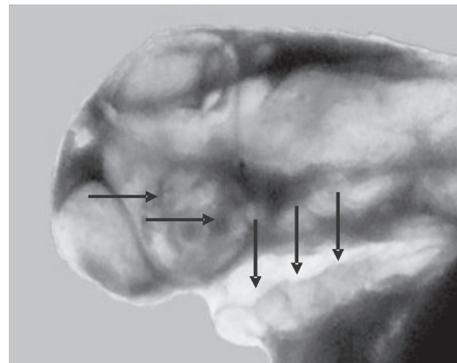


Figura 3. Cabeza de una larva de 12 HPE. Se observan algunos melanóforos en el cristalino (→) y la mandíbula inferior segmentada (↓) (700x).



gea también aumentó su tamaño y la boca, aunque se veía abierta, aún estaba protegida por la membrana larvaria. Se detectaron movimientos sutiles en las mandíbulas inferiores de algunas larvas. Se empezó a desplegar el globo ocular y las narinas tenían mayor volumen y mayor grado de desarrollo. El saco vitelino siguió disminuyendo su tamaño, asemejándose a una gota, y se veían entre 41 y 45 pares de somitos a lo largo de la notocorda.

La apertura bucal se inició en la gran mayoría de las larvas hacia las 30 HPE (27,5°C) y antes de agotar las reservas de vitelo. Las larvas presentaron la boca casi abierta, con mandíbula articulada. Se percibieron movimientos mandibulares y se observaron entre 8 a 12 filamentos branquiales. Las larvas tenían los ojos redondos, planos y grandes y en la mayoría estaban totalmente pigmentados. Las narinas adquirieron más profundidad

Figura 4. Larva de 18 HPE. Se observan otolitos en la vesícula ótica (↓), melanóforos que comienzan a pigmentar el cristalino (→) y filamentos en la mandíbula inferior (↑) (650X).

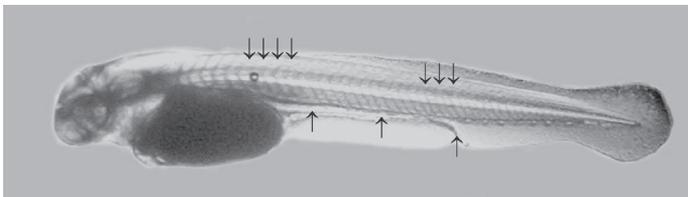
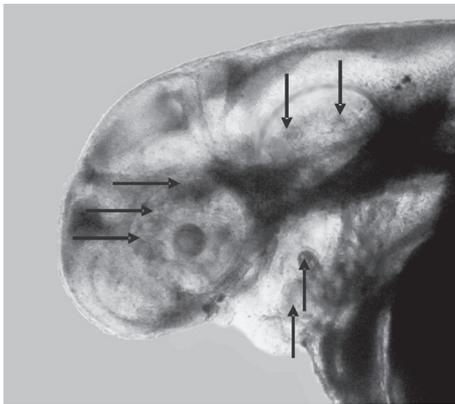
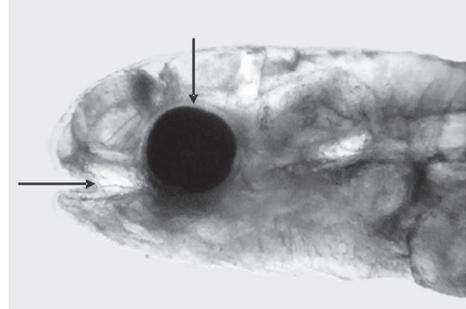


Figura 5. Larva de 18 HPE. Se observan los somitos (↓) y el futuro tubo digestivo (↑) (160X).

Figura 6. Larva de 36 HPE. Se observa el ojo completamente pigmentado (↓) y la boca terminal abierta (→) (650X).



y se vieron 5 otolitos más gruesos en cada vesícula ótica. Se observó una depresión en la parte superior del saco vitelino, que para entonces ya se había reducido un 20%, casi de igual tamaño que la cabeza. En el borde dorsal del saco se observaron unas ramificaciones oscuras y una protuberancia que marcaría el sitio de ubicación de las aletas pectorales. El estómago estaba más alargado y se detalló un contenido oscuro a lo largo de todo el tracto y los primeros signos de excreción.

