

## DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO DEL COPORO (*Prochilodus mariae*)

Ruiz, C<sup>1</sup>; López, N<sup>1</sup>; Mojica H<sup>2</sup>; Landines M<sup>3</sup>.

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

### RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en Estación Piscícola “La Terraza”, perteneciente al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) ubicada en la ciudad de Villavicencio (Meta). El objetivo del trabajo fue describir macroscópicamente el desarrollo embrionario del Coporo *Prochilodus mariae*. Para este propósito se utilizaron huevos y embriones obtenidos por reproducción inducida, los cuales fueron colectados en formalina bufferada (4%) y mantenidos en tubos ependorff a 4°C. Posteriormente fueron trasladados a alcohol etílico (70%) para su correspondiente análisis. Los resultados mostraron que la segmentación fue meroblástica y discoidal; comenzó a los 45 minutos post fertilización a una temperatura de 25,5°C y finalizó 3:15 horas más tarde con el establecimiento de la blástula. A las 4:30 horas post fertilización (HPF) se inició la fase de gastrulación (25,5°C) que dio origen al anillo embrionario. A las 7 HPF se observó el cierre del blastoporo (25°C) y media hora después se marcó el comienzo de la organogénesis. A las 8 HPF (25,5°C) se observaron embriones, siendo posible identificar los primeros pares de somitos. Finalmente, a la hora 16 ocurrió la eclosión (27°C). Con base en los resultados se pudo concluir que el desarrollo embrionario del coporo es similar al de la mayoría de teleósteos, presentando fases de segmentación, morfogénesis, organogénesis desprendimiento de la cola y eclosión.

---

<sup>1</sup> Zootecnistas. Universidad Nacional de Colombia. [caruizt@unal.edu.co](mailto:caruizt@unal.edu.co). [nclopezr@unal.edu.co](mailto:nclopezr@unal.edu.co).

<sup>2</sup> Biólogo Marino. Esp. Universidad Jorge Tadeo Lozano. [hmojicab@yahoo.com](mailto:hmojicab@yahoo.com).

<sup>3</sup> Zootecnista, Ph.D. Profesor asistente. Universidad Nacional de Colombia. [malandinezp@unal.edu.co](mailto:malandinezp@unal.edu.co).

Palabras clave: coporo, desarrollo embrionario, segmentación, organogénesis, eclosión.

## **EMBRYONIC DEVELOPMENT OF COPORO (*Prochilodus mariae*)**

### **ABSTRACT**

This study carried out in Estación Piscícola "La Terraza", located in Villavicencio (Meta). The purpose of this work was to describe the embryonic development of the coporo (*Prochilodus mariae*). Eggs and embryos were obtained by induced reproduction, which ones were collected and were fixed in buffered formaldehyde (4%) and subsequently were transfer to ethylic alcohol at 70%. The results showed that the segmentation started at 45 min after the fertilization and it was meroblastic and discoidal, concluding with blastule establishment. At 4:30 hours after fertilization (HAF), began the gastrulation stage which give rise to embryonic ring. At 7 HAF it was observed blastopore closure and half hour after it marked the beginning of organogenesis. At 8 HAF an embryo was observed being possible to identify the first somites couples. Finally, near 16 hour happened the hatching. The embryonic development of the coporo is similar to the one most teleosts fish, presenting segmentation, morphogenesis, organogenesis and hatching phases.

Key words: coporo, initial development, segmentation, organogenesis, hatching.

### **INTRODUCCIÓN**

El estudio del desarrollo inicial de los peces y su descripción embriológica es una herramienta útil para el conocimiento biológico de especies que podrían ser de utilidad en la acuicultura (Pinto & Castagnolli, 1984; Matkovic *et al.*, 1985; Alves &

Moura, 1992). En las especies reofílicas el desarrollo embrionario puede ser estudiado en el laboratorio, como consecuencia de eventos inducidos por hormonas en el período normal de reproducción de la especie (Leme dos Santos & Hernández, 1995).

