

**ESTUDIO DEL DESARROLLO EMBRIONARIO DEL PEZ *Amatitlania nigrofasciata*  
(*PERCIFORMES*: Cichlidae).**

**LUISA FERNANDA GORDILLO JIMÉNEZ**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN  
PROYECTO CURRICULAR DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
BOGOTÁ D.C.  
2017**

**ESTUDIO DEL DESARROLLO EMBRIONARIO DEL PEZ *Amatitlania nigrofasciata*  
(*PERCIFORMES*: Cichlidae).**

**LUISA FERNANDA GORDILLO JIMÉNEZ**

**Proyecto de Trabajo de Grado para optar al título de Licenciado en Biología**

**Director**

**Phd. CARMEN HELENA MORENO DURAN**

**Evaluador**

**MSc. CLARA SANTAFÉ MILLAN**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN  
PROYECTO CURRICULAR DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
BOGOTÁ D.C.  
2017**

## CONTENIDO

1. Introducción .....	5
2. Objetivos .....	5
2.1 Objetivo general .....	5
2.2 Objetivos específicos .....	5
3. Antecedentes .....	6
4. Marco teórico .....	8
4.1 Taxonomía de la especie <i>Amatitlania nigrofasciata</i> (Günther en 1867) .....	8
4.2 Generalidades de la especie .....	8
4.3 Embriología .....	9
4.4 Tablas de desarrollo .....	11
5. Materiales y procedimientos .....	11
5.1 Microscopía óptica y estereoscopia .....	11
5.2 Registro fotográfico .....	11
6. Metodología .....	12
7. Resultados .....	12
7.1 Capacitación .....	12
7.2 Descripción de la especie .....	13
7.3 Acondicionamiento .....	13
7.4 Cortejo y reproducción .....	15
7.5 Puesta y cuidado parental .....	16
7.6 Desarrollo embrionario del ciclido convicto ( <i>A. nigrofasciata</i> ) .....	17
7.7 Tabla del desarrollo embrionario .....	36
8. Análisis de resultados .....	37
9. Conclusiones .....	40
10. Evaluación de cumplimiento de objetivos .....	42
10.1 Primer objetivo específico .....	41
10.2 Segundo objetivo específico .....	41
10.3 Tercer objetivo específico .....	41
11. Anexos .....	42
11.1 Anexo No 1 <i>D. labialis</i> .....	42
11.2 Anexo No 2 <i>O. mykiss</i> .....	43
11.3 Anexo No 3 <i>T. Trichopterus</i> .....	45
11.4 Anexo No 4 <i>B. splendens</i> .....	48
12. Bibliografía .....	50

## LISTADO DE FIGURAS

- Fig. 1 Alimento en hojuelas.
- Fig. 2 Caracoles de agua dulce.
- Fig. 3 Inicio del ritual de apareamiento.
- Fig. 4 Pigmento ventral de la hembra.
- Fig. 5 Acondicionamiento del acuario.
- Fig. 6 Ovocitos macroscópicos.
- Fig. 7 Cigoto *A. nigrofasciata*.
- Fig. 8 Primer clivaje *A. nigrofasciata*.
- Fig. 9 Disco blástula *A. nigrofasciata*.
- Fig. 10 Gástrula temprana *A. nigrofasciata*.
- Fig. 11 *de 3-9 somitas A. nigrofasciata*.
- Fig. 12 *de 10-15 somitas A. nigrofasciata*.
- Fig. 13 *de 16-19 somitas A. nigrofasciata*.
- Fig. 14 *de 20-24 somitas A. nigrofasciata*.
- Fig. 15 *de 25-28 somitas A. nigrofasciata*.
- Fig. 16 Pre eclosión *A. nigrofasciata*.
- Fig. 17 Eclosión *A. nigrofasciata*.
- Fig. 18 Corazón de dos cámaras *A. nigrofasciata*.
- Fig. 19 Aleta pectoral *A. nigrofasciata*.
- Fig. 20 Circulación segmentaria *A. nigrofasciata*.
- Fig. 21 Pigmentación Retinal total *A. nigrofasciata*.
- Fig. 22 Apertura de boca *A. nigrofasciata*.
- Fig. 23 Sistema digestivo *A. nigrofasciata*.
- Fig. 24 Reabsorción total de vitelo *A. nigrofasciata*.
- Fig. 25 Reabsorción de balancines *A. nigrofasciata*.
- Fig. 26 Alevín *A. nigrofasciata*.

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo embrionario en peces permite determinar el proceso cronológico de la formación morfológica de un nuevo organismo. Se toma desde la fertilización y eclosión, seguida por la fase larval hasta la etapa de alevín. (Hernández et al., 2016). En estudios anteriores muestran que entre especies del mismo orden o la misma familia de peces existen diferencias como en el tiempo que tarda en darse el desarrollo embrionario, lo cual hace necesario realizar trabajos para conocer la embriología de cada especie en particular. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue describir los estadios más importantes del desarrollo embrionario del ciclido convicto (*Amatitlania nigrofasciata*), bajo condiciones controladas (Valbuena et al., 2012). Esta es bastante atractiva por sus características como especie ornamental o para ser usada en bioensayos, ya que muestran una rápida maduración sexual de la especie en cautiverio (3-4 meses), también presentan un marcado instinto de protección de huevos y alevines, y su reproducción en cautiverio relativamente sencillo (Martínez & Murillo, 1987).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Determinar los estadios del desarrollo embrionario-larval del pez *Amatitlania nigrofasciata* (*Perciformes: Cichlidae*), a partir de la estandarización por medio de microscopía óptica.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar de los estadios embrionarios de las especies *Dendropsophus labialis*, *Oncorhynchus mykiss*, *Betta splendens* y *Trichogaster trichopterus*.
- Categorizar las condiciones adecuadas que permitan el desarrollo del pez denominado comúnmente ciclido convicto (*Amatitlania nigrofasciata*) para llevar a cabo el estudio embrionario de este.
- Registrar fotográficamente el desarrollo embrionario del pez ciclido convicto (*Amatitlania nigrofasciata*), que permita la utilización de este como modelo biológico.

### 3. ANTECEDENTES

El estudio del desarrollo biológico data desde la antigüedad. Aristóteles (384-322 a.n.e) escribió el primer tratado de embriología, basándose en observaciones directas; describió de manera general el desarrollo del pollo. Fue el primero en plantear la alternativa de si el embrión se encontraba preformado en el huevo y solo tenía que crecer durante su desarrollo, o si por el contrario se diferenciaba gradualmente a partir de una masa homogénea; al decidirse por la última opción inició una controversia duran muchos siglos. (Gueimundi, 1989).

En la época del renacimiento se tenía la idea de la preformación, la cual postulaba que el individuo estaba preformado en el ovulo, pero era muy pequeño, transparente y estaba plegado. Con el desarrollo, estas partes crecían, se desplegaban y se hacían más densas. Cuando se descubrió el espermatozoide, los partidarios de esta teoría se dividieron en dos grandes grupos, los ovistas y los animalculistas o espermatistas. (Gueimundi, 1989).

Con los trabajos de Fabricio (1537-1614) contribuyó a la teoría de la preformación ya que fue el primero en publicar ilustraciones de sus observaciones sistemáticas realizadas en embriones de pollo, pero los esquemas que planteaba atribuían solo 3 o 4 días de desarrollo cuando en realidad tenían más tiempo y por lo tanto era lógico que ya algunos órganos aparecieran esbozados. (Gueimundi, 1989)

En el siglo XVII William Harvey (1578-1667) propone que el desarrollo es un proceso continuo, y el embrión se originaba de una masa homogénea que se diferenciaba progresivamente. Este planteamiento trajo de nuevo la idea de la epigenesis planteada anteriormente por Aristóteles, pero la idea de la preformación estaba muy arraigada en el pensamiento científico. Por cuestiones teórica llegó a la conclusión de que los mamíferos se originaban por huevos. (Gueimundi, 1989)

Marcelo Malpigio (1628-1694) Es considerado como el fundador de la embriología. Ya que en sus estudios utilizo el microscopio. Describe el huevo de gallina con excelentes figuras, pero estas representadas a partir de un periodo de 24 horas en adelante, por lo cual interpretó que se veían los órganos preformados del animal, por lo cual ayudo a que se consolidará la teoría preformista. (Gueimundi, 1989)

De Graff en 1672 descubrió los folículos ováricos; algunos animalculistas consideraban que la hembra no aportaba nada, otros que el útero era solo el medio de desarrollo del individuo pre formado en el espermatozoide. Hartsoeker sostenía que lo único importante era el esperma ya que en la cabeza se encontraba un organismo miniatura al cual se denominó *homúnculo*. (Gueimundi, 1989)

A mediados del siglo XVIII Gaspar Federico Wolf (1773-1794) refuto la teoría de la preformación, considerando que la sustancia a expensas de la cual se formaba el embrión era de naturaleza granular (posibles células), y que estos gránulos se organizan para formar esbozos de los órganos, los cuales a su vez se modificaban y constituían los órganos definitivos. Esto lo demostró en aves ya que demostró que el intestino se generaba de una capa aplanada y que no era tubular desde su inicio. Formuló la teoría de la epigénesis, y la estableció con bases firmes y aceptables. (Gueimundi, 1989)

A finales del siglo XIX inicios del siglo XX Juan Driesch (1867-1944) Separó dos blastómeros de erizo de mar y logró el desarrollo de larvas completas a partir de cada uno de ellos lo cual corroboró el concepto epigenético del desarrollo. (Gueimundi, 1989)

En la primera mitad del siglo XIX la embriología fue puramente descriptiva, pero en la segunda mitad fue puramente comparado. Christian Pander en 1817 al estudiar el embrión de pollo descubrió las capas germinales en tres regiones distintas del embrión que darán origen a ciertos sistemas u órganos, ectodermo genera la epidermis y el sistema nervioso, el endodermo que es la capa más interna produce toda la parte del sistema digestivo y órganos asociados como los pulmones y el mesodermo que se sitúa en medio del ectodermo y el endodermo genera el sistema circulatorio, excretor, los músculos, los huesos y el tejido conectivo.

Heinrich Rathke acentuó las semejanzas y diferencias en el desarrollo de varios grupos de animales, describió la formación del cráneo de los vertebrados, el origen del sistema reproductor, excretor y respiratorio; en la actualidad es conmemorado con la “bolsa de rathke” el cual es un rudimiento embrionario de la región glandular de la hipófisis (Scott, 2005).

Carlos Von Baer (1792-1876) fue el creador de la embriología comparada y considerado el padre de la embriología moderna por sus diversos estudios comparando el desarrollo de diversos animales; además hizo generalizaciones importantes como una de las más importantes leyes de Von Baer, la cual formula que los caracteres generales de un grupo de animales se desarrollan en el embrión antes, de aquellos más especiales que distinguen entre sí a los miembros de un grupo. Esto tuvo fuerza cuando se conoció la base celular de la estructura animal. Fueron Schleiden y Schwann (1839) los que formularon la teoría celular y con esto nacen los fundamentos de la embriología moderna. Así surgió la ley de biogenética o de la recapitación de Müller-Haeckel, que postula que el embrión de cualquier especie desarrolla los caracteres comunes más temprana mente ya que son heredados de los ancestros comunes, y los que desarrollan tardíamente son los que los animales han adquirido por mutación y mantenido por selección natural en el curso de la evolución. (Gueimundi, 1989)

En el siglo XX floreció el campo de la embriología experimental. Se idearon numerosos experimentos para seguir las células durante el desarrollo. Los estudios se basaron en observaciones de embriones transparentes de tunicados que contenían células pigmentadas que podían verse en el microscopio. Luego tiñeron las células vivas para seguir sus destinos. En 1960 se emplearon técnicas de marcaje radioactivo. (Sadler, 2007)

Actualmente, los estudios moleculares han sido incorporados a la lista de paradigmas experimentales utilizados para estudiar el desarrollo normal y anormal de los animales. Se han desarrollado numerosos medios de identificación de células que utilizan genes marcadores, gracias a la capacidad del mapeo de genes. De modo que la biología molecular llevó al campo de la embriología al siguiente nivel a medida que fue descifrando el papel de determinados genes y su interacción con el ambiente para comprender procesos de desarrollo normales y anormales. (Sadler, 2007)

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Taxonomía de la especie *Amatitlania nigrofasciata* (Günther en 1867)**

La especie *Amatitlania nigrofasciata* fue descrita por primera vez como *Heros nigrofasciatus* por Günther, 1867 (original description), posteriormente fue renombrada a *Cichlasoma nigrofasciatum* por Jordan & Evermann 1898; en 1994 Allgayer lo cambió al género *Archocentrus* como *Archocentrus nigrofasciatus*, posteriormente en 2001 Allgayer lo cambia de nuevo a *Cryptoheros nigrofasciatus*. Recientemente se ha movido al género *Amatitlania*, Schmitter (2007) revisó el género *Archocentrus*, asignando *Archocentrus nigrofasciata* y tres especies recién descritas al género *Amatitlania* (Schmitter, 2007)

### **4.2 Generalidades de la especie**

La especie *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867) es una especie nativa de Centroamérica. (González et al., 2008), comúnmente conocido como ciclido convicto o ciclido cebra, es un pez de pequeño tamaño (<10 cm), su cuerpo es de color gris, presenta una serie de bandas verticales de color oscuro en los costados, incluso en las aletas dorsal y anal; en los machos, cerca de la aleta dorsal, se presentan manchas de color rojo y azul. (González et al., 2008).

Esta especie de ciclidos habitan cuerpos de agua lenticos y loticos, son comúnmente encontrados entre rocas, raíces y escombros (Froese & Pauly 2016). Su dieta es omnívora con una tendencia carnívora que se alimenta de crustáceos, insectos acuáticos, peces y material vegetal (Trujillo, 1998).