A las 36 HPE la boca estaba abierta (figura 6) y los movimientos mandibulares eran mucho más rápidos (aproximadamente a una frecuencia de 2 por segundo). Los filamentos branquiales tenían una longitud más uniforme y al moverse parecían una sola estructura. La cabeza tenía un color amarillo pálido. La depresión en el saco vitelino se hizo más marcada.

Posteriormente (42 HPE) se hicieron visibles las aletas pectorales, que vibraban frecuentemente facilitando a las larvas la natación. Se produjo el llenado de la vejiga

gaseosa que se originó en la depresión dorsal del vitelo. Ésta era un poco más grande que el ojo y de color negro brillante. El tracto digestivo comenzó a dilatarse y se hizo visible el esófago. El estómago se torsió y se pudo distinguir el intestino, un tubo simple con la porción anterior más ancha que el resto del ducto. Se pudo observar un contenido verdoso a través de todo el tracto en formación, lo que ayudó a diferenciar la porción posterior del intestino y la ubicación del ano (28°C).

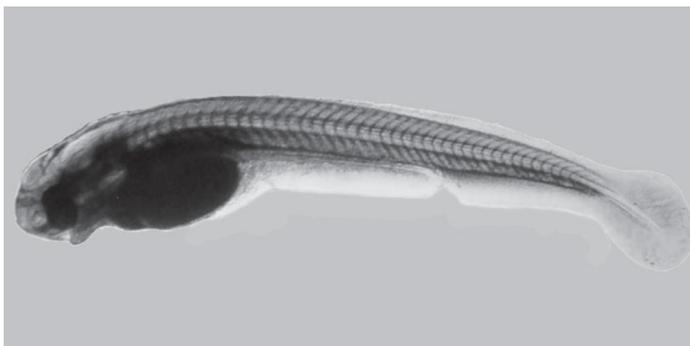
A las 48 HPE los movimientos de las larvas eran sincronizados, con respuestas variables a estímulos físicos. Las aletas pectorales progresaban en su desarrollo, tenían mayor área de contacto, mayor velocidad, y exhibía movimientos circulares muy rápidos (3 por segundo). El saco vitelino estaba llegando a su mínima expresión. El tracto gastrointestinal se podía apreciar con facilidad, el estómago se veía más alargado y se hallaba debajo de la vejiga gaseosa. Seis horas después (54 HPE) las larvas eran más activas, tenían movimientos vigorosos y orientaban el nado con las aletas pectorales, desplazándose de manera circular. Los ojos sobresalían de la cabeza y se pudo observar que el iris estaba más pigmentado que el cristalino. Se hicieron visibles los dientes y el estómago adoptó una forma triangular. La frecuencia cardíaca se estabilizó en 88

latidos por minuto y hubo movimientos corporales continuos.

A las 60 HPE (figura 7) las narinas se veían ovaladas y con mayor volumen. Los movimientos mandibulares eran mucho más amplios y se presentaban con una frecuencia de 3 a 4 por segundo. Se observaron las branquias y los 5 pares de arcos faríngeos estaban bien definidos. La cabeza presentó varias granulaciones y comenzaban a verse melanóforos puntiformes (entre 7 y 9) en la cara dorsal de este órgano. A partir de este momento (66 HPE) se observó que la cabeza estaba rodeada por una membrana, lo que dio la impresión de estar encapsulada. En ella se observaron de 15 a 20 melanóforos. La cabeza ocupaba cerca de 1/4 de la longitud total de la larva. El latido del corazón se hizo más fuerte. Cada latido se desarrollaba en dos partes, primera señal del desarrollo de las cámaras. En la vejiga gaseosa había entre 12 y 15 melanóforos y otros estaban ordenados a lo largo de la notocorda. La boca se veía mucho más amplia, con los labios bien definidos, y se observaba un gran contenido intestinal (29°C).

A las 72 horas HPE la cabeza estaba mucho más grande y redondeada y se presentó el movimiento de los globos oculares. El corazón formó dos cámaras bien delineadas y el hígado se veía como una masa, blanda

Figura 7. Larva de 60 HPE (125X).



y amarillenta, localizada en la parte craneal de la cavidad abdominal, que parecía estar englobando los restos de vitelo. El estómago estaba mucho más desarrollado, al igual que la vejiga gaseosa, que se veía ovalada. En la mayoría de las larvas el ano se ubicó entre los somitos 18 y 20, dentro de un total de 49 pares, y había un mayor número de melanóforos en las aletas pectorales, en la base de la aleta caudal y en las vesículas óticas.

