

**CARACTERÍSTICAS MERÍSTICAS Y MORFOLÓGICAS DEL NICURO
(*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840), DURANTE EL DESARROLLO
LARVAL**

GABRIEL YOVANY MORENO CORTES
Código. 121002546

TRABAJO DE GRADO (TESIS) PARA OPTAR A EL TÍTULO DE MÉDICO
VETERINARIO ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES
PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO-META
2017

**CARACTERÍSTICAS MERÍSTICAS Y MORFOLÓGICAS DEL NICURO
(*Pimelodus blochii Valenciennes, 1840*), DURANTE EL DESARROLLO
LARVAL**

GABRIEL YOVANY MORENO CORTES
Código. 121002546

TRABAJO DE GRADO (TESIS) PARA OPTAR A EL TÍTULO DE MÉDICO
VETERINARIO ZOOTECNISTA

GRUPO DE INVESTIGACIÓN SOBRE REPRODUCCIÓN Y TOXICOLOGÍA DE
ORGANISMOS ACUÁTICOS- GRITOX

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS DE LA CUENCA
ORINOQUIA

JUAN ANTONIO RAMÍREZ MERLANO
Msc EN ACUICULTURA
DIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO- META
2017

Nota de aceptación.

JUAN ANTONIO RAMÍREZ MERLANO
DIRECTOR

TATIANA MARÍA MIRA LÓPEZ.
JURADO.

JOSÉ ARIEL RODRÍGUEZ PULIDO.
JURADO.

Agradecimientos

A Dios por darme la oportunidad de culminar con éxito este trabajo, que tuvo un aporte significativo tanto como profesional como persona. A la UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS y al GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN REPRODUCCIÓN Y TOXICOLOGÍA DE ORGANISMOS ACUÁTICOS (GRITOX), pues gracias a sus instalaciones, personal de apoyo y actividades (Club de revista, seminarios, charlas de actualización, etc) permitieron el enriquecimiento personal y la culminación satisfactoria del trabajo.

A mi director Juan Antonio Ramírez Merlano, con su dedicación, paciencia y consejos; y a mis jurados Tatiana María Mira López y José Ariel Rodríguez Pulido, con su conocimiento y consejos han llevado a que adquiriera un gusto por el área de larvicultura.

Agradezco a mis padres, Sandra Cortes y Nelson Moreno, y a mi hermanita, Sara Moreno, por su apoyo incondicional durante la carrera de pregrado y por ser parte de mi desarrollo personal, ya que han sido siempre ejemplos de vida y me han motivado a cumplir mis metas. Además, a mis colegas y amigos, por su apoyo, consejos, retos y alegrías a lo largo de este pregrado.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivo general.	11
2.2. Objetivos específicos.	11
3. REVISIÓN DE LITERATURA.	12
3.1. Generalidades del Nicuro (Pimelodus blochii Valenciennes, 1840).....	12
3.2. Características reproductivas del nicuro.	12
3.3. Características específicas de la fase larvaria.	12
3.4. Importancia de los estudios del desarrollo larval en peces.	13
4. METODOLOGÍA.....	15
4.1. Localización y descripción del área de estudio.	15
4.2. Material biológico.....	15
4.3. Toma de muestras.....	15
4.4. Evaluación de las características merísticas durante la fase larvaria.....	15
4.5. Evaluación de las características morfológicas y morfométricas durante la fase larvaria.	16
4.6. Análisis estadístico.	18
5. RESULTADOS.....	19
6. DISCUSIÓN.....	26
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
8. BIBLIOGRAFÍA.....	29

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Identificación de miómeros pre y post anales en larvas de 26HPE de *P. blochii* (flechas naranjas y rojas respectivamente) (1,5X).20
- FIGURA 2:** Medición de longitud total (LT), notocordal (LN) y Volumen del saco vitelino en larva de *P. blochii* de 3HPE. (2X).....21
- FIGURA 3:** Parte posterior de una larva de *P. blochii* de 20HPE. Las flechas indican los miómeros posteriores al ano. (4x).....23
- FIGURA 4:** Parte anterior de una larva de *P. blochii* de 20HPE. Las flechas indican los miómeros anteriores al ano (3x).23
- FIGURA 5:** Eventos observados durante el desarrollo larval del *P. blochii*.25
- FIGURA 6:** Modelo de crecimiento en Longitud total (mm) con relación al tiempo de eclosión de larvas nicuro (*P. blochii*) Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo26
- FIGURA 7:** Modelo de crecimiento notocordal (mm) con relación al tiempo de eclosión de larvas nicuro (*P. blochii*) Valores expresado como promedio. n=15 larvas por muestreo..26
- FIGURA 8:** Cambios en la altura del cuerpo durante el desarrollo larval del *P. blochii*. Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo.....27
- FIGURA 9:** Modelo de crecimiento del ojo en larvas de *P. blochii*., hasta las 31HPE. Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo.....27
- FIGURA10:** Modelo de crecimiento de la cabeza durante el desarrollo larval de *P. blochii*. Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo.....28
- FIGURA 11:** Variación del volumen (mm³) y porcentaje de reabsorción del saco vitelino en larvas de *P. blochii* durante la fase larvaria. Valores expresados como promedio. n=15 ..28
- FIGURA 12:** Formación de la boca en larvas de *P. blochii*.29

RESUMEN

En Colombia, la investigación en siluridos, especialmente de la familia Pimelodidae, se ha limitado a la ejecución de trabajos sobre aspectos de su biología básica y al desarrollo de protocolos para su reproducción inducida en cautiverio, dejando grandes vacíos en el manejo de incubación y larvicultura. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo larval del nicuro *Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840, identificando los cambios morfológicos y variables merísticas durante las 31 horas post eclosión. Para esto se realizó un muestreo al aleatorio de larvas, cada hora, desde la eclosión (0 horas post eclosión "HPE") hasta las 31 HPE. Se registraron mediciones de la Longitud total (LT), Longitud notocordal (LN), Numero de miómeros totales (NM), Altura de cuerpo (HC), Diámetro de ojo (DO); Longitud de cabeza (LC). Se analizaron 480 larvas, que eclosionaron a $26,5 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$, pH $6,8 \pm 0,4$ y una concentración de oxígeno de $5,8 \pm 0,5\text{mg/L}$, siendo traslúcidas, de cuerpo alargado y recto, empezándose a observar esbozos de vesícula óptica, bulbo olfatorio, vesícula ótica, ano, miómeros, aleta caudal primigenia y notocorda. Las mediciones dadas desde las 0 HPE hasta las 31 HPE, para la Longitud total estuvieron entre $2,312 \pm 0,18$ mm a $4,342 \pm 0,14$ mm, Longitud notocordal entre $1,872 \pm 0,14$ a $3,945 \pm 0,08$ mm, Longitud de cabeza entre $0,612 \pm 0,05$ a $0,728 \pm 0,01$ mm, Diámetro del ojo entre $0,108 \pm 0,02$ a $0,089 \pm 0,01\text{mm}$ y Altura del cuerpo fue entre $0,215 \pm 0,03$ a $0,307 \pm 0,02$ mm. Además de estas medidas se obtuvo un volumen de saco vitelino que vario $0,0995$ a $0,2638 \text{mm}^3$, respectivamente desde las 0HPE hasta las 31HPE, siendo evidente desde la eclosión hasta las 31 horas post eclosión, en donde su reabsorción fue del 98,3%. Sin embargo, solo hasta las 24 HPE con un 88% de reabsorción del saco vitelino y la mayor pigmentación del ojo, se inició la alimentación exógena con una abertura bucal de $0,408$ a $0,473$ mm. Los resultados obtenidos muestran el rápido desarrollo larval del *P.blochii*, con respecto a otras especies de la misma familia, permitiendo conocer el momento exacto del inicio de la alimentación exógena hacia las 24HPE, lo que hace posible el suministro de alimento adecuado (en tamaño $448 \pm 18 \mu\text{m}$ y textura de partícula), para disminuir las altas mortalidades que se presentan es esta etapa.

Palabras claves: silúridos, morfología, morfometria, larvas.

