

Desarrollo Embrionario y Larval de *Cinelichthys pearsei* (Hubbs, 1936), (Perciformes: Cichlidae) en el Sureste de México

Embryonic and Larval Development of *Cinelichthys pearsei* (Hubbs, 1936),
(Perciformes: Cichlidae) in Southeastern Mexico

Raúl Enrique Hernández-Gómez; Francisco A. Hernández-Hernández; Ignacio Valenzuela-Córdova;
Alfonso Castillo-Domínguez & Carolina Esther Melgar Valdes

HERNÁNDEZ-GÓMEZ, R. E.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, F. A.; VALENZUELA-CÓRDOVA, I.; CASTILLO-DOMÍNGUEZ, A. & MELGAR VALDES, C. E. Desarrollo embrionario y larval de *Cinelichthys pearsei* (Hubbs, 1936), (Perciformes: cichlidae) en el sureste de México. *Int. J. Morphol.*, 43(5):1561-1570, 2025.

RESUMEN: El cíclido de pantano o zacatera es una especie endémica de la región sureste de México, que posee un alto valor comercial y cultural debido a la calidad de su carne. Tradicionalmente, esta especie ha sido un recurso nutricional importante para las poblaciones locales. Con el objetivo de contribuir al conocimiento biológico de la especie, la presente investigación se centró en el estudio del desarrollo temprano del cíclido de pantano, describiendo tanto su desarrollo embrionario como larval. Se analizó el desarrollo morfológico y los caracteres mirísticos en diferentes etapas de desarrollo, desde el cigoto hasta la eclosión de embriones, y en las etapas larvales: larva recién eclosionada, larva en reflexión, larva en flexión, larva en posflexión, prejuvenil y juvenil. El estudio se realizó mediante la observación y medición con microscopios y software especializado, utilizando criterios convencionales. Los huevos recién desovados presentan una forma circular, la cual se transforma en ovalada a medida que progresa la metamorfosis embrionaria, con tamaños que varían entre 1,8 y 2,4 mm. El desarrollo embrionario se completa en 2 días de la eclosión, mientras que la etapa larval tiene una duración de 18 DPE. Las larvas recién eclosionadas presentaron una longitud total (LT) de 4,46-5,80 mm; en la etapa de preflexión, la LT varía entre 5,63 y 6,78 mm; en flexión, entre 6,49 y 8,84 mm; y en posflexión, entre 7,57 y 10,56 mm. La apertura de la boca ocurre en la etapa de flexión, lo que marca el inicio de la alimentación exógena. Las comparaciones con otros cíclidos muestran diferencias en los procesos ontogénicos y variaciones en los tiempos de desarrollo. Los parámetros ambientales registrados no afectaron el desarrollo embrionario ni larval de la especie. Esta investigación proporciona valiosos datos para la biología básica y el manejo biotecnológico de este cíclido.

PALABRAS CLAVE: Cíclido; Agua dulce; Ontogenia; Embrión; Larva.

INTRODUCCIÓN

La mojarra *Cinelichthys pearsei* es un pez cíclido conocido comúnmente como mojarra zacatera o cíclido de pantano en México (Froese & Pauly, 2025). Los cíclidos son una familia avanzada, esencialmente dulceacuícola de peces perciformes, la cual comprenden de más de mil especies que habitan en Sur y Centro América (de Jong *et al.*, 2009). Los cíclidos (Cichlidae), en México forman el segundo grupo de peces dulceacuícolas más diverso; están formado por 57 especies, las cuales se distribuyen desde el río Hondo hasta el río Bravo, en la vertiente del Golfo desde el río Suchiate hasta el río Yaqui, en el Pacífico (Barreto *et al.*, 2011). Una de las características más notables de los peces cíclidos es su capacidad para adaptarse a entornos extremos y cambiantes. Muchos fenotipos en los cíclidos, incluidas las adaptaciones tróficas y la coloración, son altamente plásticos (West-Eberhard, 1989 citado por Santos *et al.*, 2023). La

especie *C. pearsei* se encuentra frecuentemente habitando en ríos, lagunas y arroyos con corriente lenta (Willink *et al.*, 2000, Soria-Barreto & Rodiles-Hernández, 2008). Este cíclido se distribuye desde la vertiente del Atlántico, en la cuenca del río Grijalva, al este y sur hasta la cuenca del río Usumacinta, Petén, Guatemala, de allí al norte hasta Belice y Quintana Roo. En lagunas, ríos y arroyos del Estado de Tabasco, especialmente en lagunas denominadas popaleras (Lyons, 2019). Se reportan captura en los municipios de Tenosique y Balancán siendo, parte importante de la pesca de subsistencia en gran parte de su área de distribución (Argueta *et al.*, 2021). Es una especie escasamente estudiada, según la lista roja de especies amenazada, esta especie está catalogada como de preocupación menor (Lyons, 2019). Sin embargo, no existen estudios que confirmen dicho estatus. Es una especie que su consumo, es principalmente cuando

los niveles de los ríos y lagunas son bajos, condiciones que son aprovechadas por los pescadores ribereños, al facilitar su captura. Además, de no existir regulaciones que permitan uso sostenible de la especie, se desconoce el tamaño total de la población, pero se han reportado, abundancias bajas en ríos como el Lacanja, Chiapas (Rodlles-Hernández *et al.*, 1999).

En varias especies de cíclidos, se han realizado estudios ontogénicos aportando detalles del desarrollo embrionario y larval, que han contribuido con conocimientos básicos sobre su biología y manejo técnico, tales como guapote lagunero *Cichlasoma dovii*; la tilapia *Oreochromis niloticus*; pez ángel *Pterophyllum altum*; Melancólico *Satanoperca pappaterra*; Salima *Astatotilapia calliptera*; Chilingali *Rhamphochromis* sp.; Mauve *Tropheops* sp., (Fujimura & Okada, 2007; Torres-Tabares *et al.*, 2014; Miranda *et al.*, 2015; Marconi *et al.*, 2023), así como en especies nativas o que habitan en el sureste de México como la mojarra paleta *Vieja melanura*, el guapote tigre *Parachromis managuensis* (Hernández-Hernández *et al.*, 2020; Piesiewicz *et al.*, 2024). Con la finalidad de contribuir a la biología de la especie, la presente investigación se basó en el estudio de desarrollo temprano de esta especie, teniendo como objetivo describir el desarrollo embrionario y larval, las cuales fueron obtenidos de lotes de reproductores manejados en condiciones controladas.

MATERIAL Y MÉTODO

Sitio de estudio: El desarrollo de esta investigación se realizó en las instalaciones de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (DAMR) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco 17°29'16.0"N y 91°25'31.0"W, área de reproducción de especies nativas con registro RNPA 27092573 ante CONPESCA y laboratorio de acuicultura, Tenosique, Tabasco, México.