El desarrollo embrionario de teleósteos puede ser caracterizado por las siguientes etapas: post fecundación, segmentación, morfogénesis y organogénesis inicial, organogénesis media, organogénesis tardía y eclosión (Lagler *et al.*, 1990). Las etapas de morfogénesis y organogénesis inicial están marcadas por la gastrulación (inicial, intermedia y avanzada) en donde ocurren dos tipos de movimientos celulares: epibolia y migración. Las etapas de organogénesis media y organogénesis tardía se extienden desde la aparición de los primeros pares de somitos, hasta la eclosión de las larvas (Leme dos Santos & Hernández., 1995).

El desarrollo embrionario de los teleósteos es muy sensible a cambios ambientales, principalmente la temperatura (Blaxter, 1988). El período de desarrollo es generalmente menor en temperaturas elevadas que en temperaturas más bajas según rangos propios para cada especie. Otros factores ambientales que también influyen en el desarrollo son: gases disueltos en el agua, luz y salinidad, factores intraespecíficos como: hormonas hipofisarias y tiroideas, así como la cantidad de vitelo presente en el huevo; en los peces parece que entre mayor cantidad de vitelo, más lenta la velocidad de desarrollo (Leme dos Santos & Hernandez, 1995).

El presente estudio tuvo como objetivo hacer la descripción macroscópica del desarrollo embrionario del coporo (*Prochilodus mariae*), un carácido nativo de las vertientes del río Orinoco y distribuido por toda la región conocida como Llanos Orientales de Colombia; especie de gran aceptación entre los habitantes de la zona por su valor económico y por razones alimentarias (Guzmán *et al.*, 1993; Bustamante, 1997).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización del experimento.**

El trabajo fue desarrollado en la Estación Piscícola “La Terraza”, perteneciente al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), adscrito al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 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 ovocitos, huevos y embriones de *Prochilodus mariae*, provenientes de reproducción inducida realizada con extracto de pituitaria de carpa (EPC), según la metodología propia de la Estación.

### **Colecta y preservación del material.**

Los huevos recién fertilizados fueron mantenidos en incubadoras con flujo ascendente de agua con capacidad de 200 L. La temperatura promedio fue de  $25,42 \pm 0,55^{\circ}\text{C}$  y el pH se mantuvo constante en 7,0 hasta la eclosión.

Para el análisis morfológico se realizaron colectas de mínimo 30 muestras viables antes e inmediatamente después de la fertilización. Posteriormente fueron colectadas cada 15 minutos durante las primeras 2 horas; después cada 30 minutos hasta cuando se evidenció la fase de cierre de blastoporo, aproximadamente 7 horas post fertilización (HPF), momento en el cual, la periodicidad de las colectas se aumentó a 1 hora hasta el momento de la eclosión. El material fue fijado en formalina bufferada (4%), previa filmación de algunas

muestras, almacenado en tubos ependorff y mantenido en refrigeración a 4°C, posteriormente fue transferido a alcohol etílico (70%) para su análisis según la metodología de Leme dos Santos & Hernandez (1995).