ABSTRACT

Research on silurids in Colombia, especially the Pimelodidae family, has been limited to the execution of works on aspects of their basic biology and to the development of protocols for captive-induced reproduction, leaving large gaps in incubation and larviculture. The objective of this work was to evaluate the larval development of *Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840, identifying morphological changes and meristic variables during the 31 hours post hatching. A random sampling of larvae was carried out every hour, starting at hatching (0 hours post hatching "HPE") until 31 HPE. Total length (LT), notochordal length (LN), number of total myomeres (NM), body height (HC), eye diameter (OD) and head length (LC) were measured and recorded. A total of 480 larvae, which hatched at 26.5 ± 0.8 ° C, pH 6.8 ± 0.4 and an oxygen concentration of 5.8 ± 0.5 mg / L were analyzed. Morphologically they were translucent, with elongated and straight body, they showed initial evidences of optic vesicle, olfactory bulb, otoliths, anus, myomeres, primordial caudal fin and notochord. Measurements given from 0 HPE to 31 HPE for total length were between $2,312 \pm 0,18$ mm a $4,342 \pm 0,14$ mm, notochordal length between $1,872 \pm 0,14$ a $3,945 \pm 0,08$ mm, head length between $0,612 \pm 0,05$ a $0,728 \pm 0,01$ mm, eye diameter between $0,108 \pm 0,02$ a $0,089 \pm 0,01$ mm and body height Was between $0,215 \pm 0,03$ a $0,307 \pm 0,02$ mm. In addition to these measurements a yolk sac volume ranging from 0,0995 to 0,2638 mm³, respectively from 0 HPE to 31 HPE, was obtained from hatching to 31 h post hatching, where the resorption was 98, 3%. However, exogenous feeding with a mouth opening of 0,408 a 0,473 mm was initiated only until 24 hrs with 88% yolk sac reabsorption and increased pigmentation of the eye. The results show the rapid larval development of *P.blochii*, with respect to other species of the same family, allowing to know the exact moment of the beginning of the exogenous feeding towards the 24 HPE, which makes possible the supply of adequate food (in size 448 ± 18 μm And particle texture) for diminish the high mortalities that are presented at this stage.

Key words: silurids, morphology, morphometry, larvae.

1. INTRODUCCIÓN

El nicuro (*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840) es una especie de la familia Pimelodidae, que en Colombia habita las cuencas de los ríos Magdalena, Amazonas, Orinoco, Esequibo, Cauca, Sinú, San Jorge, Cesar, Atrato y Baudó (Burgess, 1989; Babarino y Taphorn, 1995; Maldonado *et al.*, 2005)., caracterizándose por ser una especie omnívora con preferencia de insectos (larvas, ninfas, imagos y exuvias) y crustáceos (copépodos, ostrácodos, cladóceros y camarones) (Maldonado *et al.*, 2005).

La investigación con silúridos en Colombia, especialmente de la familia Pimelodidae, se ha limitado a la ejecución de trabajos sobre aspectos de su biología básica y al desarrollo de protocolos para su reproducción inducida bajo condiciones de cautiverio; pero, hasta el presente, ninguna de las especies de este grupo dispone de un paquete tecnológico para su cultivo a escala comercial, encontrándose aún grandes vacíos especialmente para el manejo de su incubación y larvicultura (Valbuena *et al.*, 2012); pese a que la carne de estos silúridos es muy apetecida en el país; conllevando a una actividad pesquera indiscriminada (sobrepesca y utilización de métodos y medios de captura inadecuados), y con sigilo el deterioro de los hábitats de estas especies, causando una dramática disminución de las poblaciones naturales y por consiguiente de los volúmenes de captura (CCI, 2006), como en el caso del río Sinú en donde en el 2012 la captura de nicuro era de 31.802 kg, pasando en el 2013 a tan solo 450 kg (AUNAP-UNIMAGDALENA, 2012 y 2013). Razón por la cual, para seguir garantizando la sobrevivencia y consumo de esta especie, se hace necesaria la comprensión de los distintos comportamientos y hábitos alimenticios que permitan el suministro de alimento adecuado durante esta etapa y así evitar las altas mortalidades que se presentan cuando el saco vitelino es absorbido por el organismo (Miller *et al.*, 1988, Bochdansky *et al.*, 2008).

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, como también a la falta de desarrollo de métodos adecuados de alimentación durante la etapa larvaria (Lazo, 2000; Portella *et al.*, 2000; Tesser, 2002), puesto que la selectividad de alimento está condicionada según el tamaño del boca o apertura bucal del depredador y palatabilidad de las presas, lo cual influye en el desarrollo del organismo ampliando su espectro trófico o bien variando el número de presas ingeridas a lo largo del desarrollo larval. Por lo tanto, se deben relacionar las distintas variables fisiológicas y de comportamiento intrínseco de cada especie para establecer la selección del alimento necesaria para las larvas (Ochoa, 2013).

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 y Lima, 2000; Nakatani *et al.*, 2001), que eviten por ejemplo, la alta tasa de canibalismo observada en peces de cultivo, que se debe con frecuencia a alimento insuficiente y un régimen de alimentación inadecuada, lo que demuestra la importancia de estudiar el desarrollo larvario (Appelbaum y McGeer, 1998). Por ello y basados en la importancia que tiene el desarrollo larval como una herramienta invaluable que permite establecer el mejor tipo de alimento y reducir el porcentaje de mortalidad; se propone evaluar el desarrollo larval del nicuro (*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840), identificando los cambios morfológicos y variables merísticas durante las 31 horas post eclosión.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

Describir las variables merísticas y morfológicas del Nicuro (*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840), durante su desarrollo larval, como una herramienta para la implementación de estrategias adecuadas para su larvicultura.

2.2. Objetivos específicos.

- Describir aspectos de la morfología del desarrollo larval del Nicuro (*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840) desde la eclosión (0 horas post eclosion "HPE") hasta las 31 HPE.
- Determinar algunas características morfométricas y merísticas de larvas de Nicuro (*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840).
- Evaluar el crecimiento longitudinal (talla) del Nicuro (*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840), desde la eclosión (0 horas post eclosión "HPE") hasta las 31 HPE.

3. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1. Generalidades del Nicuro (*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840).

Dentro de los siluridos, en la familia Pimelodidae se agrupa la mayoría de bagres migratorios, los cuales tienen gran importancia en las pesquerías neo tropicales (Salinas y Agudelo, 2000; Carolsfeld y Harvey, 2003; Lasso *et al.*, 2004; 2011). La especie *Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840, conocida comúnmente como: nicuro, chorrosco, barbudo (Pimelodidae), se clasifica dentro de los pequeños bagres, quienes se distribuye en los Rios Magdalena, Amazonas, Orinoco, Esequibo, Cauca, Sinú, San Jorge, Cesar, Atrato y Baudó (Burgess, 1989; Babarino y Taphorn, 1995; Maldonado *et al.*, 2005). caracterizándose por ser una especie omnívora con preferencia de insectos (larvas, ninfas, imagos y exuvias) y crustáceos (copépodos, ostrácodos, cladóceros y camarones) (Maldonado *et al.*, 2005).

Es identificada como una especie migratoria, cuyo comportamiento trófico y reproductivo, al igual que el de otras especies de su género, está asociado en parte, con la dinámica hidrológica de los sistemas donde se presenta (Prada-Pedreras, 2003). Esto permite considerar a esta especie como un ejemplar óptimo para explotaciones piscícolas regionales y modelo ideal para ensayos de reproducción en cautiverio (Rodríguez *et al.*, 2004).

3.2. Características reproductivas del nicuro.

El nicuro es una especie que obtiene su madurez sexual, para el caso de las hembras, cuando presentan tallas entre los 13.2 y 21.6 cm de longitud estándar, siendo el mes de octubre el de mayor prevalencia de hembras maduras. Sin embargo, la mayoría de las especies de peces tropicales de agua dulce, de interés comercial como el nicuro *P. blochii*, son reofílicos, y por lo tanto precisan migrar para poder reproducirse, evento asociado a los periodos de lluvia, provocando disfunciones reproductivas cuando son mantenidos en cautiverio (Leonardo *et al.*, 2006). Estas disfunciones reproductivas, son el resultado probablemente de la combinación del estrés generado por el cautiverio y la pérdida de las condiciones ambientales apropiadas para su reproducción natural (Zohar *et al.*, 2001). Informaciones sobre el comportamiento reproductivo de nicuro, en su hábitat natural y en ambientes confinados son escasas y para que la producción de sus progenies tenga éxito es necesario el uso de sustancias hormonales para inducir la maduración final y ovulación (Ramírez *et al.*, 2013).

3.3. Características específicas de la fase larvaria.

La fase larvaria se refiere al periodo que va desde la eclosión de la larva hasta la aparición de todos los radios de las aletas, donde el individuo tiene las mismas características de un adulto. Uno de los eventos fundamentales en el desarrollo de la mayoría de los peces, es la flexión de la notocorda, que está acompañada por la

formación hipocordal de la aleta caudal homocerca, permitiendo la división del periodo larval en tres estadios: preflexión, flexión y posflexión. Entre ellos, el más importante es el estadio de flexión, la cual está acompañado por la rápida formación de los radios de las aletas, cambios en el cuerpo, forma, locomoción y técnicas de alimentación. También se reconocen estadios como: larva sacovitelinica (entre la eclosión y la absorción del saco vitelino) y estadio de transformación (cuando deja sus características de larva, empieza a ser un pez miniatura y desarrolla todas sus características de nado) (Kendall *et al.*, 1984)

En especies lecitotróficas, el grado de desarrollo en que eclosionan y la duración del periodo larval varia demasiado. En la barbilla (*Rhamdia sebae*) la fase larval tiene un periodo de 72 horas (Villamil *et al.*, 2004, Rúaes *et al.*, 2009), mientras en el capaz (*Pimelodus grosskopfii*) dura 50 horas (Valbuena *et al.*, 2013); coincidiendo estos tiempos con la máxima apertura bucal y el comienzo de la alimentación exógena.