Los peces de la especie *Amatitlania nigrofasciata* depositan los huevos en superficies de pequeñas cuevas y grietas (Townshend & Wootton, 1984), que los padres limpian antes de desove (Ishikawa & Tachihara, 2010). Los adultos forman vínculos de pareja monógama durante los eventos de desove y exhiben el cuidado biparental de los huevos y peces juveniles (Wisenden, 1995; Ishikawa & Tachihara, 2010). *A. nigrofasciata* puede realizar múltiples eventos de desove dentro de un determinado año (Yamamoto & Tagawa, 2000). depositan de 100-150 huevos (Mendoza et al., 2015; tomado de Herrera et al., 2016), estos son vigilados por uno o ambos padres, que también se ocupan de los jóvenes para un máximo de cuatro a seis semanas después de la eclosión (Townshend & Wootton, 1984; Alemadi & Wisenden, 2002).

Debido a que es fácilmente criado y mantenido en acuarios, se ha utilizado comúnmente como modelo para estudios de comportamiento y fisiológicos (Schmitter, 2007). *Amatitlania nigrofasciata* es un pez nativo de América Central en El Salvador, Guatemala y Honduras. (Schmitter, 2007a), que ha sido comercializado y cultivado para la industria del acuario en todo el mundo debido a su aspecto estético (Trujillo, 1998). Como resultado, se ha introducido en varios países, incluyendo: Estados Unidos, Australia, México, Irán, Puerto Rico, Filipinas, Japón, Italia, Israel, Indonesia, Reunión, Eslovaquia, Alemania y Perú. (Duffy et al., 2013)

La presencia de *A. nigrofasciata* en Colombia se conoce a partir de aguas artificiales confinadas como estanques de acuicultura y acuarios (Gutiérrez et al., 2012; tomado de Herrera et al., 2016). Y en aguas naturales de Colombia se registra en la cuenca del Orinoco. (Herrera et al., 2016)

Al ser una especie introducida no presenta estatus de conservación; sin embargo, se cree que puede estar diezmando las poblaciones nativas de peces, ya que se alimenta de los huevos o crías de otras especies; además su comportamiento es agresivo y puede llegar a desplazar a otras especies de su hábitat. (González et al., 2008)

### **4.3 Embriología**

El termino embriología significa estudio de los embriones, esto quiere decir el periodo juvenil de un animal que se encuentra dentro del huevo o en el cuerpo materno. Una vez el animal nace o eclosiona deja de ser un embrión, gradualmente se comprendió que después del nacimiento siguen teniendo lugar cambios importantes y no solo en el crecimiento. Por tanto, se estudian eventos y fases como un todo y se interpretan de acuerdo a ciertos eventos embriológicos. (Gueimundi, 1989)

Se define la embriología como el desarrollo ontogénico de los organismos. Y se constituye por distintas fases:

- La primera es la *fase de gametogénesis* ya que la maduración del óvulo y la formación del espermatozoide crean las condiciones necesarias para el inicio de la embriogénesis. (Gueimundi, 1989).
- La segunda es la *fase de fertilización*, en el cual los espermatozoides se colocan sobre los óvulos, lo cual implica una serie de condiciones para asegurar este encuentro y posteriormente el espermatozoide penetra el óvulo e inicia su desarrollo (Gueimundi, 1989) Las etapas entre la fecundación y el nacimiento son denominadas embriogénesis (Scott, 2005).
- La tercera es la *fase de clivaje o segmentación*, en la cual el ovocito fertilizado es una sola célula, puesto que el núcleo y el citoplasma de las células germinales de los padres se han fusionado. A partir de este se generará un organismo pluricelular y por lo tanto se dan múltiples divisiones mitóticas extremadamente rápidas donde el citoplasma del cigoto es dividido en numerosas células pequeñas. Durante esta fase el embrión no cambia su tamaño ya que cada célula producto de la segmentación, *los blastómeros*, se hacen cada vez más pequeños; al final de la segmentación se obtienen una gran cantidad de células que pueden agruparse en una estructura compacta que generalmente forman una esfera hueca, *la blástula*, la cual posee una o varias capas de células que conforman el blastodermo, el cual rodea la cavidad denominada blastocele. Después de que la división mitótica ha disminuido los blastómeros cambian sus posiciones drásticamente una respecto a la otra, estas organizaciones se denominan gastrulación (Gueimundi, 1989; Scott, 2005).
- La cuarta es la *fase de Gastrulación*, En la cual el blastodermo origina las capas germinales (ectodermo, mesodermo y endodermo), de las cuales se derivan los distintos órganos del cuerpo. La estructura embrionaria que se obtiene es la gástrula, en la cual se forma una cavidad llama gastrocele o arquenteron, que comunica al exterior por el blastoporo; esta cavidad o parte de esta constituirán lo que será el sistema digestivo. (Gueimundi, 1989).
- La quinta es la *fase de organogénesis*, Consiste en la subdivisión del embrión, las masas celulares de las capas germinales se separan en pequeños grupos de células, los cuales se diferencian para generar un órgano o parte del animal, estas constituyen los esbozos o rudimentos de las estructuras, algunos son muy complejos y contiene células para producir un sistema completo como sucede con el sistema digestivo y nervioso. Muchos órganos contienen células de más de una capa germinal y puede suceder que el exterior de un órgano sea de una capa y el interior de otra. Durante la organogénesis algunas células experimentan extensas migraciones desde su origen hasta su localización definitiva (Gueimundi, 1989; Scott, 2005).
- La sexta es la fase de crecimiento y diferenciación histológica, después de formados los esbozos cada célula que forma parte de estos adquiere la estructura y propiedades bioquímicas que le

permiten realizar la función. Cuando las células de todos los órganos o al menos los más importantes, alcanzan tal estado, el organismo juvenil puede llevar una vida independiente y procurarse su alimento. (Gueimundi, 1989).

El estudio embrionario realizado por Sarria (2010), describe el desarrollo embrionario pre-metamórfico a nivel macroscópico de la rana sabanera *Dendrosopus labialis*, en el cual plantea veinticuatro estadios del desarrollo iniciando con la fecundación del ovocito hasta la reabsorción total de vitelo.

Martínez & Murillo en 1986 realizan un estudio del desarrollo larval del pez *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther, 1868), en el cual describen e ilustran las características desde la fecundación del ovocito, el estadio larval y finalmente juvenil de esta especie, describiendo la reabsorción total de vitelo a los 7 días post-eclosión, y la aparición de radios en las aletas a los 24 días post-eclosión.

Cabrera et al., en 1988 estudian el desarrollo embrionario, larval y del alevín de *Cichlasoma dovii* (Günther, 1864) desde la fertilización hasta la eclosión tomando este de 70 a 79 HPF, llegan al estado de alevín a las 312 HPF.

El estudio del desarrollo embrionario - larval del pez tropical *Hemirhamphus brsaliensis* fue realizado por Rosas et al., en 2008, donde describen la etapa embrionaria desde la fecundación del ovocito hasta la eclosión que sucede a las 114HPF, y la etapa larval hasta el desarrollo total del individuo juvenil a las 140HPF.

En 2012 Valbuena et al., observan el desarrollo embrionario del capaz *Pimelodus grosshopfii* (Steindachne, 1879), identificando eventos morfológicos y cronológicos para establecer prácticas de manejo durante las fases de incubación y larvicultura. El seguimiento se realiza desde la fertilización, determinando estadios de blastodisco, diferenciación neural, organogénesis, y finalmente eclosión a las 12 HPF.

El estudio embrionario y larval del pez *Heterobranchus bidorsalis*, realizado por Olaniyi & Omitogun en el 2014, presenta el ovocito desde la fertilización, pasando por la clivación, blastulación, epibolia, neurulación, organogénesis, dándose la eclosión a las 21 HPF.

#### **4.4 Tablas de desarrollo**

Las tablas de desarrollo embrionario son instrumentos empleados durante la descripción del desarrollo de un individuo, permitiendo conocer las características morfológicas que el embrión va alcanzando y el grado de madurez de estas, estableciendo las diferentes fases o periodos del

desarrollo animal, como lo son el desarrollo embrionario temprano, organogénesis, fase larval y fase post larval (Quintero, 2010; Sarria, 2010)

## **5. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS**

Este estudio se llevó a cabo en dos etapas, la primera orientada en la capacitación, con el reconocimiento del desarrollo embrionario de Gurami dorado (*Trichogaster trichopterus*), Rana sabanera (*Dendropsophus labialis*), Luchador del Siam (*Betta Splendens*) y Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de los cuales el material biológico se encuentra dentro del laboratorio de ictiología- embriología de la Universidad el Bosque. La segunda etapa del proyecto fue el acondicionamiento de los peces ciclidos convictos (*Amatitlania nigrofasciata*) con el fin de llegar a tener un medio favorable, que permitió la reproducción y así obtener el material biológico embrionario necesario para su estudio por medio de microscopia óptica y la obtención del registro fotográfico.

Para el acondicionamiento se utilizaron dos acuarios, el primero para reproducción y el segundo para las crías del pez *Amatitlania nigrofasciata*, en la ambientación de los acuarios se requirieron plantas y grava; con el fin estandarizar las condiciones requeridas por los individuos se usaron calefactores, filtros de esponja, alimento para peces, termómetros y medidor de pH.

### **5.1. Microscopia óptica y estereoscopia**

Permitió una observación más clara y detallada, ya que el tamaño de las células y tejidos que componen la estructura del organismo a estudiar no son fácil de percibir a nuestros ojos, por lo tanto, fue necesario el uso de instrumentos que permitieron obtener mayor detalle y especificidad en las estructuras a observar.

### **5.2 Registro fotográfico**

El registro fotográfico en la investigación permitió la toma de evidencia física sobre los procesos desarrollados en él estudio, lo cual fue de gran importancia para la confrontación con otras observaciones realizadas u otros referentes teóricos.

## 6. METODOLOGÍA



## 7. RESULTADOS

### 7.1 Capacitación

La capacitación consistió en la observación y determinación de las fases o estadios durante el desarrollo embrionario de las especies Gurami dorado (*Trichogaster trichopterus*), Rana sabanera (*Dendrosophus labialis*), Luchador del Siam (*Betta Splendens*) y Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

El material de la especie *Dendrosopus labialis* no se encontraba en buen estado así que los registros fotográficos de algunos estadios no se aprecian muy bien. (ver Anexo No 1 *D. labialis*).

De la especie *Oncorhynchus mykiss* se observó su desarrollo embrionario en estereoscopio ya que el tamaño de los ovocitos es de aproximadamente 0.6 cm de diámetro. En este se aprecia claramente un ovocito telolecito con una gran cantidad de vitelo, las clivaciones se pueden apreciar clara mente hasta la tercera división la cual se realiza paralela a la primera, luego se aprecia una discoblástula

homogénea por lo cual es difícil identificar cada blastómero, el estadio de gástrula no se diferencia muy bien, en la fase de segmentación observa clara mente el desarrollo de los órganos externos nombrando cada estadio de acuerdo con su característica más relevante. (ver Anexo No 2 *O. mykiss*)

En cuanto al estudio del Gurami dorado *T. Trichopterus*. Este se realizó in vivo identificando algunos estadios embrionarios y complementando los faltantes con fotografías (ver Anexo No 3 *T. trichopterus*). En su desarrollo se observaron cuatro clivajes con división meroblastica, estadio de discoblastula, gástrula y neurula, posteriormente inicia el proceso de segmentación, estas fases son nombradas según la característica más relevante del estadio ya que en esta especie no es posible realizar el conteo de los pares de somitas, y finalmente su eclosión se da luego de 24 HPF.

La capacitación con la especie *Betta seplendens* se realizó in vivo, observando desde el cortejo, que consiste en la elaboración de una cama de burbujas espesa por parte del macho, en una esquina del acuario. Para atraer a la hembra, el macho extiende sus aletas dorsal, ventral y caudal en forma de velo y abre sus opérculos. El ritual de apareamiento consiste en el abrazo que da el macho a la hembra, la cual acomoda de tal manera que pueda realizar la fecundación externa con copula, posterior a esto la hembra queda en un estado de éxtasis y cae mientras expulsa los huevos, por otro lado, el macho toma los ovocitos que caen por la columna de agua y los deposita en la cama de burbujas donde permanecen hasta su eclosión, este proceso puede durar hasta 4 horas.

Esta especie presenta cuidado uniparental por parte del macho hasta el momento de la eclosión, se saca la hembra luego de la copula, ya que empieza a alimentarse de los ovocitos puestos por el macho en la cama de burbujas, por lo cual este inicia una persecución agresiva hacia la hembra.

En su desarrollo embrionario se observó, el proceso de clivación en el cual presentaron cuatro clivajes bien diferenciados, la blastulación, la gastrulación, segmentación, la faringula fase que divide los primeros estadios dependiendo el número de somitas hasta el estadio de pre-eclosión, dónde luego se nombran los estadios de acuerdo a su característica más relevantes. (ver Anexo No 4)

## **7.2 Descripción de la especie**

Los peces *Amatitlania nigrofasciata* de color gris plateado poseen de 7 a 10 bandas verticales que atraviesan su cuerpo, con un dimorfismo sexual bastante marcado, el macho presenta mayor tamaño (7 cm) respecto a la hembra (5 cm), las aletas dorsal y ventral del macho son más largas más larga terminando en punta, su longitud sobrepasa el punto donde termina la aleta caudal; la

hembra por su parte presenta una aleta dorsal y ventral más corta con terminación redondeada, las cuales llegan hasta la región basal de la aleta caudal.

La hembra presenta un cambio en la coloración abdominal en la época reproductiva, tomando ésta un tono azul que también se puede apreciar en la aleta ventral.

### 7.3 Acondicionamiento

Los peces pertenecientes a la familia cichlidae son generalmente monógamos, por lo tanto solo se tuvo una pareja ciclidos convictos (*Amatitlania nigrofasciata*), los cuales se mantuvieron en un acuario de (65 cm largo x 25 cm de alto x 25 de ancho); el cual fue ambientado con grava de tamaño mediano a pequeño, se dispusieron plantas como elodea, buchón y artificiales, también se colocaron piedras lisas o lajas, un trozo de coco y una parte de jarrón de cerámica rota, ya que son superficies ideales para la puesta; la temperatura del agua se mantuvo entre  $25 \pm 0,6$  ° C, con un pH entre  $7,5 \pm 0,8$ .