La última observación del saco vitelino fue realizada a las 78 HPE, cuando la boca estaba bien abierta y los labios estaban segmentados. La cabeza continuaba regionalizada y texturizada. El estómago aumentó de tamaño, se tornó más redondeado y presentaba melanóforos dendríticos grandes. El intestino se hizo más grueso. Para este entonces eran evidentes 44 pares de somitos en promedio, con un rango de 39 a 49. El ano se visualizó en la mayoría de los individuos

al nivel del somito 16 (rango de 13 a 19). Los radios de las aletas estaban bien delineados. Los melanóforos se habían juntado y ya no se apreciaban como puntos, sino como manchas, aumentando la pigmentación. Finalmente, a las 84 HPE, se había reabsorbido totalmente el saco vitelino, la pigmentación se había extendido y los melanóforos, ahora más grandes y dendríticos, comenzaban a ordenarse a lo largo de la línea lateral. En ese momento el número de somitos fue de 49 pares en promedio. Para ese entonces, las larvas presentaron una longitud total media de $5,94 \pm 0,23$ mm y un peso de $0,95 \pm 0,13$ mg ($26,5^{\circ}\text{C}$).

Los resultados de peso, longitud total y volumen del saco vitelino para todos los tiempos de colecta son presentados en la tabla 1. En la tabla 2 se presenta el resumen de los eventos en el desarrollo larval del coporo *Prochilodus mariae*.

Tabla 1. Valores promedio \pm desviación estándar de peso (mg), longitud total (mm) y volumen del saco vitelino (mm³) de las larvas de *Prochilodus mariae* en los diferentes tiempos de colecta.

Hora	Peso	Longitud	Vol. del saco vitelo
0	$0,43 \pm 0,18$	$3,110 \pm 0,427$	0,655
6	$0,49 \pm 0,17$	$3,510 \pm 0,686$	0,630
12	$0,55 \pm 0,09$	$4,336 \pm 0,341$	0,565
18	$0,63 \pm 0,19$	$4,785 \pm 0,579$	0,556
24	$0,67 \pm 0,11$	$5,254 \pm 0,333$	0,476
30	$0,67 \pm 0,15$	$5,767 \pm 0,216$	0,397
36	$0,79 \pm 0,14$	$5,802 \pm 0,149$	0,288
42	$0,85 \pm 0,15$	$6,085 \pm 0,137$	0,222
48	$0,85 \pm 0,20$	$5,878 \pm 0,360$	0,146
54	$0,88 \pm 0,15$	$6,002 \pm 0,139$	0,106
60	$0,99 \pm 0,14$	$5,942 \pm 0,196$	0,088
66	$0,93 \pm 0,16$	$5,941 \pm 0,230$	0,008
72	$0,94 \pm 0,12$	$5,984 \pm 0,230$	0,007
78	$0,95 \pm 0,18$	$5,883 \pm 0,226$	0,007
84	$0,95 \pm 0,13$	$5,940 \pm 0,236$	

Tabla 2. Desarrollo larval del coporo (*Prochilodus mariae*).

Tiempo*	N**	Temp. (°C)	Desarrollo larval	%***
0	30	27	38-40 pares de somitos, comienza a pigmentarse el iris.	83,3
6	31	28	Diferenciación de 3 zonas: cefálica, corporal y terminal.	80,6
12	37	27,5	Separación de la aleta embrionaria, primordio de filamentos branquiales.	86,4
18	45	28,5	Circulación evidente, esbozo del tracto digestivo, narinas.	80
24	40	29	Primeros movimientos mandibulares.	80
30	32	27,5	Apertura de la boca, contenido intestinal, primeros signos de excreción, ojos totalmente pigmentados.	87,5
36	35	28,5	Inicio de movimientos branquiales.	80
42	31	28	Vejiga gaseosa, diferenciación del intestino anterior y posterior.	83,8
48	32	27	Aletas pectorales con mayor movimiento.	81,2
54	31	27	Dientes bucales.	80,6
60	34	29	Comienza a pigmentarse la cabeza.	85,2
66	32	26,5	El corazón se divide en dos cámaras, movimiento de globos oculares.	93,7
72	30	25,5	Se observa el hígado. 49 pares de somitos.	86,6
78	34	26	Radio definidos en la aleta caudal.	94,1
84	32	26,5	Reabsorción del saco vitelino.	90,6