Una vez eclosionadas las larvas, éstas inician su evolución con el desarrollo y crecimiento alométrico que afectan las estructuras y órganos, tal crecimiento es característico de cada especie y reflejan las prioridades de alimentación, locomoción, y respiración, todo en relación con el tamaño del individuo y las circunstancias ambientales de cada momento. El cambio de alimentación endógena a exógena, por supuesto implica cierto grado de desarrollo de los órganos y los músculos de tal manera que permitan al individuo perseguir, capturar e ingerir la presa (Osse y Van den Boogaarr, 1995; Verreth, 1997).

3.4. Importancia de los estudios del desarrollo larval en peces.

Dentro del desarrollo larval es importante la comprensión del comportamiento y hábitos alimentarios en larvas de peces permite conocer cómo se desarrolla el organismo en el medio que habita y cómo se relacionan las distintas especies que comparten una misma área (especies simpátricas). De esta manera, se puede establecer la importancia que presentan en el nicho trófico, aportando al conocimiento sobre la estrategia alimentaria de las distintas especies presentes en determinadas comunidades (Hunter 1980, Herrera y Balbontín 1983, Elliot *et al.*, 2007).

No obstante los estados tempranos de vida en peces presentan un período crítico, donde la disponibilidad de alimento presente en el ambiente es importante, debido a que se genera una alta mortalidad cuando el vitelo es absorbido por el organismo y la oferta de recursos alimentarios es baja, provocando problemas en el reclutamiento del stock (Hunter 1980, Miller *et al.*, 1988, Houde 1989, Bochdansky *et al.*, 2008) Por lo tanto en los estados tempranos de vida, es necesario evaluar otras variables que pueden afectar la sobrevivencia o el desarrollo larval y tienen relación con el alimento, tales como: valor nutricional, distribución temporal y espacial y tamaño de las presas (Scura y Jerde, 1977). La selectividad del alimento disponible está condicionada según el tamaño de la boca del depredador y palatabilidad de las presas, lo cual influye en el desarrollo del organismo ampliando su espectro trófico o bien variando los grupos de

organismos (presas) ingeridas a lo largo del desarrollo larval. Por lo tanto, se deben relacionar las distintas variables fisiológicas y de comportamiento intrínseco de cada especie para establecer la selección del alimento ejercida por las larvas (Ochoa, 2013). Igualmente, las variables físicas y químicas presentes en el agua (temperatura, salinidad, luz y turbulencia, (Bochdansky *et al.*, 2008) afectan la distribución espacio-temporal del alimento y a su vez a la de los organismos que depredan sobre ellos, influyendo en la tasa de encuentro entre el predador y la presa, formando agregaciones de alimento en estratos de la columna de agua determinados por dichas variables (Hillgruber *et al.*, 1995).

4. METODOLOGÍA.

4.1. Localización y descripción del área de estudio.

El estudio fue realizado en el Laboratorio de Reproducción y Crioconservación del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos (IALL), localizado en el kilómetro 12 vía a Puerto López, vereda Barcelona del municipio de Villavicencio (Meta-Colombia), ubicado a 418 m.s.n.m. Las condiciones climáticas de la región son características de un clima tropical húmedo, con temperatura promedio de 25°C, precipitación anual promedio de 4.050 mm y promedio de humedad relativa de 75%.

4.2. Material biológico.

Las larvas de nicuro *P. blochii* para evaluar crecimiento y desarrollo, fueron obtenidas mediante reproducción artificial de ejemplares sexualmente maduros, usando un protocolo inducción hormonal (Ovaprim® dosis única) de acuerdo con Ramírez *et al.*, (2013). Posteriormente a la seminación en seco, los embriones fueron trasladados a incubadoras cilíndrico-cónicas de flujo ascendente, donde fueron dejados hasta su eclosión; momento en el cual las larvas se alojaron en acuarios de vidrio con capacidad de 40lt y aireación constante, conservando una temperatura promedio de 26,5±0,8 °C, pH 6,8±0,4 y una concentración de oxígeno de 5,8± 0,5mg/L. Las larvas fueron alimentadas con nauplios de artemia salina recién eclosionada, cuatro veces al día, desde el momento de la siembra en los acuarios hasta la finalización de los experimentos.

4.3. Toma de muestras.

Durante la etapa larvaria, cada hora a partir de la eclosión (0 horas post eclosión "HPE") hasta las 31 HPE donde se observó una reabsorción del saco vitelino mayor al 90%, se colectaron 15 muestras de larvas al azar cada hora, las cuales fueron fijadas en formol al 4% (pH7)] (Potthoff, 1984), para su posterior registro con ayuda de una cámara digital (Nikon M331E) dispuesta en un estereomicroscopio (Nikon SMZ800). Todas las imágenes fueron analizadas con el programa computacional analizador de imágenes (NIKON, ACT-2U Imaging Software, Japón), que junto al programa ImageJ 1.05i (software libre) permitieron la evaluación de cada una de estas medidas

4.4. Evaluación de las características merísticas durante la fase larvaria.

Como el desarrollo larval comprende la caracterización del individuo, que no solo está dada por las características morfométricas, si no por las merísticas; y en

busca de poder identificar y diferenciar larvas de una especie u otra, se tomaron las siguientes variables merísticas:

Número total de miómeros (NM): determinado por el número de miómeros desde la porción ósea del opérculo hasta la aleta primigenia (Nakatani *et al.*, 2001)

Número de miómeros pre-ano y pos-ano: determinado por el número de miómeros desde la porción ósea del opérculo hasta el ano y desde el ano hasta la aleta primigenia, respectivamente (Nakatani *et al.*, 2001), como lo muestra la FIGURA 1.

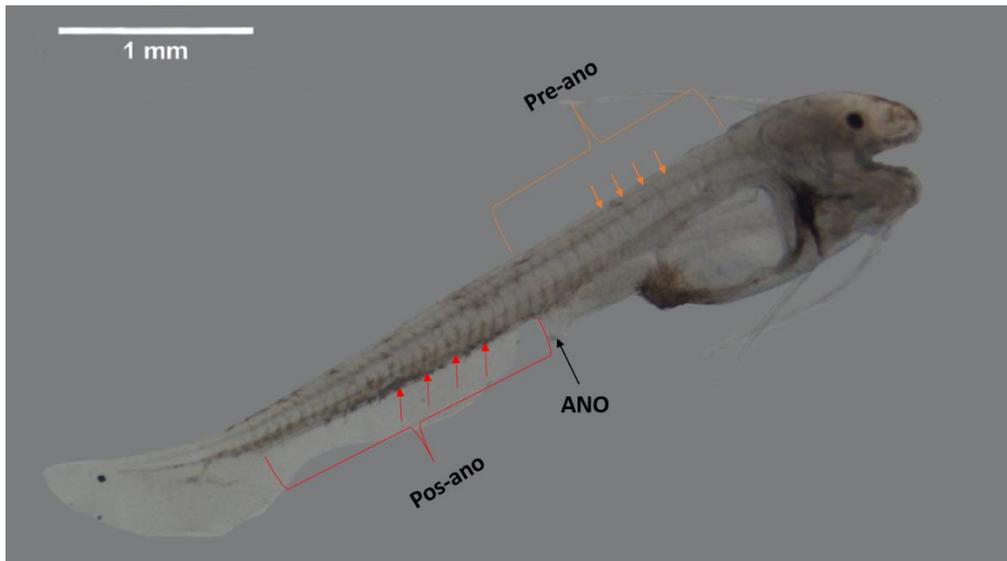


FIGURA 1: Identificación de miómeros pre y pos anales en larvas de 26HPE de *P. blochii* (flechas naranjas y rojas respectivamente) (1,5X).

4.5. Evaluación de las características morfológicas y morfométricas durante la fase larvaria.

En la evaluación del desarrollo larval, se observaron y registraron los cambios o apariciones de órganos y estructuras tales como el digestivo, muscular, respiratorio y circulatorio. Adicional a esto se registraron las siguientes características morfométricas:

Longitud total (LT) = distancia entre el extremo anterior de la cabeza hasta el final de la aleta primigenia en mm (FIGURA 2).

Longitud notocordal (LN)= distancia entre el extremo anterior de la cabeza hasta el final de la notocorda en mm (FIGURA 2).