El acuario se ubicó en un lugar donde recibía suficiente luz natural durante el día; se dispuso un filtro tipo esponja que se lavó 2 veces por semana, y se aspiraba el acuario retirando 1/3 del agua total, esto se realizó una vez por semana para retirar excesos de comida y heces.

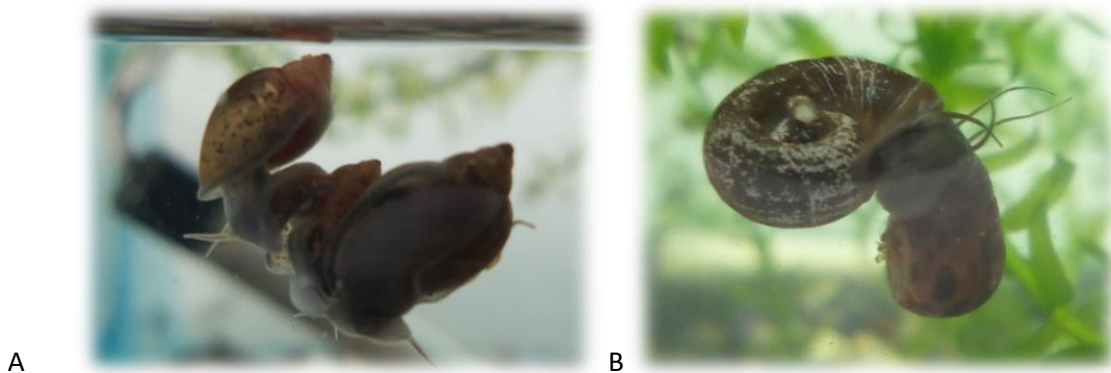
La alimentación se realizó 2 veces al día que consistió en hojuelas o pescadina (Fig. 1) y caracoles de agua dulce (Fig. 2).



A

B

**Fig. 1** Aumento en hojuelas A) descripción y marca del alimento, B) Tabla nutricional.



**Fig. 2 Caracoles de agua dulce**

#### 7.4 Cortejo y reproducción

Cuando los peces de la especie *Amatitlania nigrofasciata* se encuentran en su etapa reproductiva las coloraciones corporales se intensifican, En el caso del macho las líneas verticales toman una coloración más oscura al igual que la parte frontal, en cuanto a la hembra toma una coloración azul en el vientre, las líneas laterales se oscurecen y el ovopositor es visible (Fig. 4).



**Fig. 3 Inicio del ritual de apareamiento.**

El cortejo se inicia cuando el macho comienza a remover la piedra, arrastrando su abdomen y moviendo su cuerpo de un lado a otro, forma hoyos en la grava, la hembra atraída por los movimientos del macho lo ayuda a poner la grava hacia los bordes del acuario como se observa en la figura 3, posteriormente el macho realiza una persecución agresiva hacia la hembra, y en muchos casos la maltrata con golpes o comiendo parte de sus aletas, por lo cual se tienen varios escondites en los que no cabe el macho para que la hembra no tenga lesiones serias (Fig. 5). Luego el macho realiza nueva mente movimientos en la grava y en la zona elegida para la puesta atrayendo la hembra; el macho y la hembra frotan su papila genital sobre la superficie de puesta sin depositar los huevos e inicia un periodo de limpieza del sitio para la ovoposición, en este caso eligen un pedazo de jarrón roto que tiene 13 cm de largo por 7 cm de ancho.



**Fig. 4 pigmento ventral de la hembra**





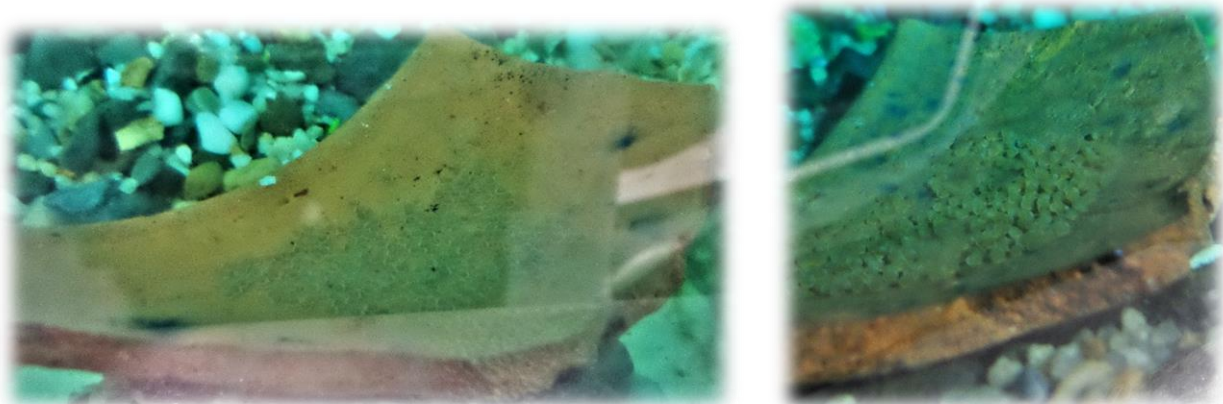
**Fig. 5 Acondicionamiento del acuario**

### **7.5 Puesta y cuidado parental**

El desove se realiza en una superficie lisa en la cual la hembra deposita los ovocitos en hileras, aproximadamente de 5 a 10 ovocitos, que posteriormente el macho fertiliza pasando sobre estos, proceso sé que repite consecutivamente hasta llegar a tener aproximadamente 100 a 150 ovocitos.

La hembra y el macho realizan el cuidado parental, alternándose para abanicar con sus aletas pectorales a los embriones proporcionándoles oxígeno, predominando la hembra en esta tarea. En consecuencia, el macho se encarga la mayor parte del tiempo de la vigilancia y defensa de la puesta.

Los ovocitos son color café grisáceo, tienen forma ovalada; luego de 12 a 14 horas algunos huevos se tornan color blanco, lo cual quiere decir que no fueron fertilizados o fueron parasitados por hongos. La siguiente puesta o desove fue realizada a los 50 días.



**Fig. 6 Ovocitos macroscópicos**

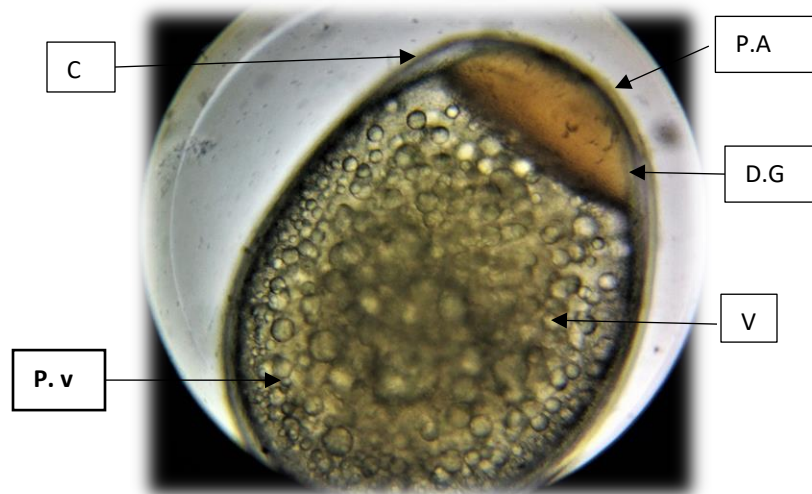
## 7.6 Desarrollo embrionario de ciclido convicto (*Amatitlania nigrofasciata*)

La tabla se organizó de acuerdo al tiempo de cada estadio, y las características morfológicas más importantes durante las respectivas observaciones macroscópicas, realizadas de forma secuencial a los embriones del ciclido convicto *Amatitlania nigrofasciata*.

### Estadio 1.

#### Ovocito fertilizado (Cigoto)

Hora 00:00



**Fig. 7 cigoto *A. nigrofasciata*.** Se observa **P.V** (polo vegetal), **V** (vitelo), **C** (Corión), **C.A** (Casquete animal), **DG** (Disco germinal)

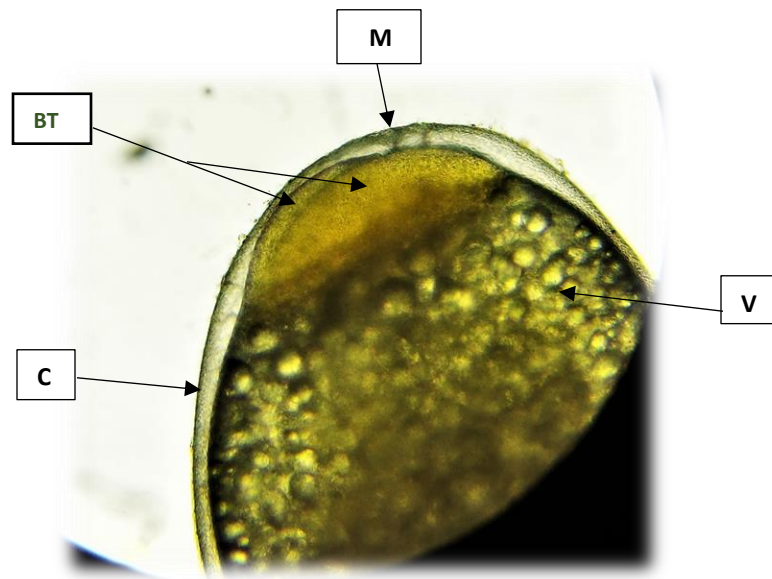
El ciclido convicto antes de la fecundación fertilización presenta un ovocito centrolecítico, esto quiere decir que el citoplasma se encuentra en la región externa; al presentarse la fecundación el ovocito pasa a ser telolecito, el cual presenta una medida de  $1,0 \text{ mm} \pm 0,2$ , en el centro se reconoce una gran cantidad de vitelo en el polo vegetal, el cual está formado por pequeños glóbulos lipídicos que oscilan entre  $0,05 \pm 0,1 \text{ mm}$  de tamaño; se observa el polo animal sobre el vitelo, el

cual se formó por movimientos del citoplasma, y en la parte externa presenta un corión liso y transparente, el cual está levemente separado del cigoto por el espacio perivitelino.

## Estadio 2

### Primer clivaje

Hora 00:01 – 00:45 ± 00:20



**Fig. 8 primer clivaje *A. nigrofasciata*. V (vitelo), C (Corión), BT (Blastómeros), M (Micropilo)**

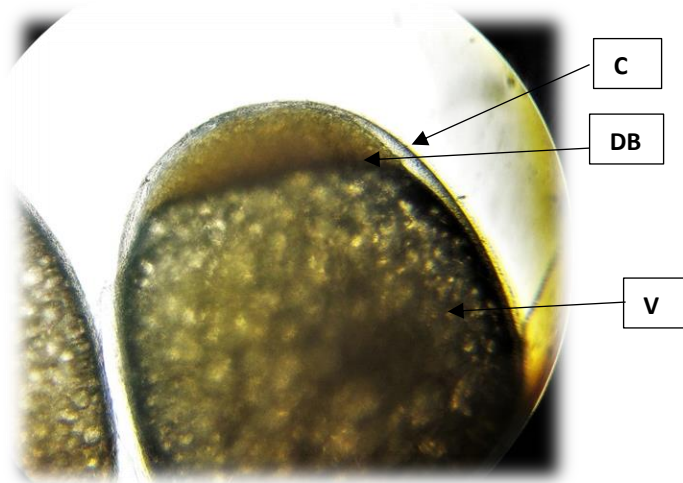
En la parte externa se observa en el corión, una invaginación la cual corresponde al micrópilo por el cual entró el espermatozoide a fecundar el ovocito.

Luego de formación del disco germinal se inicia una segmentación meroblástica. Viéndose lentamente la primera división de forma meridional, teniendo como resultado dos blastómeros incompletos (conectados en la región basal) de aproximadamente el mismo tamaño.

## Estadio 5

### Disco blástula

Hora 03:08 – 6:30 ± 01:30



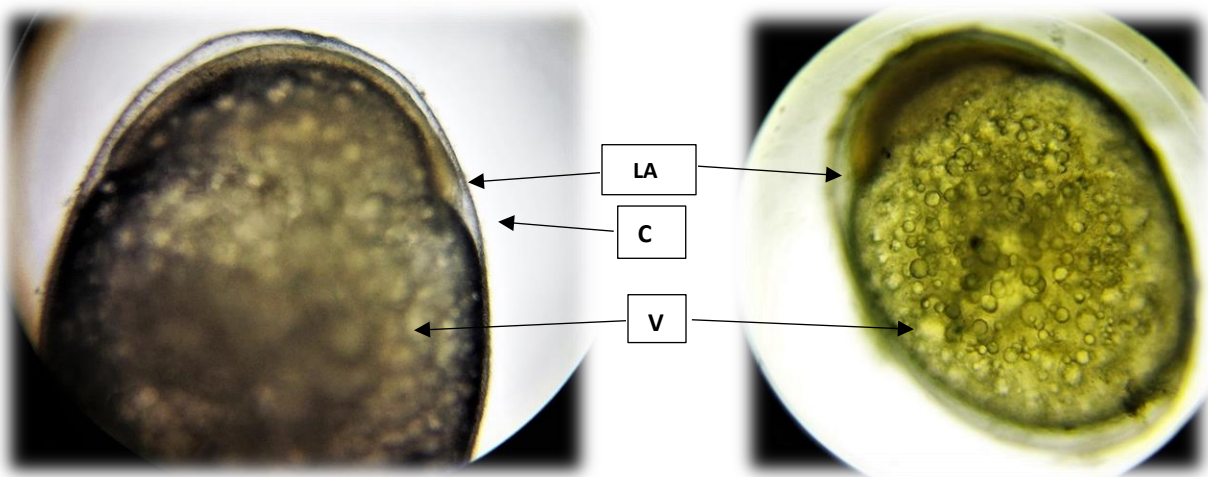
**Fig. 9 disco blástula *A. nigrofasciata*.** Se observa V (vitelo), C (Corión), BT (Blastómeros)

El ovocito presenta múltiples células o blastómeros de tamaño muy reducido en el polo animal, que son resultado de las múltiples segmentaciones en los diferentes planos de división, los cuales forman una blástula discoidal que se ve casi como una masa homogénea sobre vitelo no segmentado. En la parte externa se observa espacio perivitelino es bastante angosto.