*Horas posteclosión

**Muestras observadas

***Porcentaje de muestras observadas que presentó la fase descrita

DISCUSIÓN

La longitud total de las larvas en el momento de la eclosión fue de $3,11 \pm 0,427$ mm, inferior a la reportada por Camargo (1995) para la misma especie (3,5 mm) y a la reportada por Solano (1984) para *Prochilodus magdalenae* (4 mm). En ese momento, las larvas estaban desprovistas de pigmento, tal como ocurre con las larvas de *P. argenteus*, *P. brevis*, *P. costatus* y *P. lineatus*, que tampoco presentan pigmentación aparente en el cuerpo al nacimiento (Nakatani *et al.*, 2001).

Por otro lado, el primordio de las aletas pectorales y la pigmentación de los ojos se observaron hacia las 30 HPE. La longitud total de las larvas hasta este momento fue de

$5,767 \pm 0,154$ mm, que es una talla promedio si se compara con los resultados descritos por Nakatani *et al.* (2001) para *P. argenteus*, *P. brevis*, *P. costatus*, en los que se observa el primordio de la aleta pectoral entre 5,33 y 5,87 mm de longitud estándar, y los ojos totalmente pigmentados cuando alcanzan tallas de entre 5,33 y 6 mm. Sin embargo, el resultado es mayor al encontrado por los mismos autores para *Prochilodus lineatus*, especie en la que se observa el primordio de la aleta pectoral a los 4,73 mm de longitud estándar.

El volumen del saco vitelino pudo ser calculado hasta la hora 78, última observación de esa estructura en las larvas. La reabsorción completa se observó a las 84

HPE a 26,5°C, cuando las larvas medían 5,94±0,236 mm de longitud total. Este resultado difiere del obtenido por Angel (1999) para *P. magdalenae*, que manejó 2 temperaturas: a 29°C las larvas reabsorbieron el saco vitelino a las 45 HPE, mientras que a 26°C lo reabsorbieron a las 69 HPE. No obstante, en la misma especie, Solano (1984) observó la reabsorción del saco vitelino a las 72 HPE a 28,5°C. Por otro lado, Nakatani *et al.* (2001) registraron la reabsorción del saco vitelino para *P. argenteus*, *P. brevis*, *P. costatus* y *P. lineatus* cuando las larvas medían 6,25 mm, 5,80 mm, 6 mm y 5,93 mm de longitud estándar respectivamente. Estos resultados son un poco superiores a los encontrados en el presente estudio.

En la última observación realizada, el número de pares de somitos para coporo estuvo entre 42 y 49, lo que se acerca a lo obtenido por Nakatani *et al.* (2001) para *P. argenteus* (41 a 44), *P. brevis* (38 a 42), *P. costatus* (40 a 43) y *P. lineatus* (42 a 46).

La longitud y peso de las larvas aumentó a lo largo del tiempo, aunque después de las 42 HPE se observó una leve disminución en el crecimiento de las larvas, situación probablemente ocasionada por el inicio del proceso de reabsorción del saco vitelino, la dificultad para obtener el primer alimento y la adaptación del organismo a diferentes procesos digestivos para asimilar los nutrientes externos, fase crítica en la larvicultura de la mayoría de las especies. A pesar de que el epitelio retinal comenzó a pigmentarse hacia las 12 HPE, el patrón de pigmentación en la cabeza y el resto del cuerpo se inició hacia las 60 HPE, lo que podría explicarse por la ausencia de luz en el lugar donde se realizó el estudio, lo que conduce a la pérdida de pigmentación y, en ocasiones, a alteraciones morfológicas en las larvas (Nakatani *et al.* 2001).