Volumen del saco vitelino (VV): Durante la fase larvaria del *Nicuro* se calculó el volumen del saco vitelino cada HPE hasta su reabsorción. Para este propósito se utilizó la fórmula descrita por Junqueira (1999), así:

$$VV = [(\pi/6) \times L \times H^2]$$

Dónde: **L** = largo y **H** = altura; ambas longitudes fueron expresadas en milímetros (mm) y el volumen en milímetros cúbicos (mm³). (FIGURA 2).

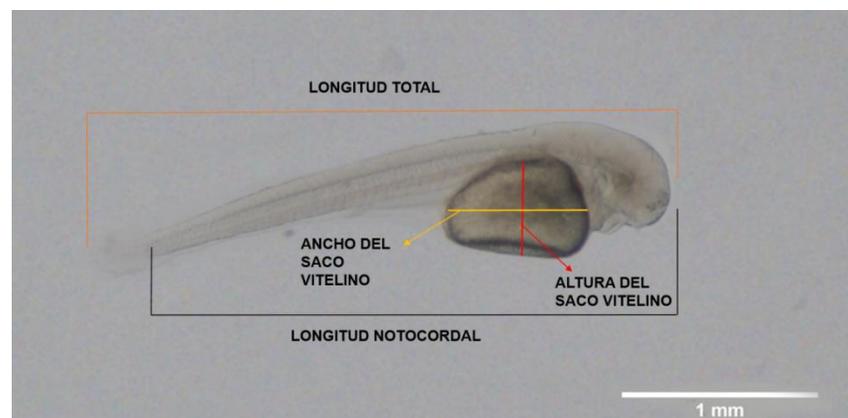


FIGURA 2: Medición de longitud total (LT), notocordal (LN) y Volumen del saco vitelino en larva de *P. blochii* de 3HPE. (2X).

Reabsorción del saco vitelino: Para este caso, el porcentaje de reabsorción del saco vitelino (RV), se determinó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$RV = Vm \times 100/Vi$$

Dónde: **RV:** Porcentaje de reabsorción del saco vitelino, **Vm:** Volumen del saco vitelino (mm³) de la larva a la hora de muestreo y **Vi:** Volumen del saco vitelino (mm³) de la larva recién eclosionada.

Abertura máxima bucal (Amb): Para este propósito, se realizó un seguimiento de la apertura de la boca, desde su inicio hasta que alcanzó la apertura máxima (Amb), considerando un ángulo de 90°, empleando la ecuación de Shirota (1970), así:

$$Amb = LMS \times \sqrt{2}$$

Dónde: Amb: Abertura máxima de la boca y **LMS:** Longitud (μm) máxima del maxilar superior.

Diámetro de ojo (DO): diámetro del ojo medido horizontalmente en mm (Britski *et al.*, 1988).

Longitud de cabeza (LC): distancia de la punta del hocico hasta la porción ósea del opérculo en mm (Britski *et al.*, 1988).

Altura del cuerpo (HC): distancia entre los extremos dorsal y ventral del cuerpo. Esta medida fue tomada posterior al ano en mm (Britski *et al.*, 1988).

4.6. Análisis estadístico.

Se empleó un análisis de tipo descriptivo. Las variables analizadas, se expresaron como media \pm error estándar de la media (SEM). Los datos fueron analizados con el software Microsoft Excel 2016 y GraphPad PRISM versión 5.01.

5. RESULTADOS.

Características merísticas

Número total de miómeros (NM): las larvas de *P. blochii* mostraron en su longitud total un número entre 23 y 39 miómeros que empiezan a ser visibles desde las 5 HPE y se van desarrollando cada vez más a medida que se desarrolla la larva. El número de miómeros antes del ano son aproximadamente 15 y posterior al ano alrededor de 21 (FIGURA 3 y 4).

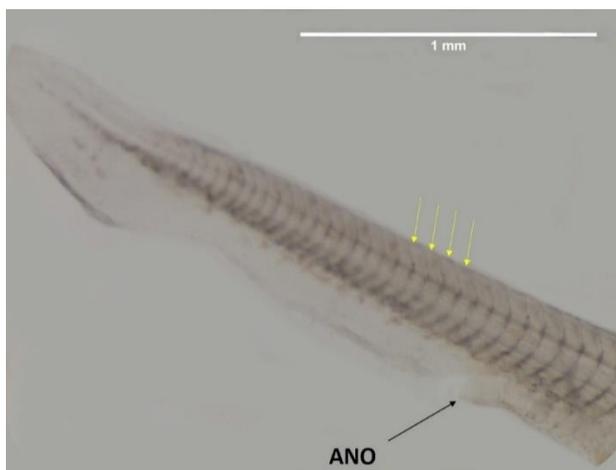


FIGURA 3: Parte posterior de una larva de *P. blochii* de 20HPE. Las flechas indican los miómeros posteriores al ano. (4x).



FIGURA 4: Parte anterior de una larva de *P. blochii* de 20HPE. Las flechas indican los miómeros anteriores al ano (3x).

Desarrollo larval.

Las larvas recién eclosionadas de *Pimelodus blochii* a $26,5 \pm 0,8$ °C, pH $6,8 \pm 0,4$ y una concentración de oxígeno de $5,8 \pm 0,5$ mg/L, eran traslucidas, de cuerpo alargado y recto. En éstas ya se empiezan a observar esbozos de vesícula óptica, bulbo olfatorio, vesícula ótica, ano, miómeros, aleta primigenia y notocorda.

La vesícula óptica desde su eclosión, es ovoide, difícil de diferenciar debido a que es del mismo color del cuerpo. Solo hasta las 6 HPE, cuando se pigmenta, se vuelve fácilmente observable y pasa de ser una vesícula óptica traslucida a un ojo pigmentado, que con el tiempo es cada vez más circular.

El bulbo olfatorio y la vesícula ótica, presentan un desarrollo a partir de la 1 HPE; siendo difícil de diferenciar el bulbo olfatorio durante el desarrollo larval, a diferencia de la vesícula ótica que a las 15 HPE ya están claramente definida.

Los miómeros y ano, tienen un desarrollo similar, ya que en la larva recién eclosionada se dificulta diferenciarlos, sólo hacia las 5 HPE, se observan claramente definidos. El ano quien tiene comunicación son el saco vitelino, a través del tubo vitelino; solo se abre cuando la boca está abierta hacia las 24 HPE. La boca empieza a desarrollarse a través de los pliegues bucales que aparecen a la 2 HPE, junto con el desarrollo de barbicelos y maxilar superior e inferior a las 6 HPE, terminan formando la boca hacia las 24 HPE con la aparición de unas estructuras oscuras en el maxilar superior e inferior, similares a los dientes.

La aleta caudal desde las 9 HPE que empieza a observarse hasta las 31 HPE su tendencia es heterocerca sin observación de radios.

El saco vitelino desde la eclosión, es ovoide, claramente definido. Solo hasta las 24 HPE donde se ha reabsorbido en un 88% aproximadamente, su forma cambia y con ello también aparecen algunos cambios en la larva como la pigmentación del ojo, boca abierta, dientes, tubo digestivo desarrollado y ano abierto.

La primera alimentación de larvas de nicuro, se realizó hacia las 24 HPE, con una longitud total promedio de $3,996 \pm 0,67$ mm y abertura bucal inicial promedio de $471 + 45,4$ µm. Observándose un cuerpo traslucido con ligera pigmentación en el saco vitelino, tubo digestivo con de 3-5 pliegues, sin diferenciación de glándulas anexas, barbicelos en formación de color blanquecino, boca en posición terminal, ojos completamente pigmentados.

Todos estos cambios morfológicos desde la eclosión hasta las 31 HPE se presentan en la FIGURA 5.