## Estadio 6

### *Gástrula*

Hora (06:34 - SD ± 02:30)



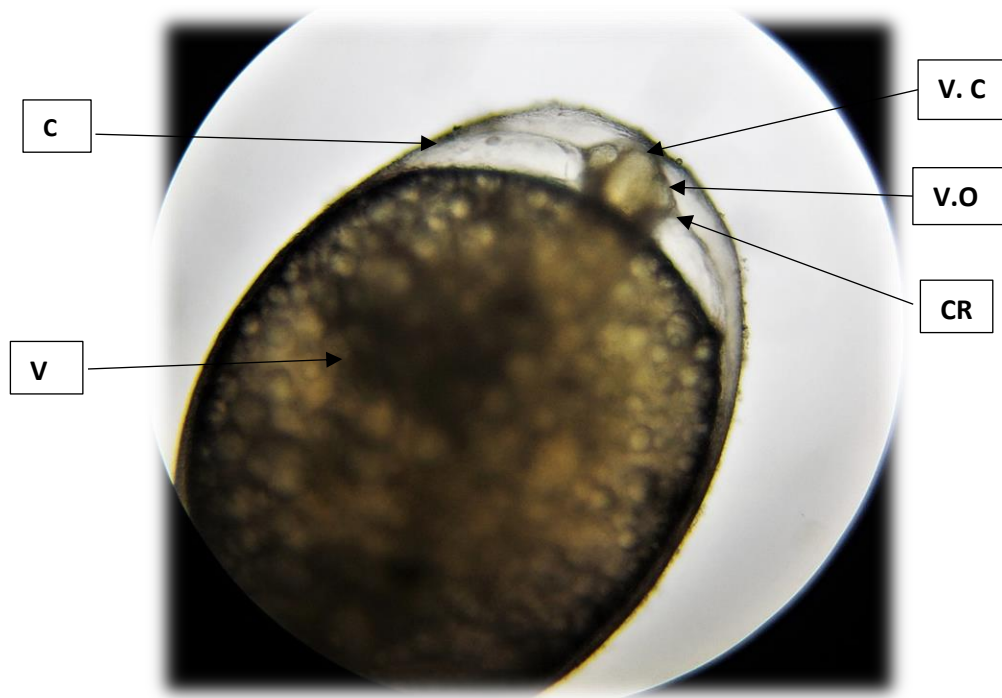
**Fig. 10 *A. nigrofasciata* Gastrula. A) Temprana b) Media.** Se observa V (vitelo), LA (labio)

La formación de la gástrula se caracteriza por presentar una serie de movimientos de epibolia, las cuales empieza su migración a nivel del anillo germinal, empezando a recubrir el vitelo. La disco blástula que se va alargando y achatando, al haber corrimiento de células se observa una abertura o invaginación donde se observa la formación del labio.

### Estadio 9

*De 3 a 9 pares de somitas*

*Hora (h 23:16 ± 02:30)*



**Fig. 11 de 3-9 somitas *A. nigrofasciata*.** Se observa **V. C** (vesícula cefálica), **V.O** (Vesícula óptica) **CR** (Cristalino) **C** (Corion) **V** (Vitelo)

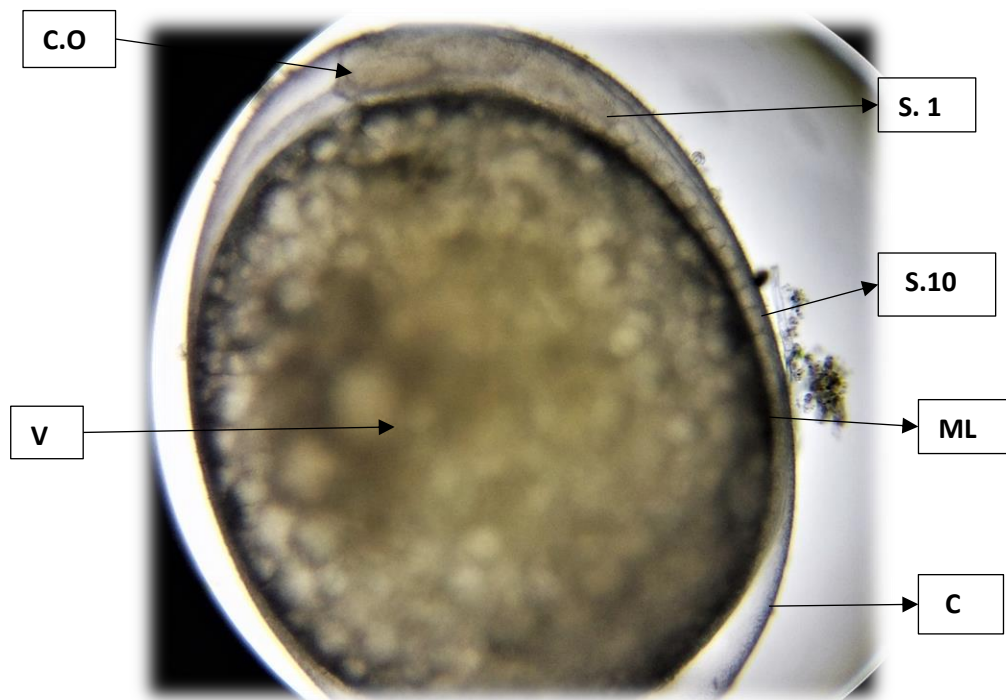
Se distingue una gran vesícula cefálica, donde por movimientos de evaginación se observa a lado y lado, la formación de vesículas ópticas, y en estas se identifica la diferenciación del cristalino, y se observan de 3 a 9 pares de somitas.



## Estadio 10

*De 10 a 15 pares de somitas*

Hora (25:47 ± 02:30)



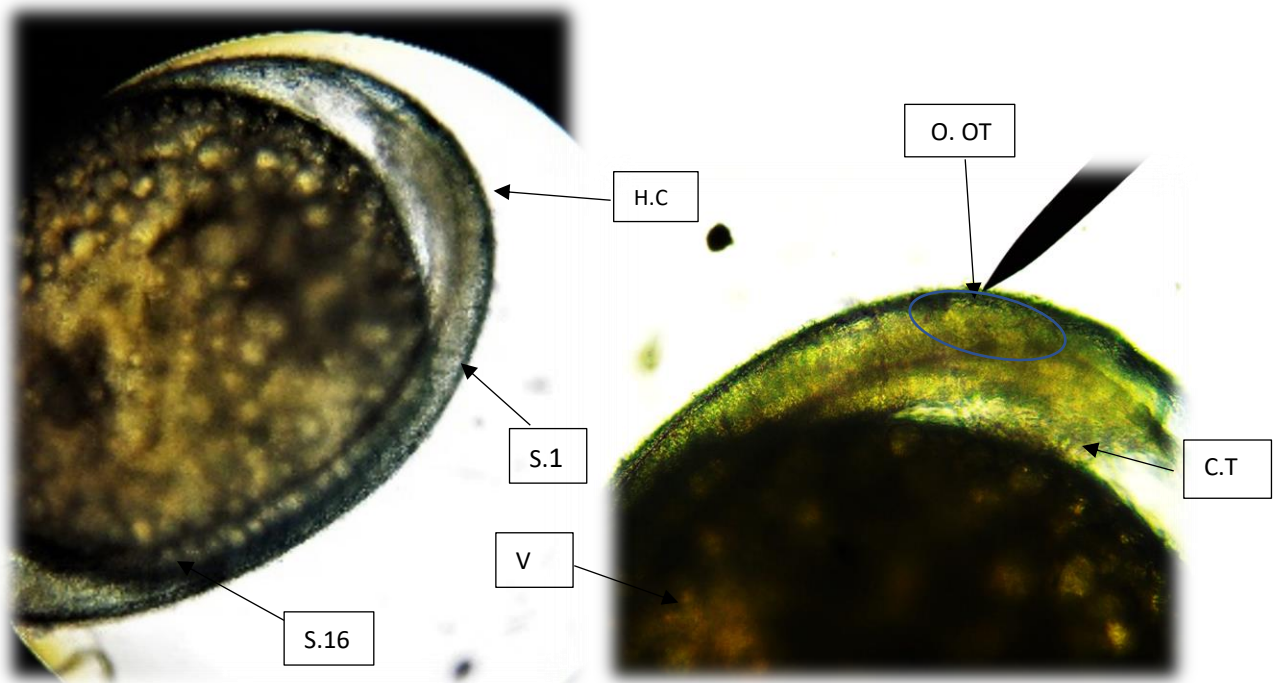
**Fig. 12 de 10-15 somitas *A. nigrofasciata*.** Se observa C.O (Cúpula óptica), S.10 (Somita 10), S.15 (Somita 15) ML(Melanoforos) C (Corion) V (Vitelo)

Se observa de 10 a 15 pares de somitas, con una mayor diferenciación de la cúpula óptica, se destaca la presencia de melanóforos rodeando del vitelo.

## Estadio 11

*De 16 a 19 pares de somitas*

**Hora (27:32 ± 03:30)**



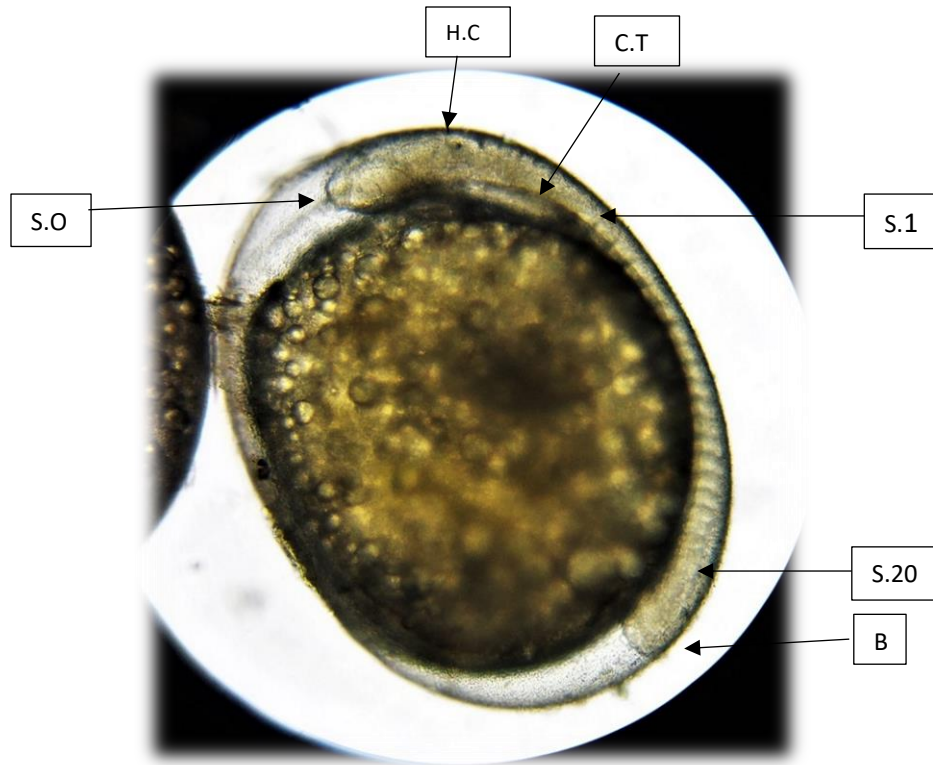
**Fig. 13 de 16-19 somitas *A. nigrofasciata*.** Se observa **H.C** (Hemisferios cerebrales), **S.1** (Somita 1), **S.16** (Somita 16), **C. T** (Corazón tubular), **V** (Vitelo), **O. OT** (Otocistos con otolitos).

Se observa de 16 a 19 pares de somitas, en este estadio inicia una diferenciación del corazón inicialmente tubular dentro de la cavidad pericárdica, por lo tanto, también inicia una circulación vitelina, también empieza la formación de los hemisferios cerebrales por movimientos de evaginación, se observa las placodas del otocisto, en la cual por procesos de invaginación presentan los otolitos.

## **Estadio 12**

***De 20 a 24 pares de somitas***

**Hora (30:00 ± 02:30)**



**Fig. 14 de 20-24 somitas *A. nigrofasciata*.** Se observa **H.C** (Hemisferios cerebrales), **S.1** (Somita 1), **S.20** (Somita 20), **C.T**(Corazón tubular), **P. AC** (Pliegue de la aleta caudal), **B** (Balancines)

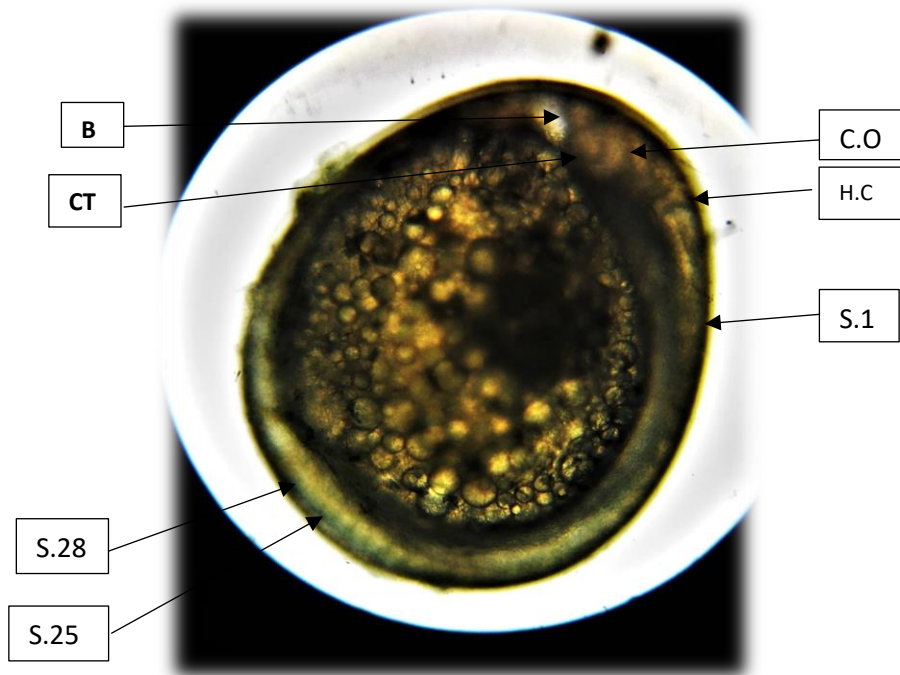
En este estadio se pueden apreciar de 20 a 24 pares de somitas, inicia el desarrollo de unos succionadores orales o glándulas mucosas denominados balancines; en la parte anterior del individuo, se ven más diferenciados los hemisferios cerebrales y el corazón tubular, y en la parte posterior se ve aprecia la diferenciación del pliegue de la aleta caudal.