### **Análisis del material**

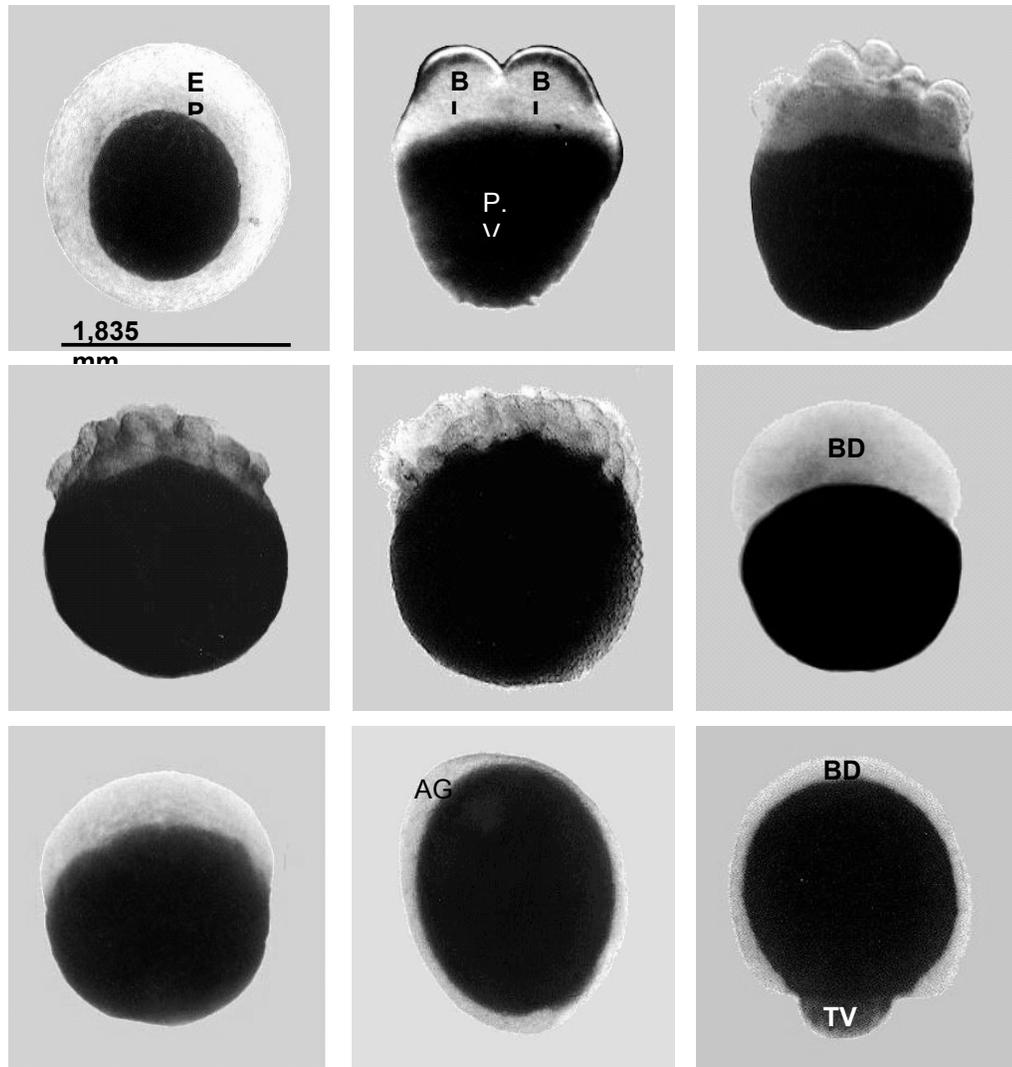
La observación de las características macroscópicas de los huevos y embriones según su fase de desarrollo se realizó después de retirado el corion en estereoscopio Wild® M3Z con ocular micrométrico. Por otro lado, el pesaje de los huevos se llevó a cabo en una balanza analítica Sartorius®, con precisión de 0,1 mg. Adicionalmente, se realizó el registro fotográfico de los estadios más relevantes del desarrollo embrionario, utilizando una cámara fotográfica Nikon®, modelo FDX-35, acoplada a un estereoscopio Olympus® SZX-12.

### **RESULTADOS**

Los resultados mostraron que los ovocitos de *P. mariae* son telolecíticos y pelágicos. Su forma es esferoide y achatada. Presentan un diámetro medio horizontal de  $0,858 \pm 0,161$  mm y vertical de  $0,743 \pm 0,1676$  mm (n=50) y un peso de  $0,48 \pm 0,4$  mg. Los ovocitos mostraron una coloración verde claro y estaban rodeados por una cubierta espesa (córion), siendo muy difícil reconocer el espacio perivitelínico, el cual fue evidente solamente 15 minutos después de la fertilización (MPF) (Figura 1a). En ese momento los huevos presentaron una coloración ámbar brillante; para entonces, el diámetro total de los huevos fue de  $1,835 \pm 0,254$  mm y el diámetro de los núcleos de  $1,376 \pm 0,157$  mm; presentando numerosas y pequeñas granulaciones vitelinas (26°C).

Treinta MPF fue posible observar en los huevos activados la diferenciación del polo animal y el polo vegetativo. Alrededor de los 45 MPF (25,5°C) se inició el proceso de división en el polo animal, lo que sugiere un tipo de segmentación

meroblástica y discoidal. El polo animal se dividió en ángulo recto al eje, dando origen a 2 blastómeros redondeados de volumen y características similares (Figura 1b). Macroscópicamente los blastómeros no presentaron una membrana celular definida. Sin embargo, se encontraban separados por un surco bien delimitado.