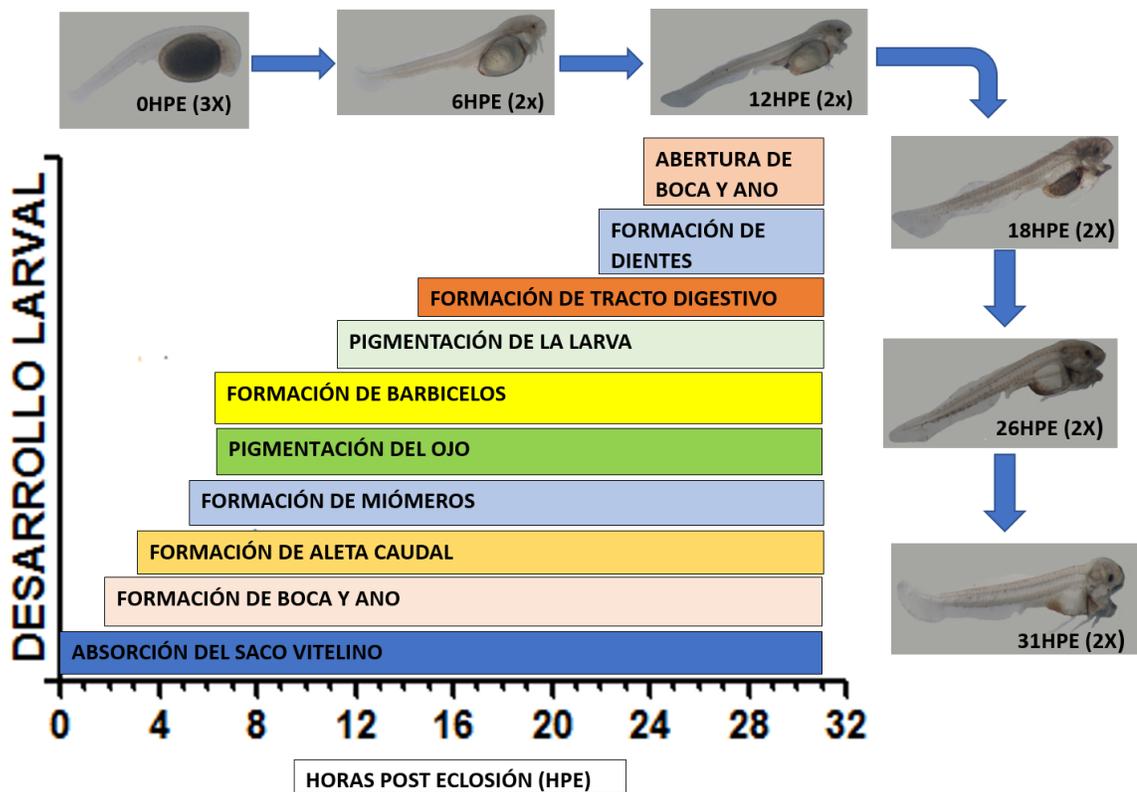


FIGURA 5: Eventos observados durante el desarrollo larval del *P. blochii*.

Características morfométricas.

En las 480 larvas que se analizaron, se obtuvo una Longitud total promedio de $2,312 \pm 0,18$ mm a $4,342 \pm 0,14$ mm, respectivamente desde las 0 HPE hasta las 31 HPE (FIGURA 6) y una longitud notocordal promedio $1,872 \pm 0,14$ a $3,945 \pm 0,08$ mm respectivamente desde las 0HPE hasta las 31 HPE (FIGURA 7); estas dos características son fácilmente observables desde las 0 HPE y aumentan de medida de manera proporcional al tiempo (HPE). Por medio de la longitud total, se logra establecer que el crecimiento longitudinal de una larva de *Pimelodus blochii* es de aproximadamente 0,06 mm por hora.

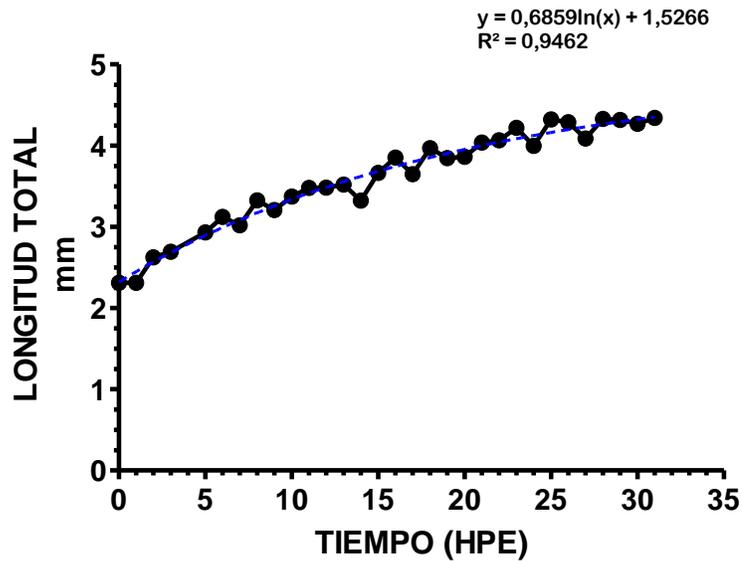


FIGURA 6: Modelo de crecimiento en Longitud total (mm) con relación al tiempo de eclosión de larvas nicuro (*P. blochii*) Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo.

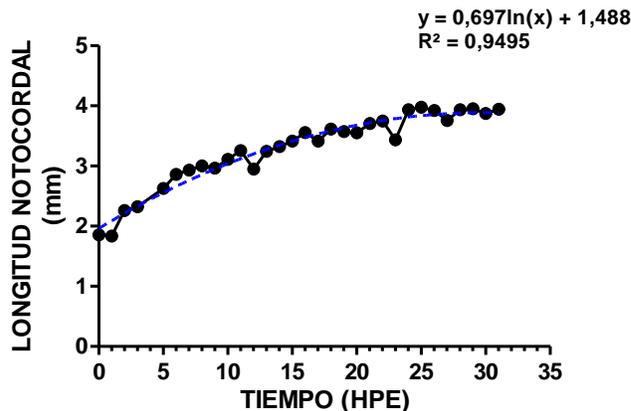


FIGURA 7: Modelo de crecimiento notocordal (mm) con relación al tiempo de eclosión de larvas nicuro (*P. blochii*) Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo.

La altura del cuerpo varió de $0,215 \pm 0,03$ a $0,307 \pm 0,02$ mm, respectivamente desde las 0 HPE hasta las 31 HPE (FIGURA 8), para este caso se tomó después del ano, debido a que esta medida a diferencia de la pectoral, (que en lugar de aumentar disminuye, debido a la disminución del saco vitelino) esta medida tiene un crecimiento proporcional al tiempo.

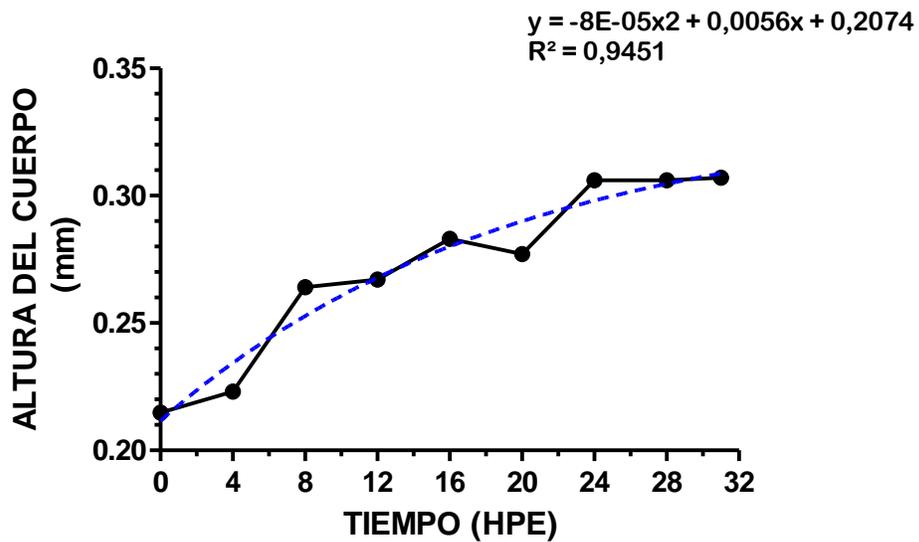


FIGURA 8: Cambios en la altura del cuerpo durante el desarrollo larval del *P. blochii*. Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo.

El diámetro del ojo fue de $0,108 \pm 0,02$ a $0,089 \pm 0,01$ mm respectivamente desde las 0 HPE hasta las 31 HPE (FIGURA 9), esta medida presenta gran variabilidad en el tiempo con tendencia a ser inversamente proporcional, esto es debido a que en las primeras 8HPE, lo que se mide es la vesícula óptica que es mucho más grande que el ojo pigmentado.

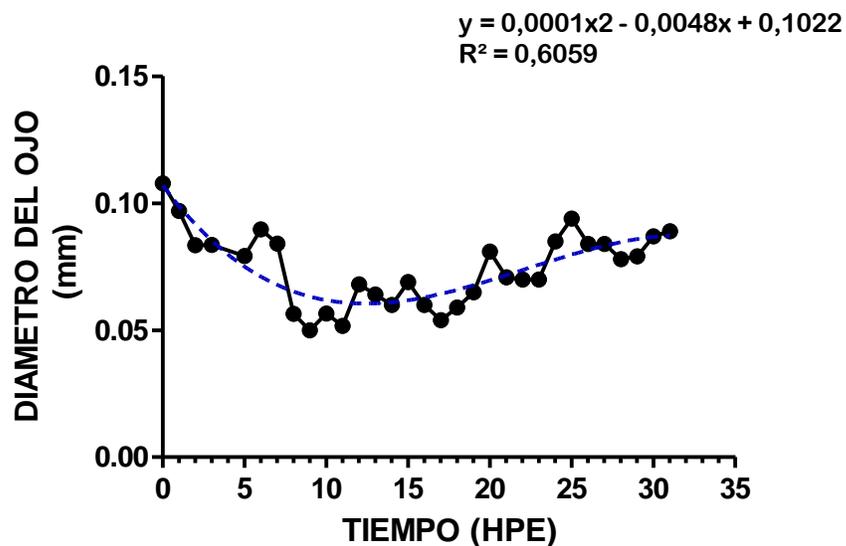


FIGURA 9: Modelo de crecimiento del ojo en larvas de *P. blochii*, hasta las 31 HPE. Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo.