### Estadio 13

*De 25 a 28 pares de somitas*

**Hora (47:27 - 02:30)**





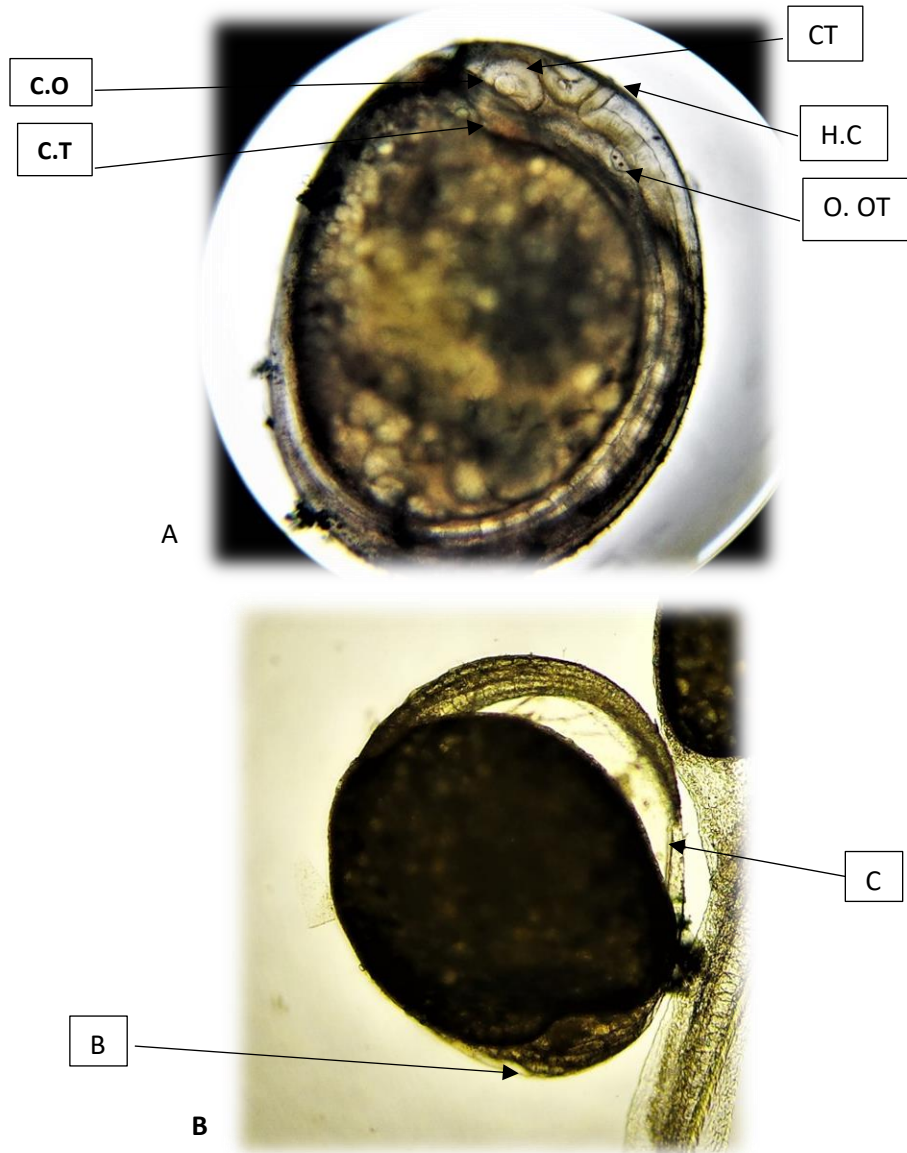
**Fig. 15 de 25-28 somitas *A. nigrofasciata*.** Se observa **H.C** (hemisferios cerebrales), **S.1** (Somita 1), **S.25** (Somita 25), **S.28** (Somita 28), **C.T**(Corazón tubular), **C.O** (Cúpula óptica), **B** (Balancines), **CT** (Cristalino)

Este estadio presenta de 25 a 28 pares de somitas, se aprecian pequeñas contracciones musculares, un mayor desarrollo de los balancines y los hemisferios cerebrales, se observa la capa pigmentada de la cúpula óptica.

#### **Estadio 14**

##### ***Pre eclosión***

**Hora (47:45 ± 02:30)**



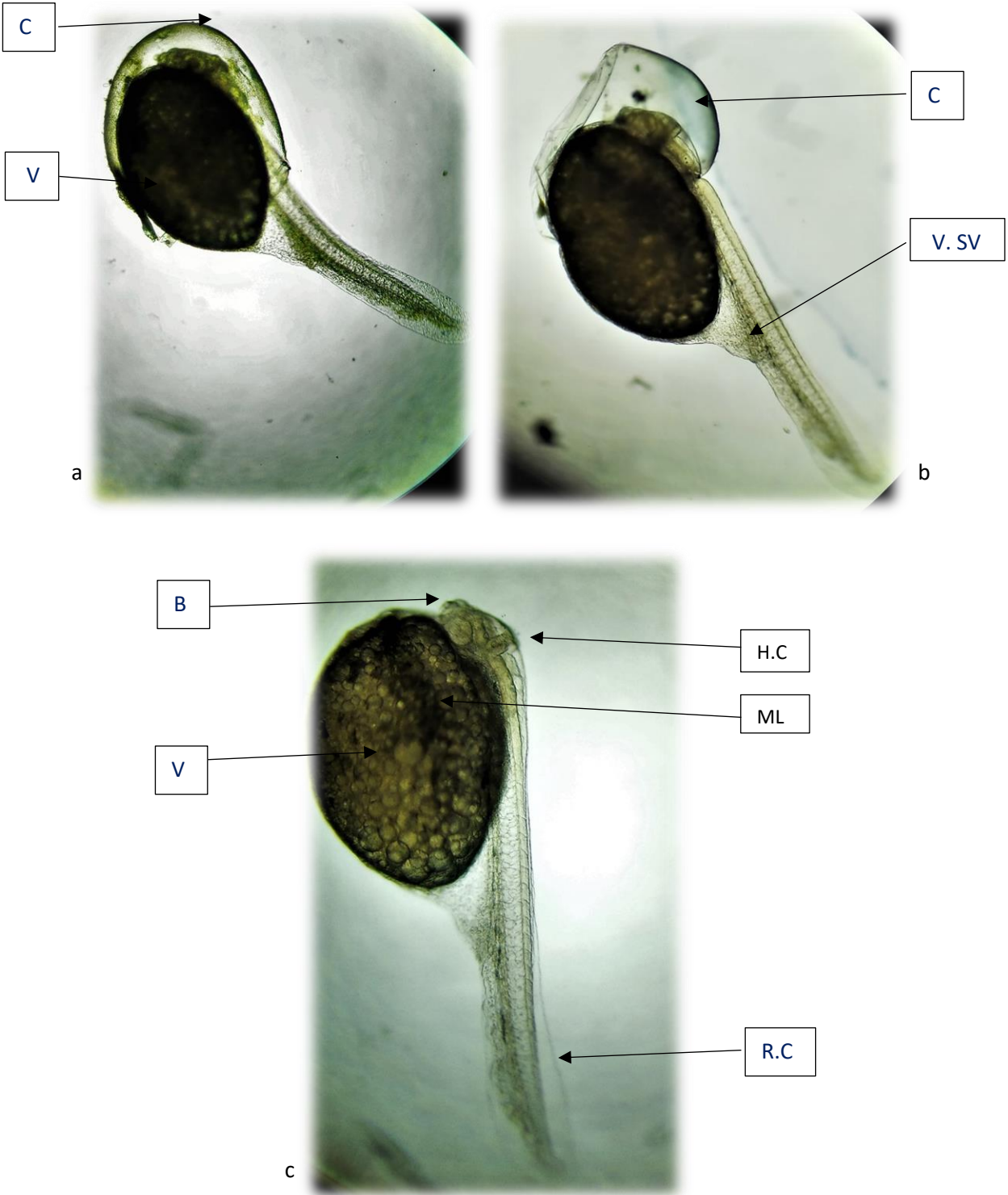
**Fig. 16 Pre eclosión *A. nigrofasciata*.** Se observa **H.C** (hemisferios cerebrales), **C.T**(Corazón tubular), **C. O** (Cúpula óptica), **C** (Corión), **CT** (Cristalino), **B** (Balancines)

En este estadio hay una mayor diferenciación y desarrollo de los hemisferios cerebrales, el corazón y los balancines. Se observa un crecimiento de la parte caudal, por lo cual ya no se distinguen el número de somitas. El embrión realiza pequeñas contracciones con el fin de debilitar la membrana coriónica que lo recubre. Como se observa en la figura B.

**Estadio 15**

***Eclosión/***

Hora (48:16 + 04:00)



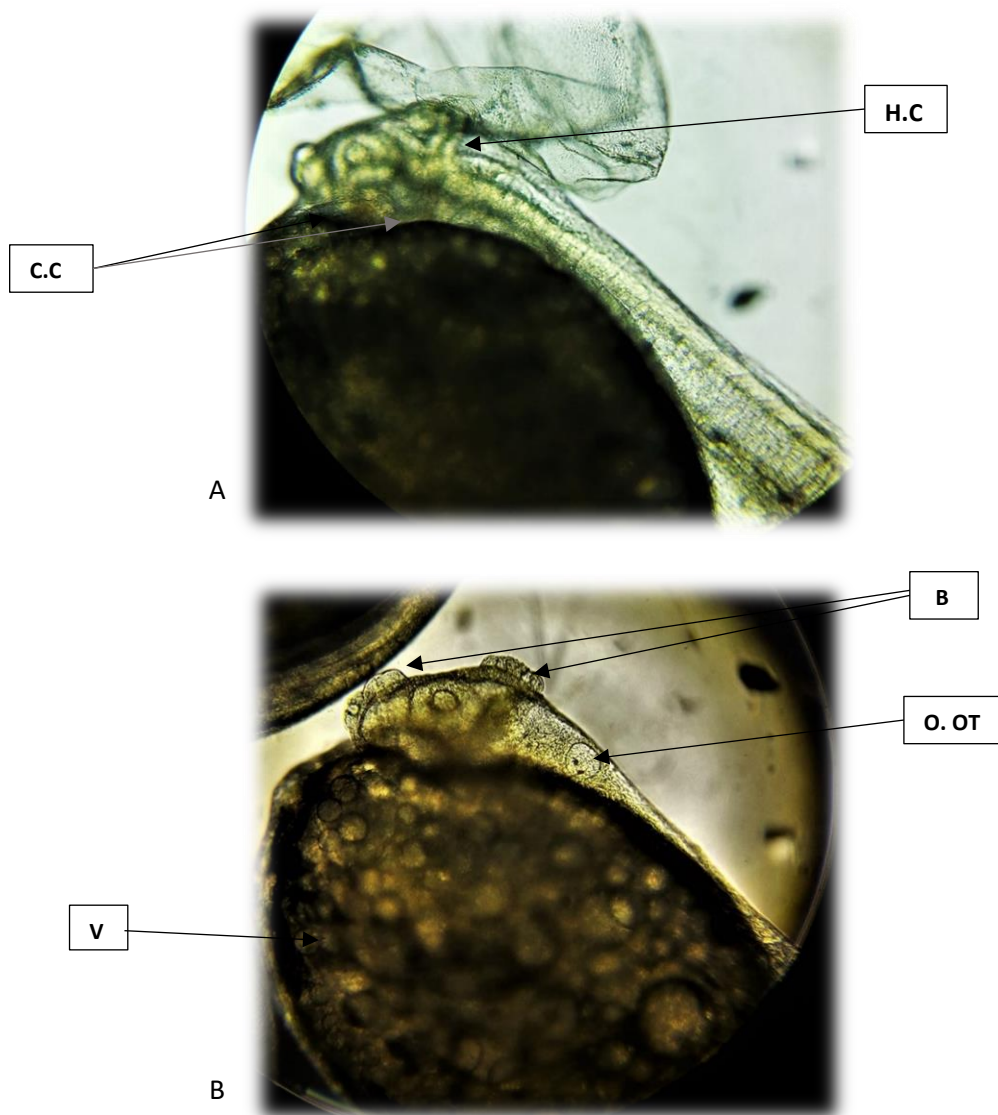
**Fig. 17** Eclósión *A. nigrofasciata*. Se observa **H.C** (hemisferios cerebrales), **R.C**(Región caudal), **ML**(Melanóforos), **V. SV** (Vasos sanguíneos vitelinos), **C** (Corión), **B** (Balancines)

El individuo rompe el corión después de la serie de contracciones corporales (Fig. 17A), el embrión sigue realizando estos movimientos con el fin de salir totalmente este (Fig. 17B), se puede apreciar tanto el desarrollo de la región caudal, como la vascularización del vitelo (Fig. 17C). Se observan melanóforos dispuestos en el plano ecuatorial del vitelo.