**Figura 1.** a. Huevo de 15 minutos post fertilización (MPF), presentando el espacio perivitelínico (EP). b. Huevo de 45 MPF primer clivaje, 2 blastómeros (BL) y polo vegetal (PV). c. Huevo de 1:15 horas post fertilización (HPF), 3er clivaje, 8 blastómeros. d. Huevo de 2 HPF, 4to clivaje, 32 blastómeros. e. Estado de mórula 3 HPF. f. Blástula temprana 3:30 HPF, en donde se aprecia el blastodermo (BD). g. Blástula tardía 4 HPF. h. Gástrula tardía (6:30 HPF), anillo germinal (AG). i. 90% de epibolia, blastodermo (BD) y tapón vitelínico (TV), 7HPF. (250X)

Cuando se completó el primer clivaje, se inició la formación del segundo surco de división, el cual fue perpendicular a los 2 blastómeros, esta segunda división se presentó aproximadamente 1 hora post fertilización (HPF). Cada blastómero se dividió en dos, formando 4 células de igual tamaño, pero de menor volumen que las anteriores. El tercer plano de división se presentó a la 1:15 HPF y dividió a los 4 blastómeros en 8 (Figura 1c). El blastodisco presentó 2 filas de blastómeros simétricas. El eje de la cuarta división ocurrió a la 1:45 HPF y dividió las 2 filas de 4 blastómeros en 4 filas de 4 blastómeros; hacia las 2 HPF se observó el quinto clivaje, que originó 32 células (Figura 1d). La segmentación continuó, pudiéndose observar el estadio de mórula a las 3 HPF (25,5°C), caracterizándose por la presencia de blastómeros achatados (Figura 1e).

La blástula temprana ocurrió alrededor de las 3:30 HPF, momento en el cual, el blastodisco tenía apariencia esférica y se observó claramente el blastodermo, el cual contenía células menores. Para entonces la coloración era casi transparente y el límite entre el blastodermo y el vitelo estaba bien definido (Figura 1f).

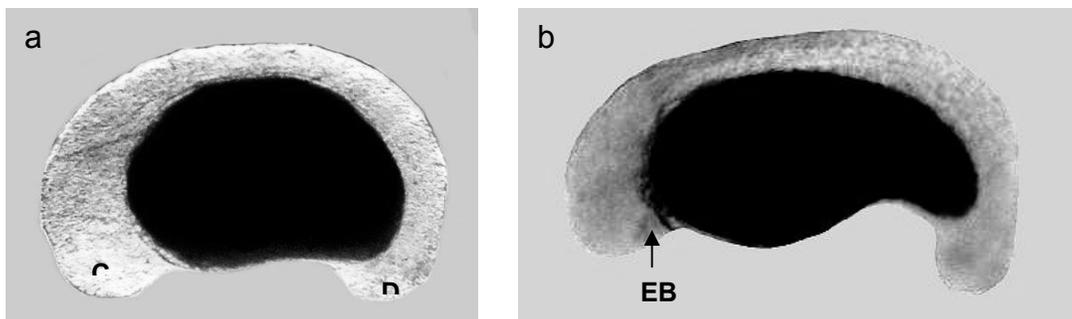


Figura 2. a. Región cefálica (C) y región caudal (D), 8 HPF (250X). b. Esbozo de la boca (EB). 10:30 HPF (200X)

Media hora después, se evidenció la blástula tardía, caracterizándose porque la blástula adquirió una forma elipsoidal y un poco achatada en uno de los extremos.

En ese momento, el blastodermo presentó un espesor uniforme, que comenzó a envolver el vitelo (Figura 1g). A las 4:30 HPF se observó el inicio de la gástrula con desplazamiento del blastodermo sobre el vitelo (epibolia). A las 5 HPF fue evidente la continuación del movimiento de epibolia, pues el blastodermo siguió la curvatura del vitelo, el cual comenzó a cambiar de forma. De ahí en adelante, la epibolia avanzaba progresivamente y el blastodermo cubría aproximadamente 25% del vitelo. Posteriormente, en la fase media de la gástrula (5:30 HPF), el movimiento de epibolia alcanzó un 50%, y el anillo germinal se fue formando alrededor del blastodermo; en la gástrula tardía (6:30 HPF) el blastodermo cubría 75% del vitelo y el anillo germinal estaba bien definido (Figura 1h). Posteriormente, 7HPF, el vitelo estaba casi cubierto (90% de epibolia), dejando expuesta solamente una pequeña área alrededor del polo vegetal, el tapón vitelínico (Figura 1i) (25°C).