La longitud de cabeza fue de $0,612 \pm 0,05$ a $0,728 \pm 0,01$ mm, respectivamente desde las 0 HPE hasta las 31 HPE (FIGURA 10), tiene un crecimiento proporcional al tiempo; se alcanza a observar que lo que es el maxilar superior es un poco más largo que el maxilar inferior, desarrollo que se relaciona con la capacidad de la larva para ingerir presas.

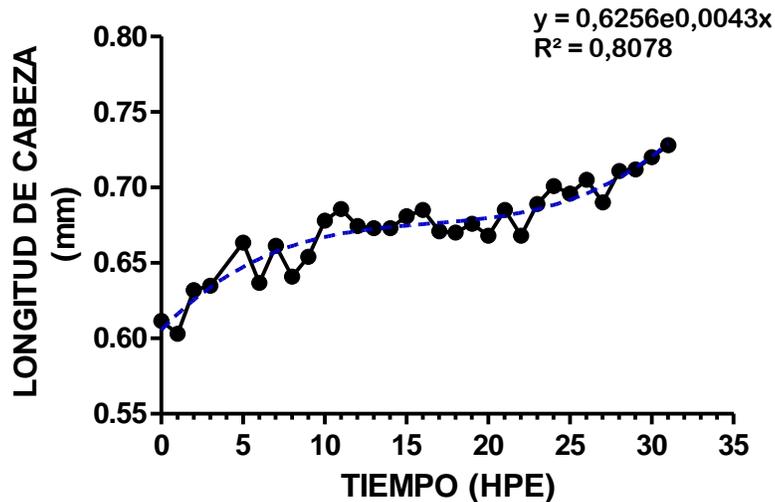


FIGURA10: Modelo de crecimiento de la cabeza durante el desarrollo larval de *P. blochii*. Valores expresados como promedio. n=15 larvas por muestreo.

El saco vitelino es ovoide, con un volumen varió de $0,0995$ a $0,2638$ mm³, respectivamente desde las de color 0 HPE hasta las 31 HPE, siendo evidente desde la eclosión hasta las 31 horas post eclosión, en donde su reabsorción fue del 98,3% (FIGURA 11), representando la disminución de reservas endógenas, que conlleva al paso de una alimentación endógena a exógena exclusiva.

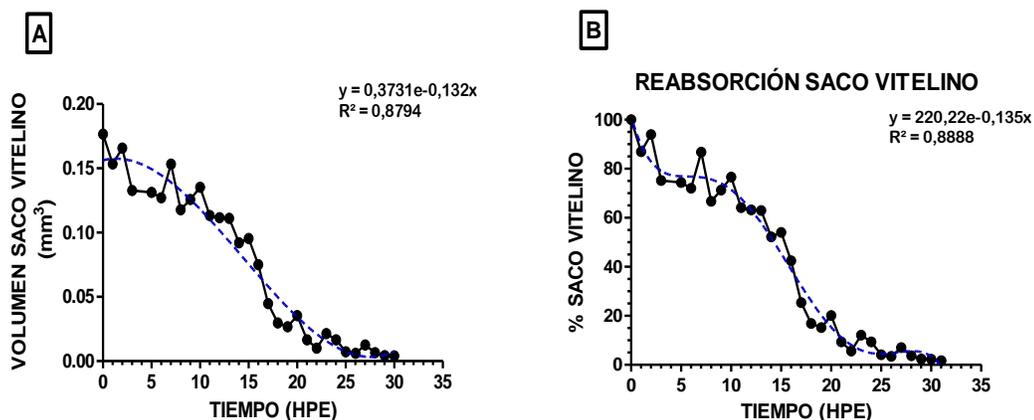


FIGURA 11: Variación del volumen (mm³) y porcentaje de reabsorción del saco vitelino en larvas de *P. blochii* durante la fase larvaria. Valores expresados como promedio. n=15

larvas por muestreo. **A:** Reabsorción del saco vitelino en mm^3 . **B:** Porcentaje de reabsorción del saco vitelino.

Abertura máxima bucal (Abm).

Durante la 2 HPE comienzan a formarse los pliegues orales. Éstos empiezan a separarse a las 11HPE. La boca se abre y se comienzan a formar los dientes a las 24 HPE. (FIGURA 12). A las 24 HPE con un 88% de reabsorción del saco vitelino, se inicia la alimentación exógena con una abertura bucal de 0,408 a 0,473 mm.

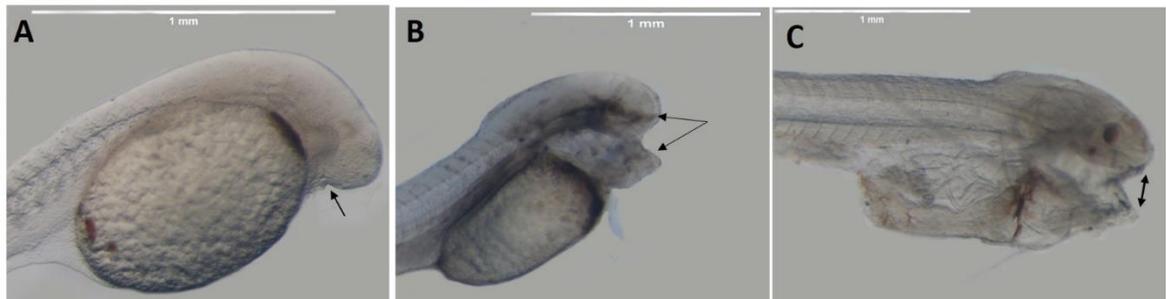


FIGURA 12: Formación de la boca en larvas de *P. blochii*. A. Presencia de pliegue bucal en larva de 2 HPE (5X). B. Separación de los pliegues bucales en larva de 11 HPE (3X). C. Presencia de maxilar superior e inferior, se observa la boca abierta en larva de 24 HPE. (4X).

6. DISCUSIÓN.

Las larvas de *Pimelodus blochii* tienen características de especies atriales, es decir, las larvas recién eclosionadas están poco desarrolladas, siendo traslucidas, de cuerpo alargado y recto, con ojos no pigmentados, boca e intestino no funcionales; características que son comunes a otras especies, como *Pseudoplatystoma corruscans* (Marques *et al.*, 2008), *Pimelodus maculatus* (Luz *et al.*, 2001), *Pseudoplatystoma reticulatum* (Andrade *et al.*, 2016) y *Steindachneridion parahybae* (Honji *et al.*, 2012). Según Lasker *et al.*, (1970), “la pigmentación ocular y la abertura bucal son eventos que ocurren simultáneamente y están directamente relacionados con la alimentación exógena”; coincidiendo con lo que ocurrió en el *Pimelodus blochii*, donde la pigmentación del ojo y la abertura bucal fueron eventos que ocurrieron simultáneos a las 24 HPE, con un diámetro de ojo promedio de $0,085 \pm 0,008$ mm y una abertura bucal de $471 \pm 45,4$ μ m.

El tamaño de las larvas de *P. blochii* es pequeño de $2,312 \pm 0,18$ mm, si es comparado con otros *Pimelodus* reofílicos como: *P. maculatus*, con $2,56 \pm 0,13$ mm (Luz *et al.*, 2001); *Ramdia quelen*, con 2,76 mm (Amorim *et al.*, 2009), *P. reticulatum* con $3,05 \pm 0,05$ mm (Andrade *et al.*, 2016) y *S. parahybae* con $4,30 \pm 0,70$ mm (Honji *et al.*, 2012), sin embargo, es mayor si se compara con *Leiarius marmoratus* cuya longitud total al eclosionar es de $1,3 \pm 0,03$ mm (Ramírez *et al.*, 2010). Esto puede ser atribuido al efecto que tiene la temperatura en los eventos ontogenéticos (Fuiman *et al.*, 1998) y a que el *P. blochii* está categorizado como uno de los pequeños bagres.