Colecta de embriones y larvas: Fueron obtenidos y monitoreados 60 huevos fertilizados y 60 larvas de la *C. pearsei*, provenientes de desoves previos de reproductores, aclimatados y adaptados en el área de estudio. Para tal fin, se utilizaron pipetas graduadas de cristal de 10 ml $\pm$ 1 ml, para obtener los huevos por medio de succión, los cuales fueron colocados en cajas de Petri (n=10) de cristal con agua corriente, donde fueron colocadas 10 huevos por cada caja previos para ser monitoreados bajo microscopía. Posterior a la eclosión, se monitorio el desarrollo embrionario. La manipulación de organismos fue basada en la directiva 2010/63/UE relativa a la protección de animales para fines científicos (Diario Oficial de la Unión Europea, 2010); la NOM-062-ZOO-1999; el código sanitario para animales acuáticos (World Organisation for Animal Health, 2024) y aprobados por el comité de ética institucional con oficio Folio

UJAT-CIEI-2025-040. Las condiciones de bienestar abarcan desde el suministro de agua de calidad a través de un sistema de recirculación y filtración, un sistema de aireación para el suministro de la demanda de oxígeno y alimentación balanceada para los reproductores. Así como alimento vivo a base de microgusanos de avena, para larvas.

Monitoreo del desarrollo embrionario y larval de *C. pearsei*:

La observación y registro ontogénico de los embriones y larvas in vivo fue realizado cada tres horas posfertilización (HPF), se realizó con el apoyo de un estereomicroscopio VELAB, cual está integrado de una Laptop con cámara digital adaptada VE-SCOPEPAD-LX205 versión 11 y un software de medición S-EYE 2.0. El desarrollo embrionario se clasificó en las etapas empleadas por Fujimura & Okada (2007). Las mediciones realizadas, según las etapas de desarrollo en los embriones y larvas fueron basadas en los criterios propuestos por Hardy (1978), siendo para los huevos embrionados, las siguientes: longitud del huevo (LH), ancho del huevo (AH); espacio previtelino (EP); longitud del vitelo (LV); ancho del vitelo (AV), longitud del ojo (LO); longitud del cristalino (LC) y Longitud de la placa auditiva (LP). Las etapas de desarrollo larvas fueron clasificadas como recién eclosionada, larva con saco, preflexión, flexión, posflexión y juvenil. En las larvas fueron incluidas las siguientes mediciones: longitud y la anchura de la boca, círculo y fosa orbitarios, la longitud de la cabeza, longitudes pre-anal y post-anal, y longitud a la horquilla. Los caracteres merístico tales como anchura de aletas, incluidos la aletas dorsal, anal y pectoral, así como el número de espinas y radios en las aletas (Rosas *et al.*, 2008). Tanto, para embriones y larvas las mediciones se expresan en milímetros (mm), la mínimas-máximas (min-máx), promedio (X) y $\pm$ desviación estándar (DS): min-max ($X \pm DS$). Al finalizar este proceso, los especímenes fueron incorporados para la evaluación del crecimiento en un sistema de cultivo de la DAMR.

Calidad del agua: La determinación de la calidad del agua durante el monitorio embrionario y larval fue bajo un kit de análisis de muestras para agua dulce; el pH fue obtenido a través del método calorimétrico (bromotimol azul) y corroborados digitalmente con un potenciómetro digital HANNA HA01440213; con este mismo instrumento, se registró la temperatura en °C; Nitrito (NO₂) y Amoníaco NH₃ fue obtenido bajo el método de indofenol modificado.

RESULTADOS

Los huevos recién embrionados fueron recolectados de desoves naturales de reproductores de *Cincelichthys pearsei*, los cuales realizan cuidado parental después del desove y fertilización de los huevos hasta que la etapa de crecimiento de la progenie (Fig. 1 A,B).

Descripción del huevo: Los huevos recién fertilizados son de forma circular con un diámetro de 1,8-2,4 mm ($2,1 \pm 0,4$ mm), presentan adherencia al sustrato, inicialmente al desarrollo embrionario son de apariencia semitransparentes, con el avance de desarrollo embrionario se tornan a una coloración amarilla a marrón (Fig. 1C).

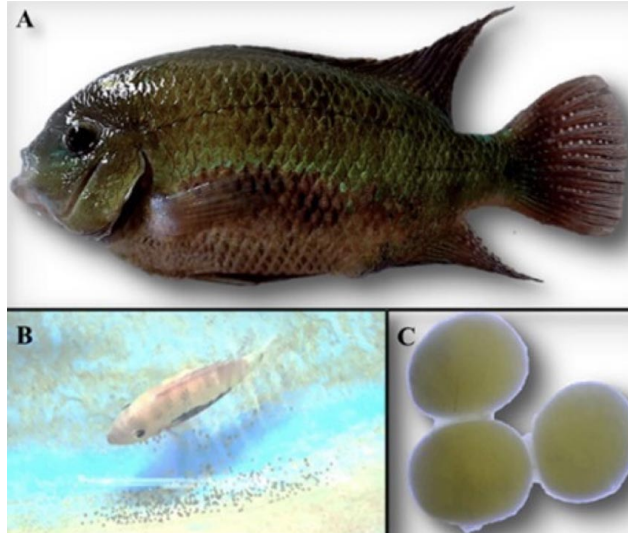


Fig. 1. A) Reproductor de *Cincelichthys pearsei* en manejo zootécnico para reproducción, B) vista de huevos desovados adheridos al sustrato, se observa cuidado parental de la especie, C) Vista aumentada de algunos huevos fertilizados adheridos entre sí.

Cigoto: Durante el proceso de hidratación, y al final del estado de cigoto, morfológicamente los huevos toman forma oval de con una longitud de 1,43-2,34 mm ($2,01 \pm 0,23$ mm) y un ancho entre 0,71-0,99 mm ($0,82 \pm 0,10$ mm), de coloración morrón mostraron un angosto espacio previtelino y un aumento significativo, presenta abundante vitelo (huevos telolecitos). La longitud de este vitelo fue de 1,8-2,4 mm ($2,1 \pm 0,4$ mm) y una anchura de 1,7-2,2 mm ($1,9 \pm 0,1$ mm) (Tabla I; Fig. 2A).

Clavija: La duración de este estadio es de $\pm$ cinco horas, huevos con una longitud de 2,0-2,5 mm ($2,3 \pm 0,0$ mm) y una anchura de 1,57-1,91 mm ($1,76 \pm 0,09$ mm), y con un espacio previtelino que midió de 0,04-0,66 mm ($0,15 \pm 0,1$ mm) (Tabla I; Fig. 2B).

Blástula: Esta fase fue alcanzada a las $\pm$ 22 horas posfertilización (Tabla I), el huevo ha alcanzado una longitud de 2,2-2,3 mm ($2,2 \pm 0,0$ mm) y una anchura de 1,6-2,1 mm ($1,7 \pm 0,2$ mm), manteniendo forma ovalada y de coloración marrón que enfatiza los gránulos del vitelo, el cual midió de 1,8-1,9 mm ($1,7 \pm 0,0$ mm) de largo y un ancho de 1,4-1,8 mm ($1,6 \pm 0,22$ mm) (Tabla I; Fig. 2B).