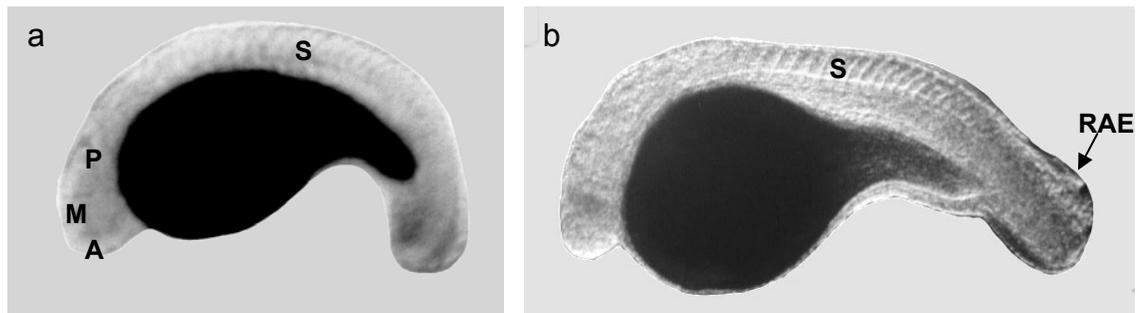


Figura 3. a. Cerebro anterior (A), medio (M) y posterior (P) y somitos (S) en la región dorsal, 11:30 HPF. b. Embrión de 12:30 HPF, con rudimento de la aleta embrionaria (RAE)

El embrión temprano apareció alrededor de las 8 HPF (25,5°C); se caracterizó por la aparición de la región cefálica y la región caudal (Figura 2a). Los embriones continuaron su desarrollo, observándose a las 8:30 HPF la formación del primordio óptico que se evidenció como una línea gruesa en las paredes laterales de la cabeza y que posteriormente dio origen a la vesícula óptica, en ese mismo momento también se pudo detallar el tubo neural, que se esbozó como un surco que dividía parte del cuerpo del embrión. La fase de organogénesis continuó con

la aparición de 5-6 pares de somitos bien definidos en la parte media del tronco, la longitud del saco vitelino era aproximadamente el doble de su diámetro (9:30 HPF; 25°C); al mismo tiempo se visualizó la vesícula óptica perfectamente delineada y alargada en dirección caudal, en forma de gota; la cabeza era redondeada. Una hora después, se observaron los surcos de otros 7 pares de somitos con dirección caudal, totalizando para entonces entre 13 y 14 pares; en ese momento el embrión envolvía al vitelo en un 75% y se veía más alargado. La cabeza se veía más puntiforme y la vesícula óptica más redonda, se hicieron visibles el esbozo de la boca (Figura 2b) y tres protuberancias en el borde dorsal de la cabeza del embrión, que más tarde darían origen al cerebro anterior, medio y posterior (Figura 3a). A las 11:30 HPF, La cola continuaba su desarrollo, produciendo un marcado aumento en la longitud del embrión, apareció una constricción en la región posterior del saco vitelino, donde finalizaba el brote de la cola, dando al saco una forma de riñón. Se observaron entre 18 y 20 pares de somitos que empezaban a formarse hacia la región cefálica. Por otro lado, el esbozo de la boca estaba más desarrollado. Hacia las 12:30 HPF, la cola aún permanecía curvada ventralmente, aunque estaba más separada y en proceso de enderezarse, el saco vitelino se asemejaba a una coma y su región más estrecha desarrolló una forma más delgada y cilíndrica: la extensión del saco vitelino, que se distinguía de la región anterior del saco que era esférica; en general la longitud del saco vitelino era aproximadamente 1,5 veces su altura. Se había completado el alargamiento del tronco posterior, en los embriones se visualizaban de 25 a 28 pares de somitos (Figura 3b). Los primeros movimientos autónomos de los embriones se iniciaron a las 13:30 HPF (27°C), produciéndose uno cada 4 segundos en promedio, al nivel de los somitos 10 y 12, cuando el embrión tenía entre 30 y 33 pares de somitos totales. La cola se enderezaba a medida que la extensión del vitelo se extendía horizontalmente. Las vesículas ópticas estaban muy desarrolladas y se empezó a formar el cristalino. Hacia las 14:30 HPF faltaba poco para que las colas se liberaran totalmente del cuerpo embrionario. En ese momento se observó la aleta embrionaria a lo largo de la cola (Figura 4). Los movimientos corporales se