En las primeras horas de vida, las larvas dependen de sus reservas endógenas para la alimentación. Según Luz *et al.* (2001), “el tiempo de reabsorción de las reservas está relacionado con la temperatura del agua y puede estar asociado a la cantidad de saco vitelino y el tipo de estrategia reproductiva de la especie”. En el presente estudio se observó que, 24 h después de la eclosión a una temperatura media de $26,5 \pm 0,8$ °C, las larvas de *P. blochii* en etapa de preflexión, iniciaron la transición de alimentación endógena a exógena. Siete horas después, todavía en la fase de preflexión, con un saco vitelino reabsorbido en un 98,2%, se observó que la alimentación exógena se hacía exclusiva. Según Kamler (1992), “esta transición de alimentación endógena a exógena se considera una fase crítica, ya que la larva necesita encontrar el alimento adecuado para su supervivencia antes del agotamiento de las reservas”; razón por la cual en este trabajo se midió la longitud máxima del maxilar superior (LMS), que junto con la ecuación de Shirota (1970), nos permitió calcular que la abertura bucal aproximada es de 448 ± 18 μ m, siendo menor a la reportada en otros *pimelodus* como *P. grosskopfii* (capaz) con $600 \pm 0,60$ μ m (Valbuena *et al.*, 2012), *Rhamdia sp* con 494 μ m (Ruales *et al.*, 2009), *L. marmoratus* “yaqué” con $532,7 \pm 7,8$ μ m (Ramírez *et al.*, 2010), *Sorubin cuspidus* con $622 \pm 70,2$ μ m (Prieto *et al.*, 2013); sin embargo al

compararse con otras especies como *Hypophthalmichthys molitrix* “carpa plateada” con 89 μm *Ctenopharyngodon idella* “carpa china” con 148 μm y *Arischthys nobilis* con 271 μm (Dabrowsky y Bardega, 1984), la abertura bucal del nicuro fue superior.

El número total o parcial de miómeros se considera una variable importante para la identificación de larvas de peces (Snyder, 1979). Según Caviccholi *et al.* (1997), “en las etapas de preflexión y flexión, esta es una característica importante para diferenciar especies”. En el presente estudio, el número de miómeros de *P. blochii* varió de 23 a 39 (preanal= 13-15 y postanal=11-24), similar al número de miómeros encontrados por Ochoa *et al.* (2010) para *Pimelodus* sp, que vario de 34-41 (preanal=13-15 y postanal=23-26) en etapa de preflexión. Jiménez-Segura y Cano (2007) señalaron que el número de vértebras preanales en adultos de *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840) es de once, por lo que el número de vértebras se reduce en cuatro unidades después del período larvario. Los autores proponen que el número de miómeros menos cuatro unidades se pueden utilizar para identificar Larvas de *Pimelodus* sp. (Como se observa para Caraciformes y Cipriniformes).

En general, el crecimiento de las partes del cuerpo (HC, LC y DO) y el crecimiento larval (LT y LN) que aumentan significativamente con el tiempo, son el resultado de la necesidad prioritaria de la larva para maximizar la alimentación y nado para escapar de los depredadores y capturar presas, reducir el costo de energía durante el movimiento y continuar con el desarrollo del sistema respiratorio y nervioso (Fuiman, 1983; Osse y Van den Boogaarr, 1995, Snik *et al.*, 1997; Gisbert, 1999).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Los resultados obtenidos en este estudio de desarrollo larval del *Pimelodus blochii*, permiten formular las siguientes conclusiones:

- El desarrollo larval rápido del *P.blochii*, con respecto a otras especies de la misma familia, permitió conocer el momento exacto del inicio de la alimentación exógena hacia las 24HPE, lo que hace posible el suministro e alimento adecuado (en tamaño $448\pm 18 \mu\text{m}$ y textura de partícula), para disminuir las altas mortalidades que se presentan en esta etapa.
- Las larvas de *Pimelodus blochii* hasta las 31HPE encontrándose en etapa de preflexión, no presentaron radios en la aleta caudal, siendo heterocerca, aun cuando ya ha empezado la alimentación exógena.

Se recomienda:

- Realizar estudios en primera alimentación que contribuyan a consolidar la larvicultura, ofreciendo el tipo de alimento de acuerdo no solo a tamaño si no a palatabilidad.
- Realizar estudios más detallados de la especie, tales como desarrollo embrionario y larval (desde la reabsorción del Saco vitelino hasta la flexión de la notocorda y formación de radios en las aletas), que permitan un mejor entendimiento de todos los cambios y adaptaciones que se tienen en cautiverio.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- AUNAP-UNIMAGDALENA. 2012. Reporte de la actividad pesquera Industrial y artesanal Continental y Marina de Colombia. Convenio 0005 de 2012 entre la Autoridad nacional de acuicultura y pesca y La Universidad del Magdalena. 30.
- AUNAP-UNIMAGDALENA. 2013. Boletín estadístico. Convenio 058 de 2013 entre la Universidad del Magdalena. y Autoridad nacional de acuicultura y pesca. 53.
- De Amorim M.P., Gomes B.V.C., Martins Y.S., Sato Y., Rizzo E., Bazzoli N. 2009. Early development of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Pisces:Heptapteridae) from the São Francisco River Basin, Brazil. *Aquaculture Research*. 40: 172-180.
- Andrade F.F., Lima A.F., Assumpção L., Makrakis S., Kasai R.I.D., Makrakis M.C. 2016. Characterization of the early development of *Pseudoplatystoma reticulatum* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Siluriformes: Pimelodidae) from the Paraguay River Basin. *Neotropical Ichthyology*. 14:
- Appelbaum S, McGeer JC. 1998. Effect of diet and light regime on growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae and early juveniles. *Aquaculture Research*, 4: 157-164.
- Atencio-García VJ, Zaniboni-Filho E, Pardo-Carrasco S, Arias-Castellanos A. 2003. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*; 25: 61-72.
- Barbarino A, Taphorn D. 1995. Especies de la pesca deportiva. Una guía de identificación y reglamentación de los peces de agua dulce en Venezuela. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ), Fundación Polar. Caracas: Editorial Arte. 153.
- Bochdansky AB, P Grønkjær, P Pepin y WC Leggett. 2008. Food limitation in larval fish: ontogenetic variation in feeding scope and its potential effect on survival. *Marine Ecology Progress Series* 367: 239-248.
- Burgess W.E. 1989. An atlas of freshwater and marina Catfishes. Tfh publications, inc. 243.288.
- Britski H, Sato A, Rosa AB. 1988. Manual de identificacao de peixes da regioa de Tres Marias (com chaves de identificacao para os peixes da Bacia do Sao Francisco), Brasília: Câmara dos Deputados, Centro de

Documentação e Informação, Coordenação de Publicações: CODEVASP, Divisão de Piscicultura e Pesca.

- Carolsfeld, Y. y B. Harvey. 2003. Introduction: fishes of the floods. Pp. 1 18. En: Carolsfeld, Y., B. Harvey, C. Ross y A. Baer (Eds.). Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status. International Development Centre - The World Bank, Ottawa, Canada.
- Cavicchioli, M., K. Nakatani & O. A. Shibatta. 1997. Morphometric variation of larvae and juveniles of the piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *S. marginatus* (Characidae: Serrasalminae) of the Paraná basin, Brazil. Ichthyological Exploration of Freshwaters, 8: 97-106.
- CCI (Corporación Colombia Internacional), 2006. *Pesca y Acuicultura. Bogotá*. INCODER, Ministerio de Agricultura. 138.
- Clavijo-Ayala J.A, Arias C.J.A. 2004. Desarrollo embrionario de *Rhamdia sebae* c.f. Villavicencio: Memorias II Congreso Colombiano de Acuicultura. Universidad de los Llanos.41-42
- Dabrowski K., Bardega R. 1984. Mouth size and predicted food size preferences of larvae of three cyprinid fish species. Aquaculture. 40: 41-46.
- Elliott M., Whitfield A.K., Potter I.C., Blaber S.J.M., Cyrus D.P., Nordlie F.G., Harrison T.D. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. Fish and Fisheries. 8: 241-268.
- Fuiman L.A. 1983. Growth gradients in fish larvae*. Journal of Fish Biology. 23: 117-123
- Fuiman L.A., Poling K.R., Higgs D.M. 1998. Quantifying Developmental Progress for Comparative Studies of Larval Fishes. Copeia. 1998: 602-611.
- Gisbert E. 1999. Early development and allometric growth patterns in Siberian sturgeon and their ecological significance. Journal of Fish Biology. 54: 852-862.
- Herrera, G. y F. Balbontín. 1983. Tasa de evacuación intestinal e incidencia de alimentación en larvas de *Sardinops sagax música* (Pisces: Clupeiformes). Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 192: 113-132.
- Hillgruber, N, Haldorson, L J., Paul, A J. 1995. Feeding selectivity of larval walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the oceanic domain of the Bering Sea. Marine Ecology Progress Series. 120: 1-10.
- Houde ED. 1989. Comparative growth, mortality, and energetic of marine fish larvae: temperature and implied latitudinal effects. Fishery Bulletin 87(3): 471-495
- Honji R.M., Tolussi C.E., Mello P.H., Caneppele D., Moreira R.G. 2012. Embryonic development and larval stages of *Steindachnerion parahybae*