### Estadio 16

#### *Corazón de dos Cámaras*

Hora (54:55 ± 02:30)



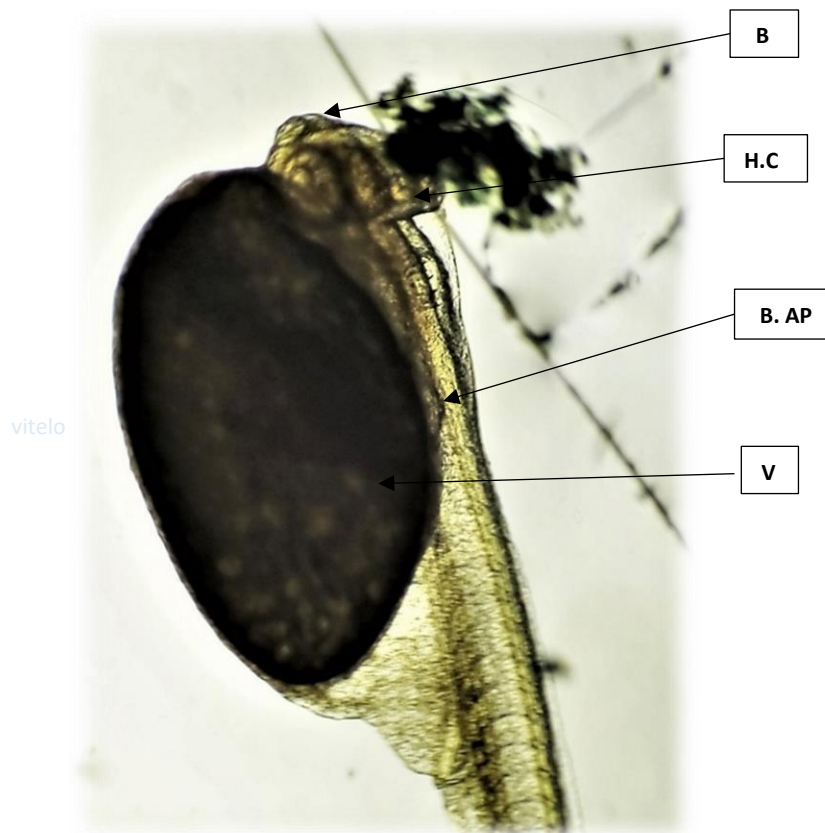
**Fig. 18 Corazón de dos cámaras *A. nigrofasciata*.** Se observa **H.C** (hemisferios cerebrales), **C.C** (Corazón de dos cámaras), **V** (Vitelo), **O. OT** (Otocisto con otolitos), **B** (Balancines)

Por un movimiento de constricción el corazón se divide en un ventrículo y una aurícula. (Fig. 18A)  
En este estadio también se puede ver el desarrollo total de los balancines que se encuentran en la parte frontal y superior de la cabeza del individuo. (Fig. 18B)

### Estadio 17

#### *Botón aleta Pectoral*

Hora (55:32 ± 02:30)



**Fig. 19 Botón aleta pectoral *A. nigrofasciata*.** Se observa **H.C** (hemisferios cerebrales), **B. AP** (Botón Aleta Pectoral), **V** (Vitelo), **B** (Balancines)

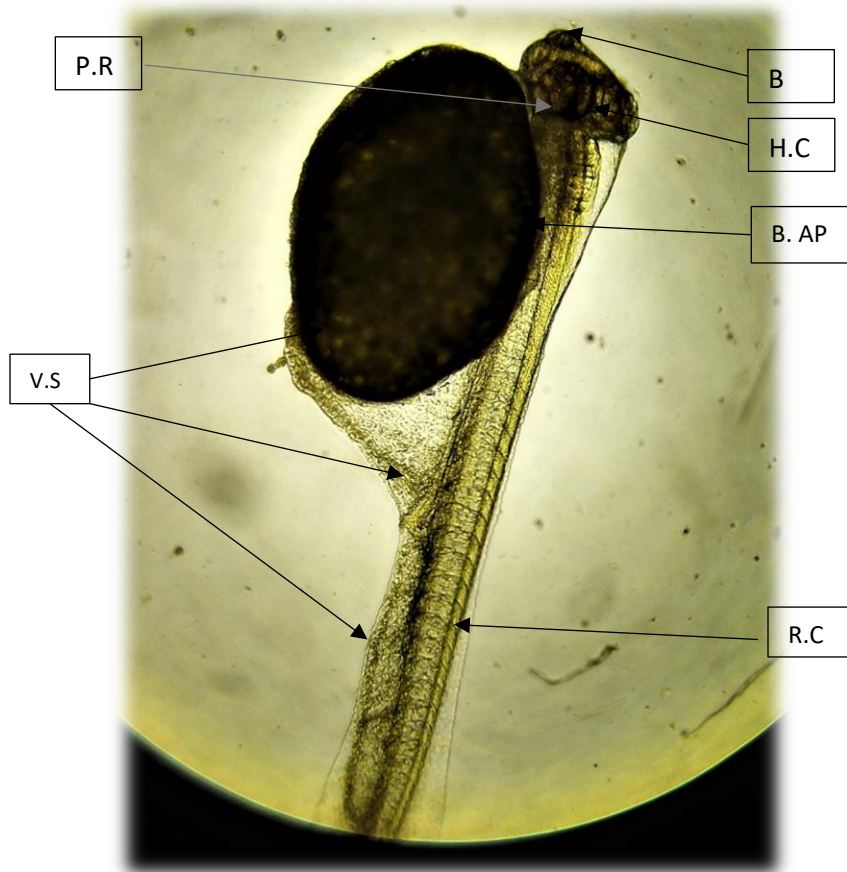
En esta etapa el embrión presenta un aumento de tamaño. Por movimientos de evaginación se empieza a observar un esbozo de lo que será la aleta pectoral, y se aprecian mas cantidad de vasos sanguíneos conectados al vitelo y a la región corporal.



## Estadio 18

### *Circulación segmentaria*

Hora (74:29 ± 02:00)



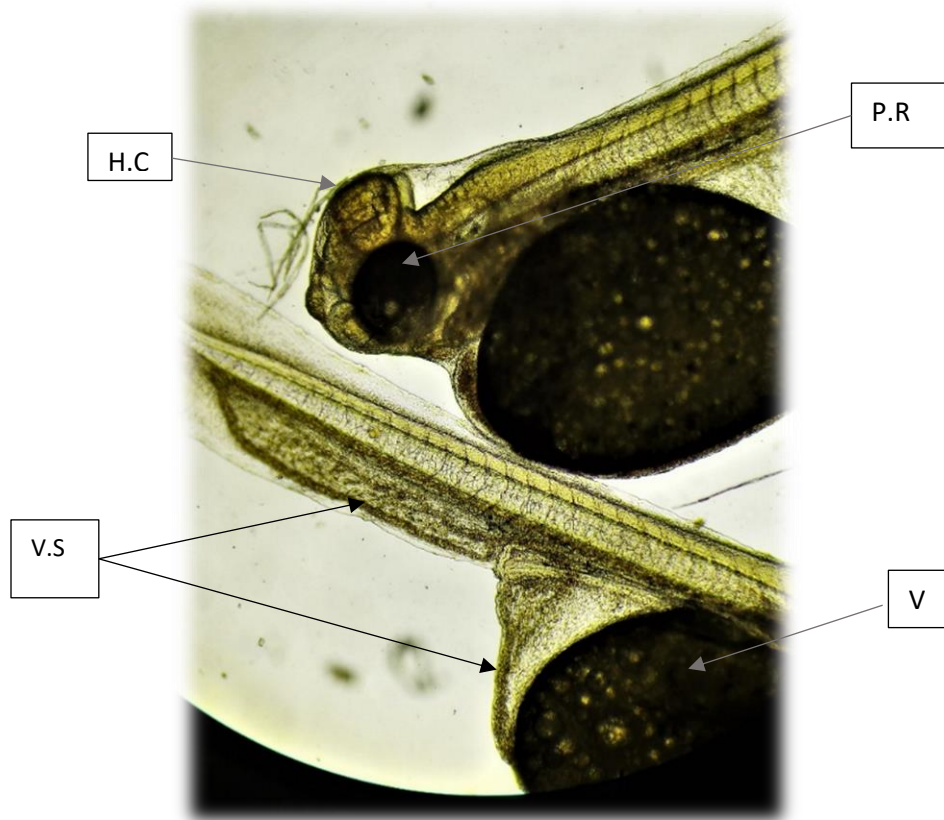
(Fig. 20 **Circulación segmentaria** *A. nigrofasciata*. Se observa **H.C** (hemisferios cerebrales), **B**. **AP** (Botón Aleta Pectoral), **V.S** (Vasos sanguíneos), **B** (Balancines), **R.C** (Región Caudal), **P.R**(Pigmentación retinal))

Se pueden ver gran cantidad de vasos sanguíneos, también se puede apreciar una circulación segmentaria. Se distingue mayor reabsorción vitelina, el inicio de la pigmentación retinal y la diferenciación de región caudal, apareciendo los primeros lóbulos de la aleta caudal.

## Estadio 19

***Pigmentación retinal total***

**Hora (76:00 ± 02:00)**



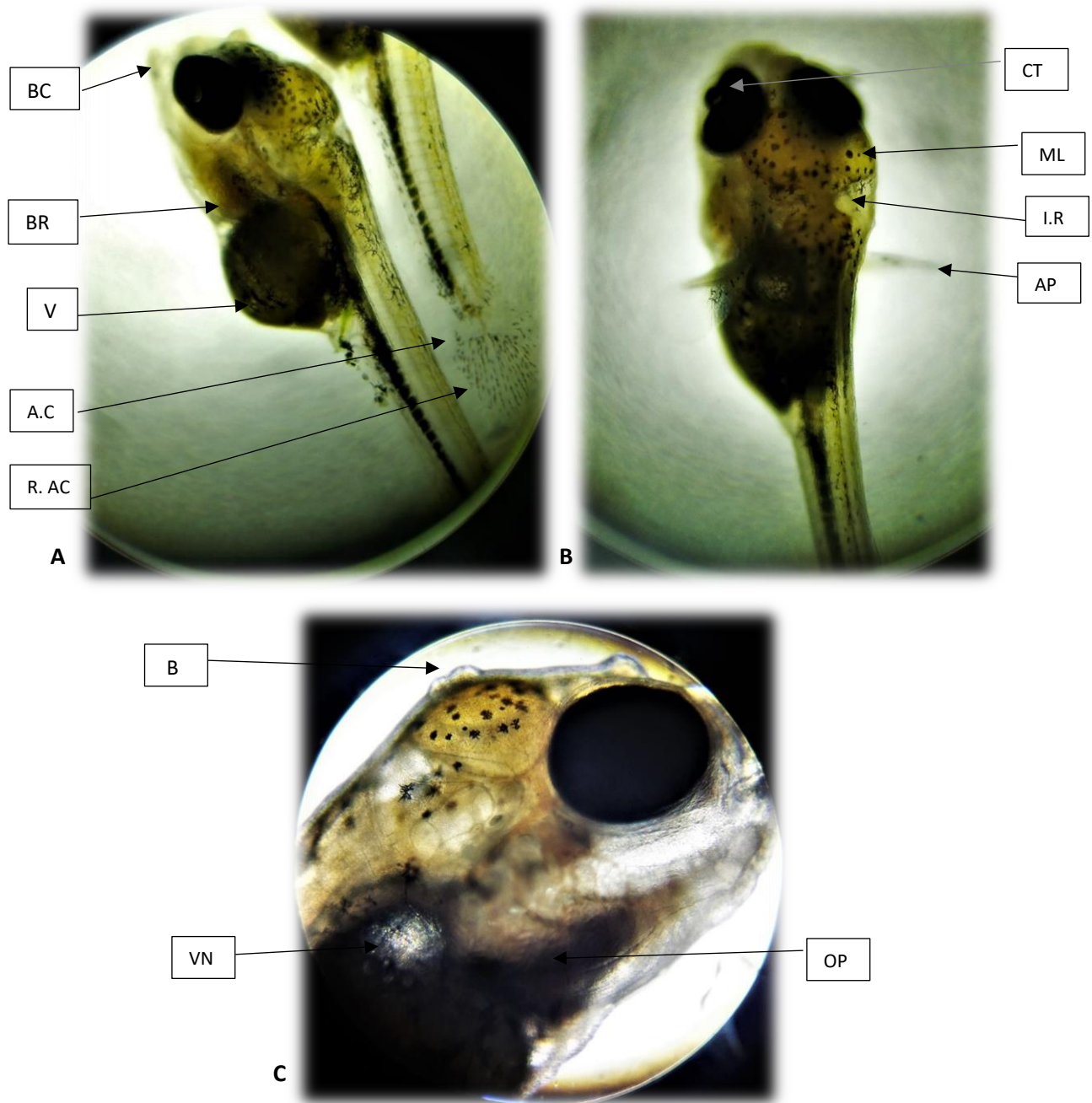
**Fig. 21 Pigmentación Retinal total *A. nigrofasciata*.** Se observa **H.C** (hemisferios cerebrales), **V.S** (Vasos sanguíneos), **V** (Vitelo), **P.R**(Pigmentación retinal)

Se observa mayor desarrollo de los hemisferios cerebrales, se aprecia con mayor claridad los vasos sanguíneos, y se ve una pigmentación retinal total. En la región media se puede ver una mayor reabsorción de vitelo, y una mayor diferenciación de lo que será parte del sistema excretor.