presentaron a un índice de uno por segundo, la notocorda presentaba un buen desarrollo y se observaban entre 33 y 35 pares de somitos que ya habían adoptado la forma de V.

Posteriormente (15:30 HPF) la cola se había liberado completamente y era más o menos 1,5 veces la longitud del saco vitelino; en una vista dorsal la cabeza era aproximadamente la tercera parte de esta estructura. Los movimientos del embrión eran más rápidos y continuos, a una frecuencia de 3 por segundo, provocando que la cola se flexionara en dirección craneal. Los embriones eran cada vez más activos, golpeando el corion y presentando movimientos ondulatorios y girando sobre su mismo eje. La mayoría de larvas eclosionaron a las 16 HPF (27°C); en ese momento el saco vitelino era ovalado y se veía brillante.

El resumen de los eventos del desarrollo embrionario del presente estudio se presenta en la tabla 1.



**Figura 4.** Embrión de 14:30 HPF; aleta embrionaria (AE) y vesícula óptica (V) (160X).

## DISCUSIÓN

Los huevos de coporo son redondeados y de apariencia cristalina, características semejantes a las observadas por Camargo (1995) para la misma especie. El diámetro promedio de los ovocitos maduros fue de  $0,858 \pm 1,61$  mm, valor inferior al reportado por Vazzoler (1996), para *Prochilodus scrofa* (1,450 mm). El diámetro de los huevos hidratados ( $1,835$  mm  $\pm$   $0,254$ ) fue ligeramente menor que el reportado por Camargo (2,0 mm) para la especie y mayor que el reportado por Nakatani *et al.* (2001) para *P. argenteus*, *P. brevis*, *P. costatus* y *P. lineatus* de 1,58; 1,34; 1,53 y 1,36 mm respectivamente. Los primeros clivajes se presentaron a intervalos de 15 minutos, lo que coincide con los resultados obtenidos por Camargo (1995) para coporo, y con Solano (1984) y Angel (1999) para *P. magdalenae*. De igual manera, el patrón de segmentación fue similar al reportado por Alves & Moura (1992), para *P. affinis* y por Castellani *et al.* (1994), para *P. lineatus*. Por otro lado, en *P. magdalenae*, Angel (1999) reportó la diferenciación del embrión a partir de las 6,6 horas a 29°C y a las 7 horas a 26°C, este último dato es similar al obtenido por Solano (1984) para la misma especie, a una temperatura de 29°C; en ambos casos la diferenciación del embrión se dio una hora antes de lo observado para *Prochilodus mariae* en el presente trabajo (8 HPF). Sin embargo, este resultado es similar al obtenido por Nakatani *et al.* (2001) para *P. costatus* (8:15 HPF) y para *P. lineatus* (8 HPF), aunque difiere del encontrado por los mismos autores para *P. argenteus* (9:15 HPF). Cabe anotar que las diferencias de temperatura del agua de incubación en los distintos estudios relacionados, pueden ser la causa de tales variaciones. Está observación puede ser corroborada al observar el tiempo de liberación de la cola (15:30 HPF), el cual fue superior al reportado para *P. argenteus*, *P. costatus*, *P. affinis* y *P. lineatus* (Alves & Moura, 1992; Castellani *et al.*, 1994; Nakatani *et al.*, 2001). Debemos recordar que la temperatura promedio en este estudio fue de 25,42°C, lo que explicaría la demora en el proceso. De igual manera, el tiempo de eclosión