- (Siluriformes: Pimelodidae): implications for the conservation and rearing of this endangered Neotropical species. *Neotropical Ichthyology*. 10: 313-327.
- Hunter JR. 1980. The feeding behavior and ecology of marine fish larvae. En: Bardach JM eds. *Fish behavior and its use in the capture and culture fishes*. ICLARM Conf. Proc., 5: 287-330.
 - Jiménez-Segura L. y Cano, J., 2007. Número de vértebras y miómeros de adultos especies de peces migratorios: elementos para la identificación de larvas en el Río Magdalena (Colombia): Trabajo de pregrado en Ingeniería Acuícola, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín. 20.
 - Junqueira CAP. 1999. Efeito da temperatura no desenvolvimento inicial de larvas de “Curimatá” *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1882 (Characiformes, Prochilodontidae). [Tesis Maestría]. Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal Santa Catarina.
 - Kamler, E. 1992. *Early life history of fish: an energetics approach*. London, Chapman & Hall, 267
 - Kendall AW, Ahlstrom EH, Moser HG. 1984. *Early life history Stages of Fishes and Their Characters. Ontogeny and sistematics of fishes*. SpecialPublication Number 1, American Society of Ichthyologists and Herpetogists. 11.
 - Landines-Parra, M.A., Senhorini, J.A., Sanabria, A.I. and Urbinati, E.C., 2003. Desenvolvimento embrionário do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), AGASSIZ, 1829. *Boletim Técnico do CEPTA*.16:1-13.
 - Lazo J.P. 2000. 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.
 - Lasso, C. 2004. *Los peces de la Estación Biológica El Frío y Caño Guaritico (Estado Apure), Llanos del Orinoco, Venezuela*. Publicaciones del Comité Español del Programa Hombre y Biosfera-Red Ibero MAB, Unesco. Sevilla.
 - Lasso, C., E. Agudelo-Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz y A. I. Sanabria (Eds.). 2011. I. *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 715.
 - Leonardo A.F.G., Romagosa E., Batlouni S.R., Borella M.I. 2006. Occurrence and significance of ovarian and follicular regression in cachara

Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766): a histology approach. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 58: 831-840.

- Luz, R. K., Reynalte-Tataje D. A., Ferreira A. A. y . Zaniboni Filho E. 2001. Desenvolvimento embrionário e estágios larvais do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 27: 49-55
- Maldonado-Ocampo, J., A Ortega-Lara, J.S. Usma, F. Villa, S. Prada. G. Galvis, L. Vásquez y C. Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto Humboldt, WWF-Colombia, Inciva, Universidad del Tolima, Universidad Javeriana, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Metropolitana de Barranquilla, GEF, Banco Mundial, Embajada de los Países Bajos.
- Marques C., Nakaghi L.S.O., Faustino F., Ganeco L.N., Senhorini J.A. 2008. Observation of the embryonic development in *Pseudoplatystoma coruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) under light and scanning electron microscopy. *Zygote*. 16: 333-342.
- Nakatani K, Agostiho A, Baumgartner G, Bialezki A, Sanches P, Makrakis M y Pavanelli C 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação. Editora Universidade Estadual de Maringá. 378
- Nakauth A.C.S.S., Villacorta-Correa M.A., Figueiredo M.R., Bernardino G., França J.M. 2016. Embryonic and larval development of *Brycon amazonicus* (SPIX & AGASSIZ, 1829). *Brazilian Journal of Biology*. 76: 109-116.
- Nascimento F., Araújo-Lima C. 2000. Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. Corumbá. Embrapa Pantanal. *Boletim de Pesquisa* N° 19: 25.
- Prieto-Guevara M., Hernández B.J., Gómez R.C., Pardo C.S., Atencio-García V., Rosa P.V. 2013. Efecto de tres tipos de presas vivas en la larvicultura de bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*). *Revista MVZ Córdoba*. 18: 3790-3798.
- Ochoa María J. 2013. Variación de la dieta durante el desarrollo larval de la doncellita, *Myxodes viridis* (VALENCIENNES, 1836) en un estuario del sur de CHILE, (Tesis para título de biólogo marino), Universidad Valparaíso, facultad de ciencias del Mar y de recursos naturales, carrera de Biología marina.
- Ochoa L.E., Fernández G.J., Jiménez-Segura L.F. 2010. Development of the axial skeleton during the early ontogeny of *Pimelodus* sp. (pisces: Pimelodidae). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*. 14: 131-134.

- Osse JWM, van den Boogarr JGM. 1995. Fish larvae, development, allometric growth, and the aquatic environment. ICES Marine Science Symposia; 201:21-34.
- Portella M.C, Verani J and Cestaroli M. 2000 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,
- Potthoff T. 1984. Clearing and Staining techniques. In: Ontogeny and systematics of fishes. Special Publication Number 1, American Society Of Ichthyologists and herpetologists. 35.
- Prada-Pedreiros S. 2003. Biología, dinámica populacional e avaliação do estoque de mandiamarelo *Pimelodus meculatus* Lacépede, 1803, (Ostariophysi: Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do alto e medio Rio Paraná, Brasil. [Tese doctoral]. Rio Claro, Brasil: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências;
- Ramírez-Merlano J.A., Otero-Paternina A.M., Corredor-Santamaría W., Medina-Robles V.M., Cruz-Casallas P.E., Velasco-Santamaría Y.M. 2010. Utilización de organismos vivos como primera alimentación de larvas de yaqué (*Leiarius marmoratus*) bajo condiciones de laboratorio. ORINOQUIA. 14: 45-58.
- Rodríguez J.A. 2004 Maduración gonadal del nicuro (*Pimelodus blochii*) en cautiverio. En: IV Seminario Internacional de Acuicultura, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Rúaless C.D, Zapata B, Vásquez W.2009. Efectos de la primera alimentación de *Rhamdia* sobre la ganancia de peso y longitud. Revista LASALLISTA de investigación. 6(2).
- Salinas, Y, Agudelo E.2000 Peces de importancia económica en la cuenca Amazónica colombiana. Sinchi - Editorial Scripto, Bogotá.
- Scura E.D y Jerde C.W. 1977. Various species of phytoplankton as food for larval northern anchovy, *Engraulis mordax*, and nutritional value of the dinoflagellates *Gymnodinium splendens* and *Gonyaulax polyedra*. Fishery Bulletin 75(3): 577-583.
- Shirota A. 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., Tokyo, 36: 353-368.
- Snyder, D.E. 1979. Myomere and vertebrae counts of the North America cyprinids and catostomids. 53-69. In: Hoyt, R. D. (Ed.). Proceedings of Third Symposium on Larval Fish. Western Kentucky University, Bowling Green.
- Tesser M.B., 2002. 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, Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura.59.

- Torres-Tabares A, Velasco-Santamaría Y.M, Ramirez-Merlano J.A. 2014. Características morfológicas, morfométricas, merísticas y manejo de la primera alimentación de larvas de escalara altum (*Pterophylum altum*) (Pellegri, 1903). Revista Orinoquia, suplemento 2014.
- Van Snik G.M.J., van den Boogaart J.G.M., Osse J.W.M. 1997. Larval growth patterns in *Cyprinus carpio* and *Clarias gariepinus* with attention to the finfold. *Journal of Fish Biology*. 50: 1339-1352.
- Valbuena-Villarreal R.D; Zapata-Berruecos B.E; David-Rúales C; Cruz-Casallas P.E. 2012. Desarrollo Embrionario del Capaz *Pimelodus grosskopfii* (Steindachner, 1879). *International Journal of Morphology*. 30: 150-156.
- Valbuena-Villarreal R.D., Zapata-Berruecos B.E., Otero-Paternina. 2013. Evaluación de la primera alimentación en larvas de capaz *Pimelodus grosskopfii* bajo condiciones de laboratorio. *Revista MVZ de Córdoba*. 18(2), 3518-3524.
- Verreth A.J.J. 1997. Larval rearing and nutrition. Mem International Course on fish larvae. Erasmus.8.
- Zapata-Berruecos, B.E.; Ramírez-Merlano, J.A.; Otero-Paternina, A.M.; Medina-Robles, V. M.; Velasco-Santamaría, Y.M. y Cruz Casallas, P.E. 2008. Descripción preliminar del desarrollo embrionario de yaqué *Leiarius marmoratus*. IV Congreso Colombiano de Acuicultura. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.*, 21:513
- Zapata-Berruecos B.E; Medina-Robles V.M; Mira-López T.M; Otero-Paternina A.M; Ramírez-Merlano J.A; Velasco Santamaría Y.M. y Cruz-Casallas P.E. 2007. Descripción preliminar del desarrollo embrionario de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Villavicencio, Colombia, XIII Jornada de Acuicultura Universidad de los Llanos 4:60.
- Zohar Y, Mylonas-Constantinos C. 2001 Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture*; 197: 99-136.