**Estadio 20**

***Apertura de Boca***

**Hora (168 (1 semana))**



**Fig. 22** Apertura de boca *A. nigrofasciata*. Se observa en A) **BC** (Boca), **BR** (Branquias), **A.C** (Aleta caudal), **R.AC** (Radios de la aleta caudal) **V** (Vitelo); en B) **A.P**(Aleta pectoral), **CT** (Cristalino) **ML** (Melanóforos), **I.R** (Istmo a nivel de rombo encéfalo) ; en C) **B** (Balancines); **VN**(Vejiga natatoria), **OP** (Opérculo)

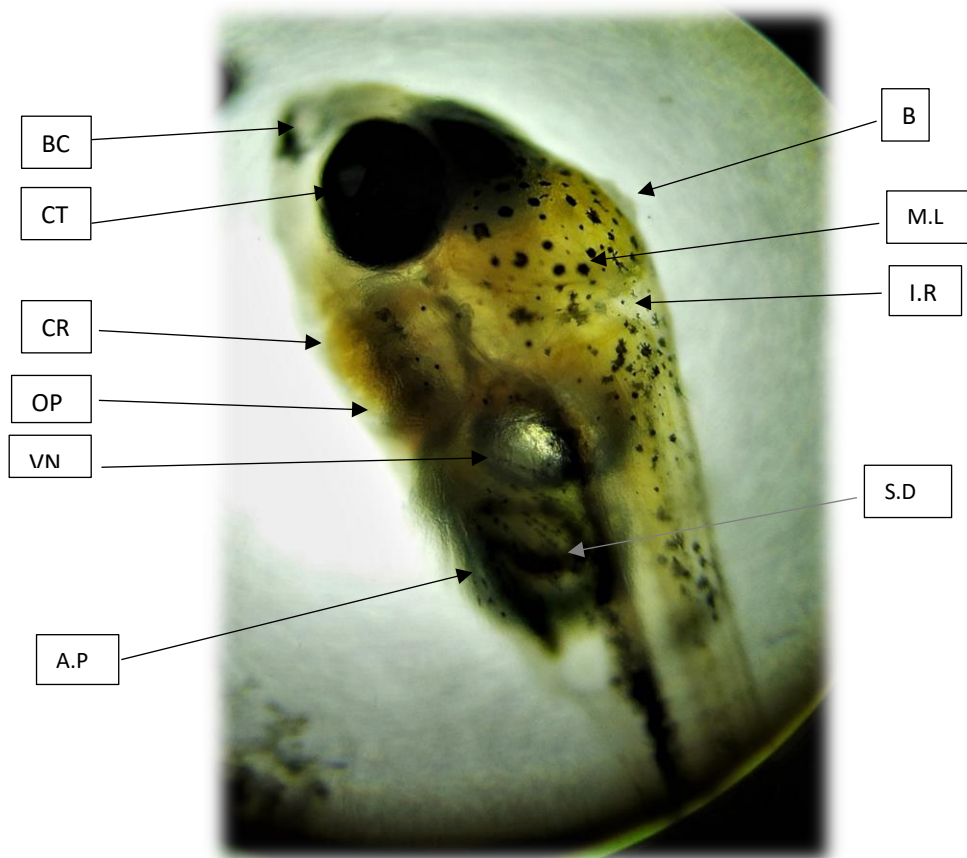


Se aprecia la apertura de boca y por lo tanto una considerable reabsorción de vitelo. Se ve claramente la pigmentación corporal y vitelina debido a los melanóforos los cuales presentan forma estrellada. Se observa la cavidad opercular y branquias, la diferenciación clara la vejiga natatoria y un istmo a nivel del rombo encéfalo. En la parte posterior presenta aletas pectorales y aleta caudal con radios desarrollados.

## Estadio 21

### *Sistema digestivo*

**Hora (216 (1 semana y dos días))**



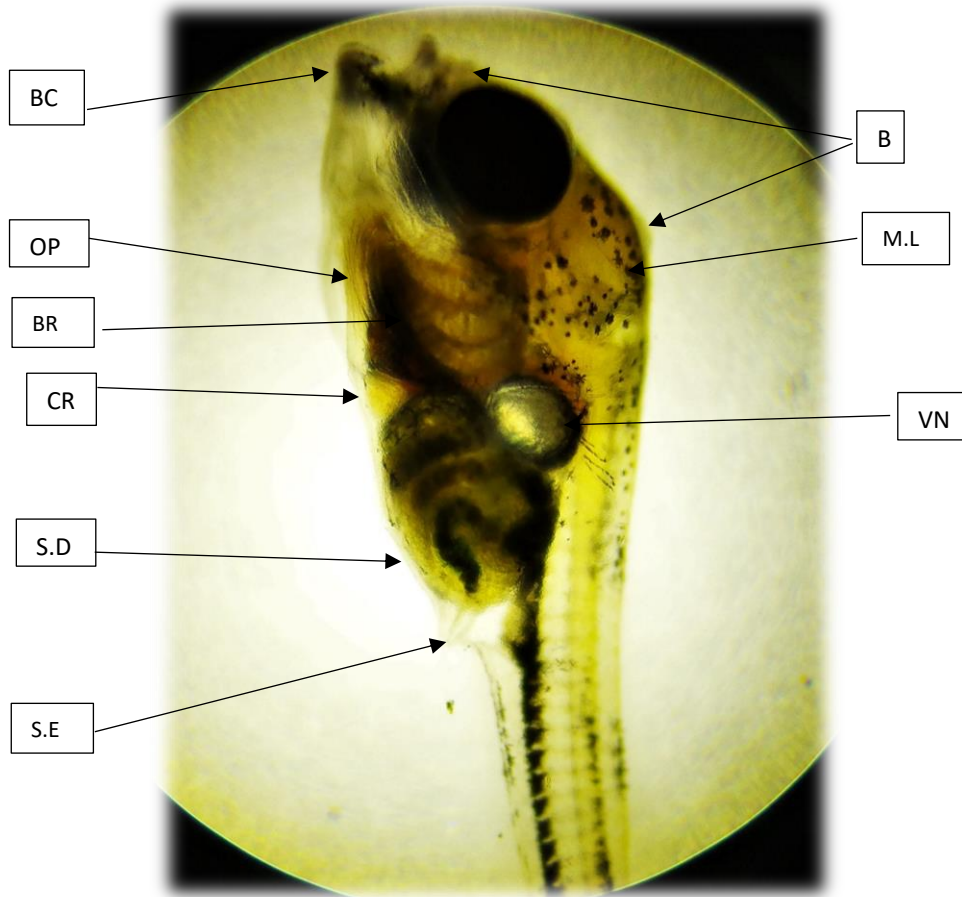
**Fig. 23 Sistema digestivo *A. nigrofasciata*.** Se observa en **BC** (Boca), **CR** (Corazón), **A.P**(Aleta pectoral), **CT** (Cristalino) **ML** (Melanóforos), **I.R** (Istmo a nivel de rombo encéfalo); en C) **B** (Balancines), **VN** (Vejiga natatoria), **OP** (Opérculo), **S.D** (Sistema digestivo)

Los balancines empiezan a disminuir su tamaño, el vitelo está totalmente reducido. El sistema digestivo ya se ve diferenciado se alcanza a apreciar parte del intestino, hay mayor diferenciación de la vejiga natatoria, de los radios de las aletas pectorales, y mayor cantidad de melanóforos.

## Estadio 22

### *Reabsorción total de vitelo*

Hora (240 (1 semana y tres días))



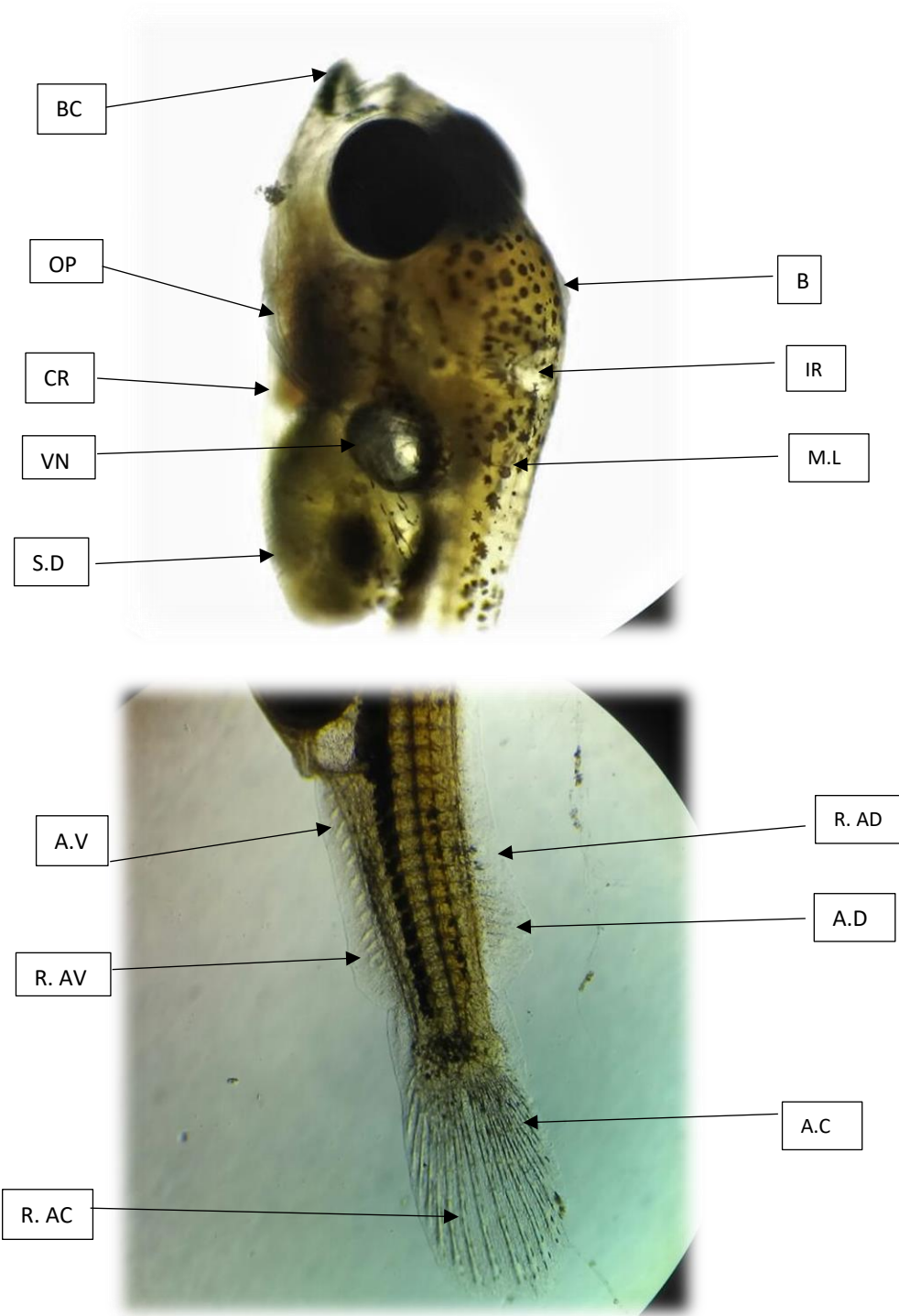
**Fig. 24 Reabsorción total de vitelo *A. nigrofasciata*.** Se observa en **BC** (Boca), **CR** (Corazón), **ML** (Melanóforos), **B.R** (Branquia) **B** (Balancines), **VN**(Vejiga natatoria), **OP** (Opérculo), **S.D** (Sistema digestivo), **S.E** (Sistema Excretor)

Se puede observar mayor diferenciación de todas las estructuras mencionadas en los estadios anteriores. Los balancines ya se aprecian muy poco, e inicia la diferenciación de los lóbulos de lo que será la aleta dorsal y la aleta ventral.

## Estadio 23

### *Reabsorción de balancines*

Hora (264 (1 semana y cuatro días))



**Fig. 25** Reabsorción de balancines *A. nigrofasciata* Se observa en BC (Boca), CR (Corazón), ML (Melanóforos), B.R (Branquia) B (Balancines); VN(Vejiga natatoria), I.R (Istmo a nivel de rombo encéfalo), OP (Opérculo), S.D (Sistema digestivo), A.V (Aleta ventral), R.AV (Radios de

la Aleta ventral), **A.D** (Aleta dorsal), **R.AD** (Radio de la Aleta dorsal), **A.C** (Aleta caudal) **R.AC** (Radio de la Aleta caudal).

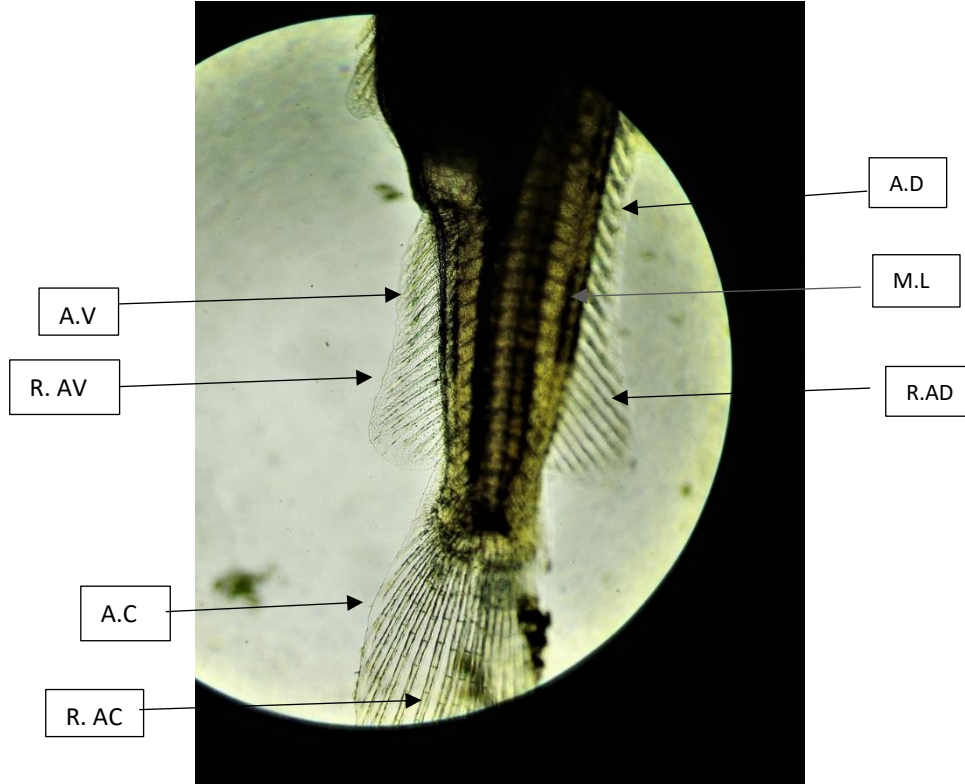
Se da la reabsorción total de los balancines o suctores orales por lo cual se ve levemente en la fig. 25. Se observa mayor diferenciación de la aleta ventral, aleta dorsal y aleta caudal con radios más desarrollados.