(16 HPF) fue superior al reportado por Camargo (1995) para la especie, entre 11 y 13 HPF a una temperatura de 27°C. Así mismo, para *P. magdalenae*, Solano (1984) observó que el desarrollo embrionario se completaba en un lapso de 13 HPF a una temperatura entre 26 y 27°C en *P. reticulatus*, mientras que Angel (1999), reportó un tiempo de eclosión de 12,6 HPF a una temperatura de 29°C y de 15 HPF a temperatura de 26°C. En ambos casos, el tiempo de eclosión presentado por esos autores también fue inferior al aquí encontrado.

**Tabla 1. Desarrollo embrionario de *Prochilodus mariae***

TIEMPO*	N**	TEMPERATURA °C	HORAS GRADO	ETAPAS DEL DESARROLLO EMBRIONARIO	%***
0 m	30	26	0	Fertilización	70
15 m	33	26	26	Polarización	36.3
30 m	30	26	52	Polarización	70
45 m	30	25.5	77.5	1er clivaje	73.3
60 m	32	25.5	103	2do clivaje	75
1:15 h	30	25	128	3er clivaje	70
1:30 h	30	25	153	4to clivaje	80
1:45 h	30	25.5	178.5	5to clivaje	76.6
2 h	32	25.5	204	Mórula	46.8
2:30 h	30	25.5	229.5	Mórula	86.6
3 h	30	25.5	255	Mórula	80
3:30 h	30	25.5	280.5	Blástula temprana	83.3
4 h	32	25.5	306	Blástula tardía	75
04:30	30	25.5	331.5	inicio de gastrulación (epibolia)	83.3
5 h	30	25	356.5	Movimiento de epibolia(25% sobre el vitelo)	83.3
5:30 h	31	25	381.5	Movimiento de epibolia(50% sobre el vitelo)	83.8
6 h	31	25	406.5	Gástrula media	77.4
6:30 h	30	25	431.5	Epibolía	93.3
7 h	31	25	456.5	Inicio del cierre del blastoporo	83.8
07:30	31	25	481.5	Fin del cierre del blastoporo- comienzo de organogénesis.	77.4
8 h	30	25.5	507	Diferenciación del embrión	76.6
				temprano (Inicio de la diferenciación de la parte cefálica de la caudal y cordón neural)	
8:30 h	33	25	532	Región cefálica bien diferenciada. Primordio óptico. Tubo neural.	81.8
9:30 h	32	25	557	Formación de vesículas ópticas. Primeros somitos: 5-6 pares	84.3
10:30 h	31	25	582	Esbozo de la boca. Primordios cerebro anterior, medio, Posterior. 13-14 pares somitos	90.3
11:30 h	30	26	608	18-20 pares de somitos	76.6
12:30 h	31	26	634	Separación de la región caudal del tubo digestivo	80
13:30 h	30	27	661	Primeros movimientos. 30-33 pares de somitos	76.6

14:30 h	34	27	688	Movimientos rápidos. 33-35 pares de somitos. Rudimento aleta embrionaria	82.3
15:30	33	27	715	Inicio de Eclosión.	51.5
16:30	30	27	742	Eclosión	93.3

\*m=minutos; h= horas

\*\*Muestras observadas

\*\*\*Porcentaje de las muestras observadas que presento la fase descrita

Por otro lado, Nakatani *et al.* (2001) encontró que para 3 especies de *Prochilodus* (*P. argenteus*, *P. costatus* y *P. brevis*), la eclosión se dio a las 19; 19 y 25,2 HPF, respectivamente, a una temperatura de 24,8; mientras que para *P. lineatus* a una temperatura de 25,9°C, la eclosión fue evidente a las 16 HPF. Este último resultado es similar al obtenido para *P. mariae*, de 16 HPF con una temperatura promedio de 25,52°C. Nuevamente los resultados pueden ser explicados por el efecto de la temperatura del agua, pues como lo señalan Blaxter (1988) y Privitera (2001), la temperatura es uno de los factores que más inciden en el desarrollo embrionario de los peces y en su tiempo de incubación.