Gástrula: Durante la gastrulación, se organizan las capas germinales: ectodermo, mesodermo y endodermo. Este proceso no solo implica la formación de estas capas, sino

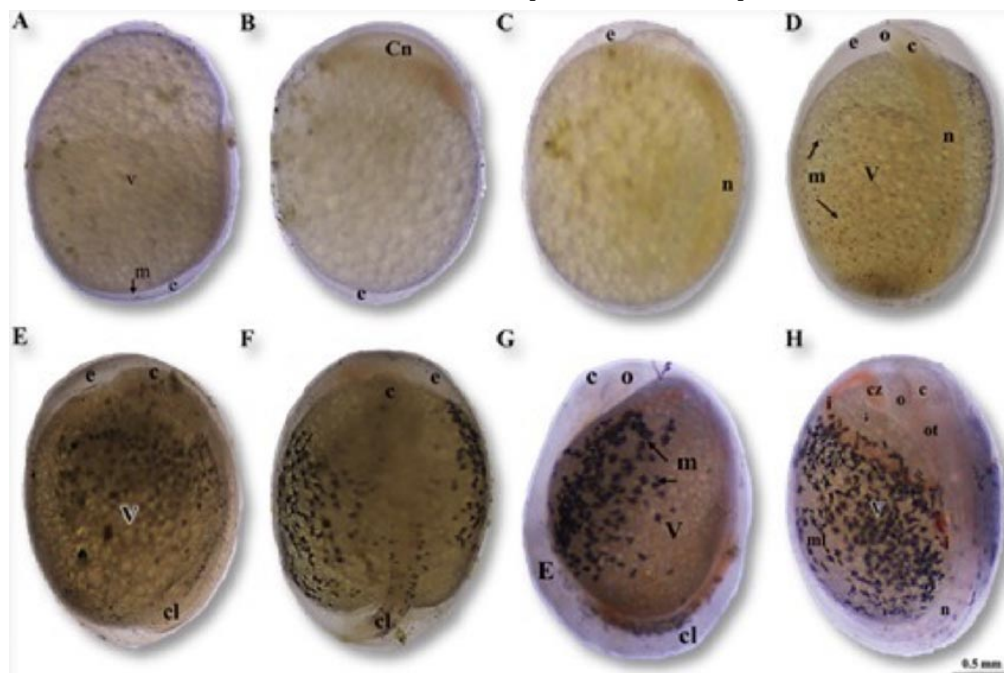


Fig. 2. Desarrollo embrionario de *Cincelichthys pearsei* en Tenosique, Tabasco, México. A) cigoto; B) blástula; C) gástrula 80% epibolia o brote néurula; D) embrión temprano vista lateral; E) embrión cola bulto; F) embrión cola libre vista dorsal; G) embrión cola libre vista lateral y H) embrión tardío. V: vitelo, m: micropilo, e: espacio previtelino, Cn: canal neural, n: néurula, m: miómeros, c: cabeza, cl: cola, o: ojo; E: eje del embrión; ot: otolito; cz: corazón; i: irrigación sanguínea.

Tabla I. Periodo y tiempo del desarrollo embrionario de *Cincolichthys pearsei*, Tenosique, Tabasco, México.

Periodo	Tiempo de fertilización		Descripción
	Días post fertilización	Horas post fertilización	
Cigoto	1	0-2	Huevo color marrón. El citoplasma fluye hacia el polo animal para formar el blastodisco.
Clavija	1	2-5	Con 16 células.
Blástula	1	5-22	100 % mólula.
Gástrula	2	23-28	Anillo germinal, gástrula epibolia 100 % y tubo neural.
Segmentación	2	30	Neurula 100 %, somites, vesícula de Kupffer, cola adherida.
Embrión			Vesículas ópticas y óticas, y cola libre.
Temprano	2	32	
Cola bulto			
Tardío			
Eclosión			
Larva	2	33	Saco vitelino con gránulos de aceite. Cabeza encima de saco vitelino.

también un crecimiento embrionario que resulta en un aumento de tamaño. El tamaño del huevo fue de 2,0-2,4 mm ($2,1\pm0,1$ mm) y, además, se observa el anillo germinal y el escudo embrionario. Presentan una longitud promedio del vitelo de $1,22\pm0,0$ mm (Tabla I, Fig. 2C).

Segmentación 30 horas post-fertilización (HPF); Embrión temprano: En esta fase, el huevo mantiene una forma ovalada y presenta una longitud de entre 2,3 y 2,5 mm ($2,2\pm0,3$ mm), con una coloración amarilla y un aumento en la cantidad de glóbulos del vitelo, que midió entre 1,77 y 1,86 mm ($1,8\pm0,0$ mm). Se observa que el eje del embrión midió 1,65-3,06 mm ($2,17\pm0,46$ mm), y la región caudal aún está adherida al vitelo. Aún no se distingue claramente la región cefálica, la cual midió de largo 0,03-0,06 mm ($0,04\pm0,01$ mm); la longitud en el vitelo fue de 1,49-2,15 mm ($1,93\pm0,19$ mm) y un ancho de vitelo de 1,6-1,8 mm ($1,73\pm0,05$ mm). También se observó un corazón de coloración roja con 90 latidos por minuto (Tabla I; Fig. 2D).

Embrión etapa cola bulto 31 HPF: En esta etapa en el huevo se observa un embrión en formación y con la cola en forma de bulto adherida al saco vitelino, apreciándose la región cefálica y región caudal, ya diferenciada. En la cefálica se observaron vesículas ópticas insipientes; sobre el eje del embrión se aprecia un grupo de células conocida comúnmente como somitas, las cuales formaran parte del musculo esquelético y de los tejidos. Sobre el saco vitelo comienzan la aparición de cromatóforos en forma de estrella con punta ramificas, con una dispersión media. En esta etapa los huevos presentaron una longitud de 2,12-2,5 mm ($2,30\pm0,09$ mm) y una anchura de 1,51-1,93 mm ($1,717\pm0,10$ mm). El espacio previtelino medio 0,04-0,07 mm ($0,05\pm0,04$ mm). El eje del embrión presentó un ligero incremento que en la etapa anterior con una longitud de 1,93-3,98 mm ($2,58\pm0,30$ mm). El saco vitelino midió de 1,60-1,81 mm ($1,73\pm0,05$ mm), con una anchura de 1,49-2,15 mm ($1,93\pm 0,19$ mm). La cabeza midió 0,77 mm de largo, los latidos del corazón incrementaron a 102 latidos por minutos (Tabla I; Fig. 2E).

Embrión etapa de cola libre 32 HPF: Morfológicamente, el huevo sigue siendo ovalado y de coloración marrón, moderadamente incrementado en tamaño, en la región cefálica del embrión se observan diferenciadas las vesículas ópticas y las placas auditivas, se aprecian la formación de estructuras de fijación en la cabeza, semejantes a ventosas. Se apreció un incremento de los melanóforos, distribuidos sobre los lados laterales del saco vitelino, así como también hacia la región caudal del eje del embrión, los cuales son los encargados de cambiar la coloración en los animales. En esta región se observó la cola libre del embrión, donde se aprecian también los segmentos de tejido muscular que se agrupan para dar movimiento a la cola. Durante esta etapa el corazón presentó 102 latidos por minutos. La longitud del huevo fue de 2,16-2,43 mm ($2,27\pm0,06$ mm) con una anchura de 1,34-1,91 mm ($1,70\pm0,11$ mm). El espacio previtelino se ha reducido de 0,05-0,40 mm ($0,30\pm0,06$ mm), por el crecimiento del embrión. El eje del embrión midió 2,38-3,49 mm ($2,83\pm0,31$ mm). Esta etapa el saco vitelino presentó un ligero incremento, el cual midió 1,7-2,16 mm ($2,16\pm0,11$ mm) y una anchura de 1,41-1,99 mm ($1,63\pm0,13$ mm), apreciándose los gránulos de vitelo de diferentes diámetros. Los ojos presentaron una longitud de 0,11-0,13 mm ($0,01\pm0,01$ mm) y un ancho de 0,13-0,15 mm ($0,10\pm0,00$ mm). Cabe señalar, que, al estar la cola libre en esta etapa, comienzan a notarse los movimientos caudales en forma de látigo, que le permite al embrión moverse dentro de la cascara del huevo (Tabla I; Figs. 2.F,G).