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió realizar una descripción macroscópica del desarrollo larval del coporo. Con esta información se permite conocer el momento exacto del inicio de la alimentación, lo que hace posible el suministro adecuado del alimento (en tamaño y textura de partícula), para disminuir las pérdidas causadas en esta fase crítica de cultivo.

El inicio de la alimentación exógena debe considerar aspectos como la apertura de la boca, la presencia de contenido intestinal, la presencia de dientes, el llenado de la vejiga gaseosa y la natación horizontal. Con ello se aumentará la supervivencia de las larvas antes, durante y después de la siembra en estanque.

Estructuras como la boca y el intestino se desarrollan durante la vida larval del *Prochilodus mariae* aun antes de reabsorber por completo el vitelo, situación que permite el inicio de la alimentación exógena y la utilización de la última reserva de vitelo como dispensador de nutrientes para la búsqueda del nuevo alimento.

Las aletas pectorales se desarrollan al mismo tiempo que se produce el llenado de la vejiga, lo que le permite a la larva nadar horizontalmente y orientar sus movimientos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al doctor Hermes Orlando Mojica Benítez, por facilitar la realización del trabajo, y al doctor Miguel Ángel Peña, de Corpoica-Ceisa, por permitir el uso de su laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ángel C. Efecto de la temperatura sobre el tiempo de eclosión y reabsorción del saco vitelino y determinación de la mejor densidad de siembra de larvas de bocachico *Prochilodus magdalenae*, Steindachner 1878. Bogotá. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 311 p, 1999.
2. Camargo A. Inducción a la reproducción y evaluación seminal del coporo *Prochilodus mariae* utilizando extracto de hipófisis de carpa y gonadotropina coriónica humana. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 215 p, 1995.
3. Holmefjord I, Gulbrandsen J, Lein I, Refstie T, Léger P, Harboe T, Huse I, Sorgeloos P, Bolla S, Olsen Y, Reitan K, Vadstein O, Øie G and Danielsberg A. An intensive approach to Atlantic halibut fry production. *Journal World Aquaculture Society* 24, (2): 275-284, 1993.
4. Kimmel CB, Ballard WW, Kimmel SR, Ullman B and Schilling TF. Stages of embryonic development of the zebra fish. *Journal of Developmental Dynamics* 203: 253-310, 1995.
5. Landines M. Efeito da triiodotironina (T3) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*). Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da UNESP. Jaboticabal-SP. 135 p, 2003.
6. Lazo JP. Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. En: Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Yucatán, México. Noviembre, 2000.
7. Lein I, Holmefjord I and Rye M. Effects of temperature on yolk sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture* 157: 123-135, 1997.
8. Martínez I, González B, Abdo de la Parra MI y Duncan N. Evaluación del efecto de la temperatura y la salinidad sobre el desarrollo de huevos y larvas de botete diana (*Sphoeroides annulatus*). Trabajo de tesis de Maestría. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental, 2002.
9. Nakatani K, Agostiho A, Baumgartner G, Bialetzki A, Sanches P, Makrakis M e Pavanelli C. Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação. Editora Universidade Estadual de Maringá. 378 p, 2001
10. Nascimento FL e Lima CA. Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. Corumbá. Embrapa Pantanal. Boletím de Pesquisa N° 19. 25 p. Outubro, 2000.
11. Portella MC, Verani J and Cestarolli M. Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus scrofa* larvae and fingerlings. 1. Effects on survival and growth rates. *Journal Aquac. Trop.* 15 (1): 45-58, 2000.
12. Solano JM. Reproducción inducida del bocachico *Prochilodus reticulatus* Valenciennes, 1849. Simposio Internacional sobre fauna silvestre y pesca fluvial y lacustre amazónica. Proyecto INDERENA-FAO para el desarrollo de la pesca continental de Colombia. *Divulgación Pesquera* 4: 25-29, 1984.
13. Tanaka M, Tanangonan J, Tagawa M, De Jesús E, Nishida H, Isaka M, Kimura R and Hirano T. Development of the pituitary, thyroid and interrenal glands and applications of endocrinology to the improved rearing of marine fish larvae. *Aquaculture* 135: 111-126, 1995.
14. Tesser MB. Desenvolvimento do trato digestório e crescimento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) em sistemas de co-alimentação com náuplios de *Artemia* e dieta microencapsulada. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da UNESP. Jaboticabal-SP. 59 p, 2002.