## CONCLUSIONES

Los huevos de *P. Mariae* al hidratarse aumentan un 113% su diámetro inicial, son pelágicos y telolecíticos y poseen un espacio perivitelínico amplio, características propias de peces teleósteos.

El desarrollo embrionario del coporo (*P. mariae*) presenta fases de segmentación, blástula, gástrula, tapón vitelínico, organogénesis, separación de la cola y eclosión etapas similares a las que se observan en la mayoría de teleósteos de agua dulce.

Los huevos de *Prochilodus mariae* poseen gran cantidad de vitelo y presentan blastómeros en el polo animal y formación de vitelo en el polo vegetativo (tipo de segmentación meroblástica y discoidal).

El desarrollo embrionario del coporo, puede variar de acuerdo a la temperatura, esto se evidenció cuando dicha temperatura estuvo entre 25 °C y 27 °C lo que retrasó el desarrollo embrionario al compararse con otros peces del mismo género.

El desarrollo embrionario de *P. Mariae*, es un proceso rápido que se completa en apenas unas pocas horas, situación que guarda semejanza con la mayoría de las especies de la familia Characidae estudiadas hasta ahora.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan su agradecimiento al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, por facilitar la realización del trabajo y al Doctor Miguel Ángel Peña de Corpoica-Ceisa por permitir el uso de su laboratorio.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. ALVES, M. & MOURA, A. Estádios de desenvolvimento embrionário de curimatã-piao *Prochilodus affinis* (Reinhart, 1874) (Pisces, Prochilodontidae). In Encontro Anual de Aqüicultura de Minas Gerais, CODEVASF, pp. 61-71. 1992.
2. ANGEL, 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.
3. BLAXTER, J. Pattern and variety in development. In: Hoar, W and Randal, D. (Eds). Fish Physiology. Academic Press. V.II: The physiology of developing fish. pp 1-58. 1988.
4. BUSTAMANTE, L. F. Desarrollo Larval del coporo *Prochilodus mariae* (Eigenmann 1922) en estanques abonados y con el uso de un suplemento alimenticio. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad

de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Departamento de Producción. 273p. 1997.

5. 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. 215p.1995.
6. CASTELLANI, L., GODINHO, H., LEME DOS SANTOS, H., SANT, R., FARIA, A. & SANTOS, M. Desenvolvimento embrionário do curimatã *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Cypriniformes, prochilodontidae). Rev. Bras. Morfol.11 (2): 99-105. 1994.
7. GUZMÁN, R., REYES, A., BARRETO, M, & GÓMEZ, G. Contenido de cobre en el coporo (*Prochilodus mariae*) y en el caribe (*Serrasalmus rhombeus*) de laguna grande, estado Monagas. Nota técnica. Zootecnia Tropical. Vol. 11 (1) 59-69. 1993.
8. LAGLER, K., BARDACH, J., MILLER, R., PASSINO, D. Ictiología. New York, USA. 506p.1990.
9. LEME DOS SANTOS, H. S. & HERNANDEZ, J. Histologia de Peixes. Jaboticabal. FUNEP. Facultad de Ciencias Agrarias e Veterinárias. 153p. 1995.
10. NAKATANI, K., AGOSTINHO, A., BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P., MAKRAKIS, M. & PAVANELLI, C. Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação. Editora Universidade Estadual de Maringá. 378p. 2001
11. MATKOVIC, M., CUSSAC, V., CUKIER, M., GUERRERO, G. & MAGGESE, M. Desarrollo embrionario de *Rhamdia sapo* (Valenciennes, 1840) Eingenmann y Eingenmann, 1988 (Pisces, Pimelodidae) I Segmentación, morfogénesis y organogénesis temprana. Rev. Bras. Biol. 45: 39-50. 1985.
12. PINTO, M. & CASTAGNOLLI, N. Desenvolvimento inicial do pacu *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura. Anais. São Carlos. UFSCar, pp 523-535, 1984.
13. PRIVITTERA, L. Characteristics of eggs and larval production in captive blue spotted gobies. *J. Fish. Biol.*, 58: 1211-1220. 2001.
14. SOLANO, J. M. 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, Bogota Vol. 4. pp 25-29. 1984.

15. VAZZOLER, A. E. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, Maringá. 169p. 1996.