Embrión tardío 33 HPF: El huevo sigue manteniendo la forma oval y de coloración marrón, dentro del cual el embrión está completamente formado, se aprecia vasos sanguíneos que dan una coloración roja en el área dorsal y área del vitelo. Se acentúan los melanóforos de coloración oscura, que se localizan lateralmente agrupados en el vitelino. Al aumentar de tamaño el embrión, la cabeza del embrión se localiza sobre una hendidura del saco vitelino, debido al espacio reducido con las cascara del huevo. Hacia la región

caudal, los movimientos caudales son mucho más frecuentes y próximos al rompimiento de la cascara del huevo. En esta etapa el corazón presento 127 latidos por minutos. Estos huevos midieron 1,33-2,57 mm ($2,26 \pm 0,27$ mm) y un ancho de 1,00-2,12 mm ($1,77 \pm 0,19$ mm). El espacio vitelino se ha reducido casi completamente, el cual midió de 0,04-0,09 mm ($0,06 \pm 0,02$ mm). El eje embrión ha aumentado de tamaño, y midió entre 2,00-5,65 mm ($3,68 \pm 0,87$ mm). El largo del vitelo fue de 1,00-2,17 mm ($1,80 \pm 0,24$ mm) y un ancho de 1,06-3,82 mm ($3,23 \pm 0,40$ mm). Los ojos de los embriones midieron de 0,12-0,14 mm ($0,10 \pm 0,01$ mm) de largo y 0,15-0,19 mm ($0,16 \pm 0,01$ mm) de ancho. La placa auditiva midió 0,09-0,66 mm ($0,17 \pm 0,18$ mm) (Tabla I; Fig. 2H).

Desarrollo larval de *C. pearsei*; larvas recién eclosionadas: En estas larvas la cabeza se encuentra ligeramente encima del saco vitelino, aún no han formado la boca, sus ojos se han pigmentado de color gris y sus tres regiones del cerebro delimitadas. Desde la cabeza hasta el final de la notocorda es transparente, por debajo de esta, se aprecian melanóforos oscuros en forma alineada. En la región cefálica se aprecian ventosas (glándulas adhesivas) (n=6), con forma de pequeños montículos, dos al frente de la cabeza y cuatro se aprecian por encima de ésta, las cuales midieron 0,46-0,84 mm

($0,68 \pm 0,19$ mm) y 0,53-0,64 mm ($0,56 \pm 0,06$ mm), respectivamente y de apariencia circular. Estas ventosas sirven para sujetarse a otras larvas, las cuales se conglomeran formando agrupaciones (Fig. 3A,B). También se observó la placa auditiva de forma oval, que midió 0,09-0,17 mm ($0,12 \pm 0,03$ mm), con dos pequeños puntos en su interior. Estas larvas presentan un saco vitelino grande, más alargados que ancho. Este saco presente gránulos de vitelos de tamaños heterogéneos, y melanóforos con aspectos estrellados lateralmente, sobre el vitelo (Fig. 3A). Hacia la región frontal de estas larvas se observó el corazón irrigando los vasos sanguíneos, con 123 latidos por minutos. En estas larvas se apreciaron entre 33-36 miómeros, desde la región cefálicas hasta finalizarla notocorda (Tabla II).

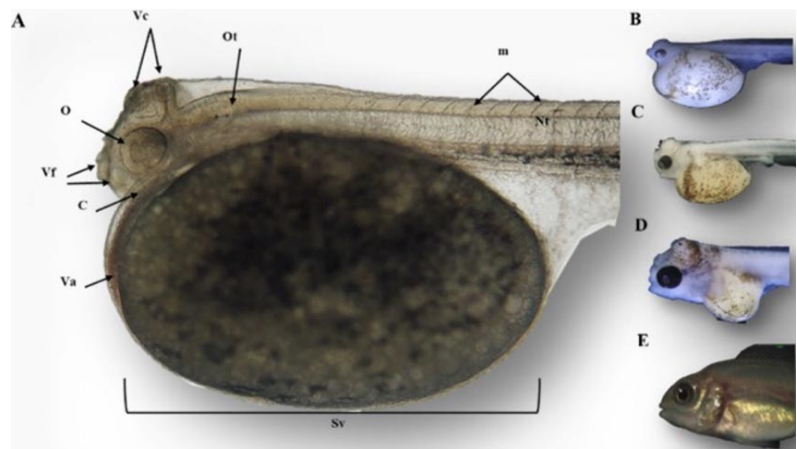


Fig. 3. Vista aumentada de la región cefálica y ventral de la larva de *Cincelichthys pearsei*. A) Se observan las glándulas adhesivas al frente y por encima de la cabeza incipiente de la larva. B-D) Se muestra la reabsorción progresiva de las glándulas adhesivas (tipo ventosas) desde el inicio hasta el final de la metamorfosis. E) Juvenil con las ventosas completamente reabsorbidas. Sv: saco vitelino, Va: vaso sanguíneo, C: corazón, Vf: ventosa frontal, O: ojo, Vc: Ventosas cefálicas, ot: otolito, m: miómeros, Nt: notocorda.

Tabla II. Caracteres morfométricos de larvas de la *C. pearsei*

Caracteres (mm)	Fase			
	Recién eclosionada	Preflexión	Flexión	Posflexión
Longitud del cuerpo	4,46-5,80 ($5,02 \pm 0,47$)	5,63-6,78 ($6,22 \pm 0,28$)	6,49-8,85 ($7,66 \pm 0,63$)	7,57-10,56 ($9,32 \pm 0,94$)
Longitud notocorda	4,30-5,12 ($4,83 \pm 0,21$)	5,25-6,44 ($5,90 \pm 0,29$)	6,14-7,48 ($6,77 \pm 0,38$)	6,41-8,62 ($7,62 \pm 0,70$)
Longitud saco vitelino	2,07-2,27 ($2,17 \pm 0,09$)	2,07-2,63 ($2,36 \pm 0,164$)	1,85-2,41 ($1,58 \pm 0,30$)	1,00-1,82 ($1,51 \pm 0,24$)
Longitud de la cabeza	0,70-0,96 ($0,80 \pm 0,08$)	0,81-0,91 ($0,88 \pm 0,03$)	1,67-1,81 ($1,75 \pm 0,05$)	1,74-2,08 ($1,95 \pm 0,12$)
Longitud de la boca	-	0,21-1,02 ($0,64 \pm 0,20$)	0,68-0,82 ($0,75 \pm 0,09$)	0,67-0,93 ($0,83 \pm 0,08$)
Longitud otolito	0,09-0,17 ($0,12 \pm 0,03$)	0,10-0,21 ($0,16 \pm 0,03$)	-	-
Diámetro del ojo	0,09-0,24 ($0,19 \pm 0,05$)	0,22-0,47 ($0,34 \pm 0,05$)	0,41-1,02 ($0,73 \pm 0,15$)	0,82-1,14 ($0,99 \pm 0,10$)
Longitud preanal	-	3,01-4,03 ($3,50 \pm 0,34$)	3,37-4,77 ($4,0 \pm 0,34$)	4,67-5,84 ($4,6 \pm 1,5$)
Longitud posanal	-	2,68-3,00 ($2,50 \pm 0,34$)	3,02-4,45 ($3,57 \pm 0,35$)	3,55-4,88 ($4,20 \pm 0,42$)

Larvas en preflexión cuatro días, posterior a la eclosión (DPE): Se aprecia la separación de la cabeza del saco vitelino y, muestra una reducción en el tamaño de sus ventosas cefálica y frontales de 0,51-0,64 mm ($0,56 \pm 0,06$ mm) (Fig. 3C). Al final de esta etapa las larvas comienzan a abrir la boca aproximadamente a los 12 días después de la eclosión. El saco vitelino se ha reducido en tamaño, es de color amarillo, encima se observan algunos melanóforos en forma de estrella y dispersos; y otros a manera de ramificaciones que cubre un 90 % de su superficie, los gránulos del vitelo

se han fusionado y se han ido reabsorbiendo, conforme la larva crece. También, se fue observado la formación de un conducto con proyección anal, que se encuentra invaginado en la piel de la región anal, ubicado posteriormente al saco vitelino y por debajo de la notocorda. La aleta caudal, morfológicamente es redondeada y sin radios. Las larvas comienzan a nadar, con pequeños nados separados del resto de las larvas agrupadas, reincorporándose y uniéndose nuevamente, por medio de sus ventosas. A los costados de estas larvas se aprecian las aletas pectorales, incipientes (Tabla II; Fig. 4B).

Larva en flexión 12 DPE: Esta fase se diferencia de la anterior debido a que la mayoría de las larvas han abierto la boca, en la cual se aprecia labios gruesos; operculos bien desarrollados e iniciándose la formación de arcos y filamentos, branquiales. Las ventosas, se han reabsorbido aproximadamente en un 95 %, siendo su tamaño de 0,01-0,03 mm ($0,02 \pm 0,00$ mm). Los ojos presentaron una coloración café oscuro, presenta un incrementado en su tamaño. En la superficie de la cabeza se comienza a apreciar cromatóforos de coloración café claro, así como en la parte dorsal. Las larvas continúan reabsorbiendo el saco vitelino, morfológicamente más circular que oval, aun con cromatóforos disperso en su superficie. Las larvas nadan libremente en busca de alimento, se observó un ano completamente formado. En las aletas pectorales y caudal se comienzan a apreciar los radios, estructuras de soporte. En esta fase la notocorda se flexiona hacia arriba al final de la aleta caudal, mostrando 14 los radios (Tabla II; Fig. 4C,D).

Larva en Posflexión 18 DPE: Estas larvas han reabsorbido completamente el saco vitelino, así como también los remanentes de las ventosas de la región cefálica y frontal de la cabeza. Su alimentación es ahora exclusivamente exógena. Aleta pectoral con 9 radios y sus arcos branquiales ($n=4$) completamente formados. Fase en la cual también, da inicio la formación de la aleta dorsal y anal. En la aleta caudal, las larvas presentaron 17 radios. Movilidad de los ojos. Melanóforos en todo el cuerpo, con mayor cantidad en la región cefálica (Tabla II; Fig. 4E). En esta etapa se alimentaron con un consorcio de microalgas verdes, obtenidos de estanque naturales, y así como de gusano de avena, estos obtenidos en el laboratorio de alimento vivo de DAMR.

Alevín-cría 22 DPE: Esta fase destaca por la aparición de

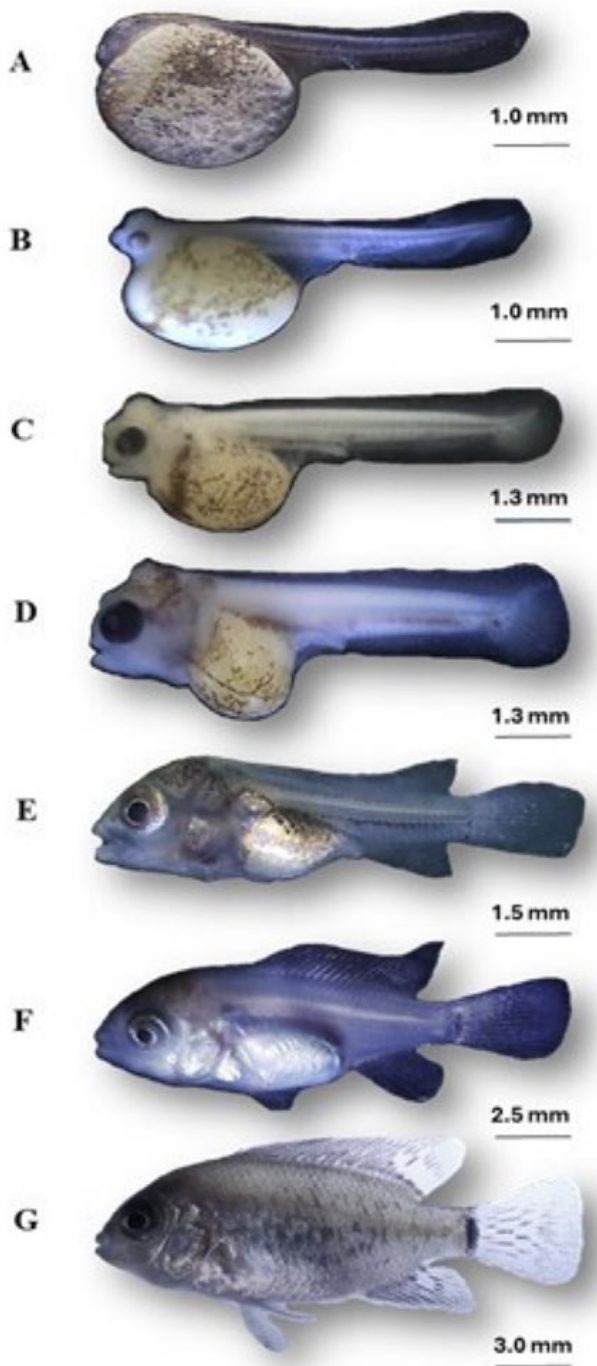


Fig. 4. Etapa de desarrollo larval y juveniles de *Cincelichthys pearsei* en Tenosique, Tabasco, México. A) larva recién eclosionada, B) larva en preflexión, 4 DPE., C) larva en flexión inicial 12 DPE y D) larva en flexión final, 15 DPE., E) larva en posflexión, 18 DPE., F) Juvenil temprano sin escamas en la piel y G) Juvenil completamente cubierto de escamas y con las características de fenotípica de la especie.

las escamas en el pedúnculo caudal y culmina cuando estas cubren completamente el cuerpo del alevín. Aletas completamente formadas y pigmentadas parcialmente, se encuentran desarrollados el esqueleto y los maxilares. Boca de labios gruesos, con dientes cónicos (Tabla III; Fig. 4F).

Juvenil 36 DPE: La mayoría los juveniles al alcanzado hasta 20 mm de longitud, la mayor parte del cuerpo está cubierto de escamas, siendo más visible pedúnculo caudal y partes laterales del cuerpo, con segmentos que figuran bandas transversales (n=4). Se aprecia un punto negro al finalizar el pedúnculo caudal, característico en la especie. Se observó iridiscencia en los opérculos y hacia la parte ventral del cuerpo, esta coloración va del color amarillo al color olivo

en la región dorsal, del cuerpo. Ojos y cristalino grandes de color pardo y contorno amarillo (Tabla III; Fig. 4G).

Durante el desarrollo embrionario y larva en *C. pearsei* los parámetros ambientales se mantuvieron estables, sin presentar efectos adversos. Esta información es relevante, ya que establece criterios de calidad del agua y contribuye a la implementación y manejo de biotécnicas, dentro de los parámetros más importantes está el pH de 6,64-7,6 (7,15±0,34), la temperatura 27,30-29,10 °C (28,18±13,54 °C), el amoníaco (NH₃) 0,0-0,1 mg/l (0,00-0,019 mg/l), el nitrito (NO₂) 0,10-1,60 mg/l (0,70±0,60 mg/l). El oxígeno fue suministrado artificialmente con un aireador regenerativo de 1/8 HP Sweetwater ®.

Tabla III. Caracteres morfométricos y merísticos de alevines y juveniles de *C. pearsei*

Caracteres (mm)	Fase	
	Prejuvenil	Juvenil
Longitud del cuerpo	10,54-14,13 (12,11±1,13)	15,44-20,06(16,98±2,66)
Ancho del cuerpo	2,18-4,92 (3,14 ± 0,60)	3,86-5,57 (4,45±0,96)
Longitud de la cabeza	3,49-4,29 (3,87-0,38)	4,06-6,12(4,89± 1,08)
Longitud de la boca	0,88-1,63 (1,15±0,21)	1,312,88 (1,87±0,87)
Diámetro del ojo	1,13-1,56 (1,29±0,10)	1,38-1,84 (1,59±0,23)
Longitud aleta pélvica	3,9	9,34
Longitud aleta dorsal	1,20-5,65 (4,65±1,57)	5,60-8,02 (6,50±1,31)
Longitud aleta pectoral	0, 57-0,90 (0,81±0,13)	2,7-2,97 (2,80±0,6)
Longitud aleta anal	1,72-2,40 (2,04±0,27)	2,29-3,26 (2,63±0,54)
Longitud aleta caudal	2,20-2,57 (2,39±0,18)	4,25
No. espinas aleta dorsal	16	16
No. espinas aleta anal	5	5
No. espinas pélvicas	1	1
No. radios aleta pélvica	6	6
No. radios aleta caudal	22	22
No. radios aleta dorsal	15	15
No. radios aleta anal	11	11
No. radios aleta pectoral	12	14

DISCUSIÓN

Este periodo de desarrollo implica una serie de transformaciones encaminadas a la adquisición de las características biológicas y ecológicas propias de la especie; y en muchos casos culmina con cambios de distribución y hábitos alimenticios (Zavala-Leal *et al.*, 2011). Tal es el caso del desarrollo embrionario y larval de la mojarra zacatera *C. pearsei* que presentó una ontogenia indirecta de los peces teleósteos, específicamente de peces cíclidos tales como *Haplochromis piceatus*; *Amphilophus xiloaensis*, *Vieja melanura*, *Oreochromis niloticus*, *Astatotilapia calliptera*, *Tropheops* sp y *Rhamphochromis* sp (de Jong *et al.*, 2009; Krotochwil *et al.*, 2015; Hernández-Hernández *et al.*, 2020; Marconi *et al.*, 2023; Olofintila *et al.*, 2024).

Los huevos embrionarios de *C. pearsei* presentaron una coloración amarilla y un diámetro similar a *Satanoperca*

pappaterra (1,93-2,18 mm; 2,05±0,07 mm) la cual es una especie endémica de la cuenca amazónica; difieren de la coloración y tamaño del cíclido guapote tigre *Parachromis managuensis* con huevos de color beige y un diámetro menor (1,48 mm), así como con la especie *Andinoacara rivulatus* que mostro una coloración amarillo-beige y un diámetro de 1,54 mm, y es diferente también a la especie *Symphysodon discus* que mostró una coloración ámbar y un diámetro de 1,49 mm, así como con el pez angel *Pterophyllum scalare* que presentó un diámetro máximo de 1,59 mm y de coloración similar a la especie antes mencionada o ligeramente pálido y llenos de gránulos de lípidos (etapa de cigoto) (Korzelecka-Orkisz, *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2015; Thilakarathne *et al.*, 2021; Piesiewicz *et al.*, 2024). Los huevos de *C. pearsei*, son adherentes con una sustancia adherente al sustrato, similar a las especies del género

Cichlasoma A. rivulatus, *S. discus* y *P. managuensis* de aguas del Sur y Centro América, respectivamente (Piesiewicz *et al.*, 2024). También con la especie nativa del sureste de México *Vieja melanura* y *Vieja fenestrata* (Hernández-Hernández *et al.*, 2020; Contreras-Tapia *et al.*, 2024).

El periodo y tiempo de desarrollo embrionario en *C. pearsei* difiere de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (6 días; 120 horas, pos-fertilización), que es cuando se ha completo la formación de las branquias (Fujimura & Okada, 2007). También, difiere del periodo de eclosión del Cíclido Midas *Amphilophus xiloaensis* (3 días, 50-60 horas); de la especie *P. scalare* pez ángel (3 días, 72 horas) y *Symphysodon aequifasciatus* pez disco (4 días, 93-94.5 horas) (Kratochwil, *et al.*, 2015; Mattos *et al.*, 2024).

La diferenciación embrionaria (segmentación) se da cuando el embrión entra en la etapa temprana de desarrollo, donde se observó la cabeza alojada y unida por encima al saco vitelino, así como los ojos, y un eje embrionario diferenciados, cola en forma de bulto, lo cual es característico de otras especies de cíclidos, tal como sucede en la especie *S. pappaterra* al ser más evidente el eje del embrión; este metamerismo sucede a las 28 horas de fertilización en el cíclido *Cichlasoma dimerus* (Meijide & Guerrero, 2000; Lopes *et al.*, 2015). Marconi *et al.* (2023) menciona que el embrión propiamente dicho se vuelve difícil de distinguir de los tejidos extraembrionarios circundantes y sus características no son fácilmente observables en embriones vivos. A la vez, Marconi *et al.* (2024) menciona el papel crucial de las diferencias en la expresión génica durante el desarrollo embrionario en la generación de variación fenotípica, particularmente en el grupo de células madre, que son clave y responsable de muchos rasgos adaptativos en los cíclidos.

Hacia el final del desarrollo embrionario de *C. pearsei* se destaca un embrión en etapa de embrión tardío (33 HPF), presentado un mayor desarrollo de ojos, cabeza donde se apreció la morfología de las glándulas adhesivas (tipo ventosas) en la parte frontal y apical, estas glándulas son características de algunos cíclidos como *S. pappaterra*, de la cuenca de los ríos Cuiabá y Manso, Paraguay (Lopes *et al.*, 2015), de *Andinoacara rivulatus*, *P. manguensis*, *Symphysodon discus* y *Nannacara anomala* observados en condiciones de laboratorio Facultad de Ciencias de la Alimentación y Pesca de la Universidad Tecnológica de Pomerania Occidental en Szczecin y el laboratorio acuario del Departamento de Pesca de Lagos y Ríos, en la Universidad de Warmia y Mazury, Olsztyn, Polonia, respectivamente (Piesiewicz *et al.*, 2024).

Las larvas recién eclosionadas de *C. pearsei* presentan similitud en tamaño en LT con otras especies del cíclidos.

Así como para la especie nativa del sureste mexicano *Vieja melanura*. La alimentación exógena comienza en *C. pearsei* a partir que la larva está en la fase de flexión final (12 DPE; 288 HPE) a diferencia de 144 horas en moga amarilla *Hypsophrys nicaraquensis* de Costarica; de *Vieja fenestrata* con 4 DPE; 96 HPE (Molina Arias, 2011; Contreras-Tapia, *et al.*, 2024).

Las glándulas de adhesión (n=6) en *C. pearsei* es órgano de fijación temporal que sirve para adherirse al sustrato en el hábitat en el que se desarrollan las larvas, esto es similar al de las especies antes mencionadas. Sin embargo, en el presente estudio, estas glándulas son utilizadas para forma cúmulos de larvas, al adherirse entre ellas en cualquier parte del cuerpo de su hermana larva, pero con mayor frecuencia en la región cefálica (cabezas). Conforme, transcurre el tiempo de desarrollo en las larvas, estas glándulas se van reabsorbiendo. La reducción de estas glándulas es similar que en la especie *H. nicaraquensis*, *Vieja melanura* en las cuales sucede en la larva en estadio de flexión final (Molina Arias, 2011; Hernández-Hernández *et al.*, 2020). Estas características, no están presentes en todas las especies de la familia Cichlidae, tal es caso de *Etoplus maculatus* originaria de Asia y con fines de acuariofilia, pez de agua dulce y salobre; así como en la de tilapia *Oreochromis niloticus*, *Rhamphochromis* sp., *Tropheops* sp. y *Astrotilapia calleptera* (Bindu & Padmakumar, 2012; Marconi *et al.*, 2023).

Respecto al desarrollo pigmentario, en el estadio de embrión temprano en *C. pearsei* comienzan a ser visible melanóforos, ubicados encima del saco de vitelo. Sin embargo, en el estadio tardío, próximo eclosionar el embrión, este incrementa en número y en tamaño, a manera de parches estrellados, en la región cefálica, diferenciando a la especie de sus otros congéneres. Por la presencia de cromatóforos durante el desarrollo embrionario y larvas da comienzo a la coloración de la piel. Con tonalidades oscuras (Melanóforos), marrones (Melanóforos) e Iridiscentes (Iridóforos), tanto en la cabeza, parte abdominal y caudal, se distinguen los pre-juveniles de *C. pearsei* en comparación con los de otros cíclidos tales como: *Amphilophus xiloaensis*; *Vieja melanura* (Kratochwi *et al.*, 2015; Hernández-Hernández, *et al.*, 2020). La coloración de estas especies contribuye a la divergencia fenotípica. Sin embargo, pueden presentarse variaciones en peces cíclidos como el caso de Costa Rica, específicamente en la reproducción de *Parachromis dovii* con xantismo durante su ontogenia (Gil-León & Angulo, 2021).

Respecto a los parámetros ambientales, en esta investigación no presentaron efectos adversos durante la ontogenias de *C. pearsei*. La temperatura registrada fue similar a los registrados para especie *Vieja melanura*, *Petenia*

splendida, *Mayaheros urophthalmus* del sureste mexicano (David-Ruales *et al.*, 2018; Hernández-Hernández *et al.*, 2020). Difiere con las temperatura registrada en la especie *Hypsophrys nicaraguensis* de Costa Rica; con *Oreochromis niloticus* de Bangladesh (Molina Arias, 2011; Siddique *et al.*, 2023) y con *Etroplus suratensis* (Bindu & Padmakumar, 2012). Respecto al pH promedio en *C. pearsei* 7.15, similar al de las especies *Oreochromis niloticus* y *Etroplus suratensis* (Bindu & Padmakumar, 2012; Siddique *et al.*, 2023). Sin embargo, difiere al pH registrado en *V. melanura*, registrado en el ciclido de acuario *Symphysodon aequifasciatus* (Mattos *et al.*, 2024). En la presente investigación no se registraron concentraciones de amonio, esta condición fue similar al de las especies arriba mencionadas, lo cual indica que se debe de tener condiciones óptimas de calidad de agua, con ello limpieza continua en los recipientes durante la ontogenia de las especies.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio constituyen los primero registrados para esta especie, proporcionan una descripción detallada del desarrollo embrionario y larvario de la mojarra zacatera *Cincelichthys pearsei*. Las larvas eclosionan aproximadamente 33 horas después de la fertilización, es decir, al segundo día. La reabsorción completa del saco vitelino ocurre a los 15 días post-eclosión. El pH promedio fue de 7.15 y la temperatura 28.18°C, condiciones que favorecieron tanto la ontogenia embrionaria como el desarrollo larval. Este aporte contribuye al manejo y la planeación biotécnica para el cultivo de la especie.

AGRADECIMIENTOS. A la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, al laboratorio de Acuicultura de especies nativas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, por el apoyo otorgado durante la realización del presente estudio. Al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, al PRODECTI convocatoria 2022 Generación y Aplicación de Conocimientos: economía Circular por el apoyo económico aportado para la generación de esta investigación.

HERNÁNDEZ-GÓMEZ, R. E.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, F. A.; VALENZUELA-CÓRDOVA, I.; CASTILLO-DOMÍNGUEZ, A. & MELGAR VALDES, C. E. Embryonic and larval development of *Cincelichthys pearsei* (Hubbs, 1936), (Perciformes: Cichlidae) in southeastern Mexico. *Int. J. Morphol.*, 43(5):1561-1570, 2025.

SUMMARY: The swamp cichlid or zacatera is an endemic species of the southeastern region of Mexico, which holds high commercial and cultural value due to the quality of its meat. Traditionally, this species has been an important nutritional resource for local populations. To contribute to the biological knowledge of

the species, the present research focused on the study of the early development of the swamp cichlid, describing both its embryonic and larval development. Morphological development and meristic characters were analyzed at different developmental stages, from the zygote to embryo hatching, and throughout the larval stages: newly hatched larva, preflexion larva, flexion larva, postflexion larva, pre-juvenile, and juvenile. The study was carried out through observation and measurement using microscopes and specialized software, following conventional criteria. Newly spawned eggs have a circular shape, which becomes oval as embryonic metamorphosis progresses, with sizes ranging from 1.8 to 2.4 mm. Embryonic development is completed within 2 days after spawning, while the larval stage lasts for 18 days post-hatching (DPH). Newly hatched larvae exhibited a total length (TL) of 4.46–5.80 mm; in the preflexion stage, TL ranged from 5.63 to 6.78 mm; in the flexion stage, from 6.49 to 8.84 mm; and in the postflexion stage, from 7.57 to 10.56 mm. Mouth opening occurs during the flexion stage, marking the beginning of exogenous feeding. Comparisons with other cichlids reveal differences in ontogenetic processes and variations in developmental timing. The recorded environmental parameters did not affect the embryonic or larval development of the species. This research provides valuable data for the basic biology and biotechnological management of this cichlid.

KEY WORDS: Cichlid; Freshwater; Ontogeny; Embryo; Larvae.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bindu, L. & Padmakumar, K. G. Breeding behaviour and embryonic development in the Orange chromide, *Etroplus maculatus* (Cichlidae, Bloch 1795). *J. Mar. Biol. Assoc. India*, 54(1):13-9, 2012.
- Contreras-Tapia, R. A.; Benítez-Díaz Mirón, M. I.; Garza Mouriño, G. & Castellanos-Páez, M. E. From hatching to juvenile: larval development of *Vieja fenestrata* (Teleostei: Cichlidae). *J. Fish Biol.*, 105(6):1588-602, 2024.
- David-Ruales, C. A.; Machado-Fracalossi, D. & Vásquez-Torres, W. Desarrollo temprano en larvas de peces: clave para el inicio de la alimentación exógena. *Rev. Lasallista Investig.*, 15(1):180-94, 2018.
- de Jong, I. M.; Witte, F. & Richardson, M. K. Developmental stages until hatching of the Lake Victoria cichlid *Haplochromis piceatus* (Teleostei: Cichlidae). *J. Morphol.*, 270(5):519-35, 2009.
- Diario Oficial de la Unión Europea. *Directiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo y del Consejo*. Diario Oficial de la Unión Europea, 2010. pp.33-79.
- Froese, R. & Pauly, D. (Eds.). *FishBase*. Web Site, FishBase, 2025. Disponible en: www.fishbase.org
- Fujimura, K. & Okada, N. Development of the embryo, larva and early juvenile of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). Developmental staging system. *Dev. Growth Differ.*, 49(4):301-24, 2007.
- Gil-León, J. S. & Angulo, A. Xantismo en peces cíclidos (Cichliformes: Cichlidae) costarricenses, y variación ontogenética en *Parachromis dovii*. *Cuad. Investig. UNED*, 13(1):1-15, 2021.
- Hernández-Hernández, F. A.; Hernández-Gómez, R. E.; Valenzuela-Córdova, I.; Perera-García, M. A. & Cuenca-Soria, C. A. Desarrollo embrionario y larval de la mojarra paleta *Vieja melanura* (Günther, 1862) del sureste mexicano. *Ecosistemas Recur. Agropecuarios*, 7(3):e2686, 2020.
- Korzelecka-Orkisz, A.; Szalast, Z.; Pawlos, D.; Smaruj, I.; Tański, A.; Szulc, J. & Formicki, K. Early ontogenesis of the angelfish, *Pterophyllum scalare* Schultze, 1823 (Cichlidae). *Neotrop. Ichthyol.*, 10(3):567-76, 2012.

- Kratochwil, C. F.; Sefton, M. M. & Meyer, A. Embryonic and larval development in the Midas cichlid fish species flock (*Amphilophus* spp.): a new evo-devo model for the investigation of adaptive novelties and species differences. *BMC Dev. Biol.*, 15:12, 2015.
- Lopes, T. M.; Garcia de Oliveira, F.; Bialecki, A. & Agostinho, A. A. Early development in the mouth-brooding cichlid fish *Satanoperca pappaterra* (Perciformes: Cichlidae). *Rev. Biol. Trop.*, 63(1):139-53, 2015.
- Lyons, T. J. *Cinzelichthys pearsei*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2019:e.T192885A2179640, 2019. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T192885A2179640.en>
- Marconi, A.; Vernaz, G.; Karunaratna, A.; Ngochera, M. J.; Durbin, R. & Santos, M. E. Genetic and developmental divergence in the neural crest program between cichlid fish species. *Mol. Biol. Evol.*, 41(11):msae217, 2024.
- Marconi, A.; Yang, C. Z.; McKay, S. & Santos, M. E. Morphological and temporal variation in early embryogenesis contributes to species divergence in Malawi cichlid fishes. *Evol. Dev.*, 25(2):170-93, 2023.
- Mattos, D. D. C.; Cardoso, L. D.; Oliveira, A. T.; Screnci-Ribeiro, R.; Mattos, B. O.; Aride, P. H. R.; Radael, M. C.; Motta, J. H. S. & Vidal, M. V. Effect of temperature on the embryonic and larvae development of discus fish *Symphysodon aequifasciatus* and time of first feeding. *Zygote*, 32(4):279-84, 2024.
- Meijide, F. J. & Guerrero, G. A. Embryonic and larval development of a substrate-brooding cichlid *Cichlasoma dimerus* (Heckel, 1840) under laboratory conditions. *J. Zool.*, 252(4):481-93, 2000.
- Molina Arias, A. Larval development of *Hypsophrys nicaraguensis* Pisces: Cichlidae) under laboratory conditions. *Rev. Biol. Trop.*, 59(4):1679-84, 2011.
- Ortiz-Ramírez, F. A.; Mejía-Ladino, L. M. & Acero, A. P. Descripción de huevos y estadios larvales tempranos del pez rana *Antennarius striatus* (Shaw, 1794) en estado de cautiverio, con notas sobre su mecanismo de reproducción. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 40(1):23-31, 2005.
- Piesiewicz, R.; Krzystolik, J.; Korzelecka-Orkisz, A.; Tański, A. & Formicki, K. Early ontogeny of cichlids using selected species as examples. *Animals*, 14(8):1238, 2024.
- Santos, M. E.; Lopes, J. F. & Kratochwil, C. F. East African cichlid fishes. *Evodevo*, 14(1):1, 2023.
- Siddique, M. A. B.; Mahalder, B.; Haque, M. M.; Bashar, A.; Hasan, M. M.; Shohan, M. H.; Talukdar, M. M. N.; Biswas, J. C. & Ahammad, A. K. S. Assessment of embryonic and larval development of Nile tilapia under the traditional and re-circulatory thermostatic system in relation to climatic and water quality variations. *Aquac. J.*, 3(2):70-89, 2023.
- Torres-Tabares, A.; Velasco-Santamaría, Y. M. & Ramírez-Merlano, J. A. Características morfológicas, morfométricas, merísticas y manejo de la primera alimentación de larvas de escalafón (*Pterophyllum altum*) (Pellegrin, 1903). *Orinoquia*, 18(Suppl. 1):183-92, 2014.
- World Organisation for Animal Health (WOAH). *Código Sanitario para los Animales Acuáticos*. Web Site. World Organisation for Animal Health (WOAH), 2024. Disponible en: https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-acuatico/?id=169&L=1&htmlfile=titre_1.7.htm
- Zavala-Leal, I. S.; Dumas-Lapage & Peña-Martínez, R. Organogénesis durante el período larval en peces. *CICIMAR Ocean.*, 26:19-30, 2011.

Autor de correspondencia:

Raúl E. Hernández-Gómez
División Académica Multidisciplinaria de los Ríos
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Col. Solidaridad, Tenosique-Estapilla Km. 1
CP 86900
Tabasco
MÉXICO

E-mail: raul.hernandez@ujat.mx