## Estadio 24

### *Alevín*

**Hora (288 (1 semana y cinco días))**





**Fig. 26 Alevín *A. nigrofasciata*.** Se observa en **BC** (Boca), **ML** (Melanóforos) , **B.R** (Branquia) **P.C** (Pigmentación corporal), **CN** (Cornea), **CT** (Cristalino) , **P.R** (Pigmentación retinal), **VN** (Vejiga natatoria), **OP** (Opérculo), **A.V** (Aleta ventral), **R.AV** (Radios de la Aleta ventral), **A.D** (Aleta dorsal), **R.AD** (Radio de la Aleta dorsal), **A.C** (Aleta caudal) **R.AC** (Radio de la Aleta caudal).

Se observa que el individuo empieza a tomar la coloración característica de su especie gracias al ordenamiento de los melanóforos, que se pueden observar en grupos horizontales, delimitando las líneas verticales que caracterizan a esta especie de convictos. Se aprecia la córnea, y un cristalino más desarrollado. Se observa la forma de las aletas más diferenciadas gracias a la longitud de los radios de estas. A partir de este punto el individuo empezará a aumentar su tamaño.

### 7.7 Tabla del desarrollo embrionario

Número del estadio	Nombre del estadio	Duración del estadio (H)	Edad total en horas
1	Ovocito fertilizado	-	0,00
2	Primer clivaje	0,45	0,45

5	Disco blástula	3, 22	6,30
6	Gástrula	-	6,34
9	De 3 a 9 pares de somitas	2,30	23,16
10	De 10 a 15 pares de somitas	2,31	25,47
11	De 16 a 19 pares de somitas	2,15	27,32
12	De 20 a 24 pares de somitas	3,28	30,00
13	De 25 a 28 pares de somitas	-	47, 27
14	Pre eclosión	1,29	47,45
15	Eclosión	-	48,16
16	Corazón de dos cámaras	6,39	54,55
17	Aleta pectoral	1,23	55,32
18	Circulación segmentaria	2,30	74,29
19	Pigmentación retinal total	2,31	76,00
20	Apertura de boca	-	168,00
21	Sistema digestivo	-	216,00
22	Reabsorción total de vitelo	-	240,00
23	Reabsorción de balancines	-	264,00
24	Alevín	-	288,00

## 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los peces han desarrollado distintas estrategias que optimizan la supervivencia de su especie, ejercen el cuidado parental como un conjunto de características que garanticen la supervivencia de su descendencia (Granado, 2000); la especie *Amatitlania nigrofasciata* poseen un cuidado biparental al momento de la puesta ya que tanto el macho como la hembra protegen los huevos desde el momento de su fecundación – fertilización hasta el alevinaje.

La tabla del desarrollo embrionario del pez *Amatitlania nigrofasciata*, se toma de acuerdo a lo propuesto por Kimmel et al.,(1995) clasificándolo por diferentes fases como cigoto, clivaje, blástula, gástrula, segmentación, faringula (periodo en el cual el pez comienza a mostrar órganos completamente formados), y finalmente eclosión; la fase larval inicia posteriormente de la eclosión, seguido de la reabsorción de vitelo hasta la alimentación exógena; la fase post-larval comienza con la alimentación externa, el consumo del resto de vitelo y finaliza con la aparición de aletas pectorales, ventrales y caudales que es cuando inicia la fase de alevín, fase que concluye este estudio. (Zaniboni-Filho *et al.* (2002), tomado de Hernández et al., 2016)

El estudio del desarrollo embrionario inicia en la fase de cigoto, el cual es característico para los telolecíticos al presentar según Hernández et al (2016) una diferenciación en el polo germinal o polo animal donde se va a desarrollar el individuo, y el polo vegetal en el cual se encuentra todo el vitelo o sustancias de reserva. Martínez & Murillo (1986) describen el cigoto de *C. nigrofasciatum* ahora *A. nigrofasciata* el cual presenta una cápsula transparente o un corion liso, se observan los glóbulos lipídicos con diámetros entre 0.06 y 0.20 mm distribuidos por todo el polo vegetativo lo cual coincide con lo observado en la fase de cigoto de la tabla embrionaria de *A. nigrofasciata* (Fig. 7).

La fase de clivaje inicia con división de tipo meroblastico es decir que ocurre únicamente en el polo animal, se da de forma meridional (Valbuena 2012), en la especie *A. nigrofasciata* se observa el primer clivaje tal como lo plantea Valbuena, formando dos blastómeros de aproximadamente el mismo tamaño, en los embriones observados en la capacitación que también son telolecíticos se pudo apreciar el mismo tipo de segmentación meroblastica (Ver Anexo 1, 2, 3 y 4); los siguientes clivajes no pudieron ser observados en los embriones de *A. nigrofasciata*, ya que es posible que el cambio de temperatura al momento de la observación haya retrasado la división, por lo cual es siguiente estadio de disco blástula.

La blastulación o formación de la disco blástula en la especie *A. nigrofasciata* ocurre aproximadamente entre la 3,08 y la 6,3 HPF (Hora Post Fecundación), En la especie *Pimelodus grosskopfii* esta inicia a la 1,8 HPF (Valbuena, 2012); en la especie *Trichogaster trichopterus* la cual es una de las especies de la capacitación esta disco blástula inicia su formación a la 1,3 HPF (Penagos, 2016), por lo tanto se puede ver la gran diferencia en cuanto al tiempo de inicio de esta fase en la especie *A. nigrofasciata*, a cercándose más al tiempo de blastulación en la rana sabanera *Dendrosopus labialis* la cual inicia a la 4,07 HPF (Sarria, 2010). A pesar de que los blastómeros son de pequeño tamaño se puede distinguir uno del otro, y el volumen del o permanece constante.

La gastrulación ocurre mediante movimientos de epibolía de las células blastodérmicas y periblasticas, estos movimientos implican contracciones mayores y menores y una expansión del blastodermo (Valbuena, 2012; Olaniyi & Omitogun, 2014); en la especie *A. nigrofasciata* no se alcanzó a realizar el seguimiento de todo el proceso de epibolía se tiene registro de una gástrula



temprana que se reconoce por la diferenciación del labio dorsal del blastoporo, y el inicio de una gástrula media ya que se ve aproximadamente un 20% de epibolia (Fig. 10). El inicio de la gastrulación ocurrió a la 6,34 HPF, al igual que con la blastulación la especie *A. nigrofasciata* tiene su tiempo de desarrollo más tardío que el de las especies de peces *T. Trichopterus* (4,16 HPF), *P. grosskopfii* (3,6 HPF) pero más temprano que el de la especie *D. labialis* (10, HPF), y las especies de ciclidos *Cichlasoma dovii* (13HPF) *Pterophylum scalare* (34 HPF) (Peña et al., 1988; Ávila et al., 2008; Sarria, 2010; Valbuena, 2012; Penagos, 2016).

La fase de faringula y segmentación inicia con el estadio de 3 a 9 pares de somitas dónde se aprecia la formación de una gran vesícula cefálica y cúpulas ópticas, allí ya se empiezan a diferenciar los estadios con la especie *D. labialis* ya que se empiezan a diferenciar estructuras distintas, En cuanto a la aparición de órganos coincide con la secuencia vista en la capacitación en las especies *O. mykiss* (Anexo No 2), *T. Trichopterus* (Anexo No 3) y *B. Splendens* (Anexo No 4) con la cual tiene en común la visualización de somitas, aunque no los tiempos de desarrollo.

En el estadio de 20 a 24 pares de somitas (30 HPF), se observa la aparición de unos suctores orales o glándulas mucosas, las cuales se encuentran ausentes en los individuos estudiados en la capacitación (ver Anexos). Según Maynero (2008) en etapas larvales muchas especies poseen estructuras anexas como los balancines, que actúan para complementar los movimientos de locomoción hasta que surgen los miembros especializados para esto. Las larvas de algunos anuros presentan órganos adhesivos, formados por elementos hioideos con función de fijación. En la especie *A. nigrofasciata* tiene la función de fijación, ya que en medio de su cuidado parental los progenitores cambian de lugar a sus crías para evitar la depredación así que deben fijarse en los lugares en los cuales son depositados, hasta llegar a la etapa de alevinaje donde son totalmente independientes y estas estructuras son reabsorbidas (Fig. 26)

La eclosión de la especie *A. nigrofasciata* se da a las 48,16 HPF, según Martínez & Murillo (1986) la especie *A. nigrofasciata* antes nombrada *Cichlasoma nigrofasciatum* para este punto posee los glóbulos lipídicos concentrados en el polo inferior del huevo, lo cual se puede notar en la Fig. 17 ya que en la parte inferior estos glóbulos son de mayor tamaño que en la parte anterior; también presentan grandes melanóforos en la zona ecuatorial del ovocito lo cual se puede observar en el estadio de eclosión, estos autores no especifican la hora de eclosión pero las características descritas concuerdan con lo visto en el estudio.

Después de la Eclosión el corazón se especializa por un proceso de constricción y pasa a tener dos cámaras lo cual se observa en la especie *B. Splendens* (Anexo No 4). Siguiendo la secuencia luego de la eclosión aparece el botón o esbozo de las pectorales al igual que en las especies de peces estudiadas en la capacitación (Ver anexos).

La circulación segmentaria en la especie *A. nigrofasciata* aparece a las 74 HPF, por el contrario, en la especie *T. Trichopterus* y *B. splendens* se puede apreciar antes de su eclosión (Penagos,2016).



Martínez & Murillo (1986) describen a las 72 HPF unas vesículas oculares agrandadas, se observa este en comparación con el individuo de 48 HPF y cumple con esta característica; presenta dos vesículas cerebrales las cuales se diferenciaron aproximadamente a las 55 HPF como se puede ver en la Fig.19, y el saco vitelino ya no presenta los melanóforos en la zona inferior, ya que estos empiezan a concentrarse alrededor del vitelo.

Martínez & Murillo (1986) describen para esta especie a las 96 HPF la ausencia de pigmento en los ojos, la cual en el estudio inició aproximadamente a las 74HPF y en las 76 HPF ya tenían pigmentación retinal total; también plantean que los melanóforos cubren totalmente el saco vitelino lo cual no se evidencia en el estudio realizado, ya que estos solo aparecen recubriendo los bordes del saco y un poco del plano ecuatorial de éste. En comparación con los individuos estudiados en la capacitación *O. Mykiss* presenta pigmentación antes de la eclosión y *B. splendens* poco después de la eclosión inicia la pigmentación retinal.

Una semana PF se observa in Istmo a nivel de romboencéfalo (Fig. 22). El romboencéfalo está formado por el mielencéfalo y el metencéfalo el cual se extiende desde la flexora pontina hasta este Istmo del romboencéfalo. (Sandler, 2007)

La reabsorción total de vitelo se observa a las 240 HPF (10 días), en el cual los autores Martínez & Murillo (1986) plantean que esto ocurre a los 6 días después de la eclosión lo cual es en las 192 HPF aproximadamente, en la observación realizada a las 216 HPF los individuos aun presentan un poco de vitelo.

Luego de 12 días post fertilización según Martínez & Murillo (1986) hasta ahora inicia la diferenciación de lo que dará origen a las aletas pélvicas, y hasta ahora se genera la separación entre la aleta caudal y los lóbulos de la aleta dorsal y anal. Lo cual se registra para el día 10 PF de este estudio.

Describen para el día 20 en estadio de alevín, registrado en este estudio para el día 12 PF el cual se caracteriza porque todas las aletas presentan radios y el individuo adquiere la pigmentación general de la especie, compuesta por el ordenamiento de pequeños melanóforos, por ejemplo, las hileras de melanóforos que van a formar las bandas verticales a los costados que con característicos de este pez (Fig. 24).

## 9. CONCLUSIONES

- La especie *A. nigrofasciata* presenta en su desarrollo embrionario a partir de las 30 HPF unas glándulas mucosas denominadas balancines, que tienen como función fijación o adherencia de estos al sustrato, los cuales desaparecen al llegar a la etapa de alevinaje.
- La circulación segmentaria en estos individuos aparece a las 74 HPF mucho después comparado con las especie *B. Splendens* y *T. Trichopterus*.

- En el estudio de Martínez & Murillo (1986) para *Cichlasoma nigrofasciatum*, ahora *Amatitlania nigrofasciata* se plantea la ausencia de pigmento retinal a las 96 HPF, en el estudio se encontró que esta pigmentación inicia aproximadamente a las 74 HPF, esto puede deberse a los equipos usados en la época del estudio, o a las complicaciones taxonómicas de la especie.
- Según Martínez & Murillo (1986) a los 12 días PF inicia la diferenciación de las aletas pélvicas, y hasta ahora se genera la separación entre la aleta caudal y los lóbulos de la aleta dorsal y anal, lo cual en este estudio se registra para el día 10.
- La reabsorción total de vitelo se observa a las 240 HPF (10 días), en el cual los autores Martínez & Murillo (1986) plantean que esto ocurre a los 6 días después de la eclosión lo cual es en las 192 HPF aproximadamente, en la observación realizada a las 216 HPF los individuos aun presentan un poco de vitelo.
- Martínez & Murillo describen para el día 20 el estadio de alevín, registrado en este estudio para el día 12 PF.
- La importancia de realizar el estudio del desarrollo embrionario de la especie *A. nigrofasciata* radica en que ésta puede ser usada como modelos biológicos para posteriores investigaciones a nivel molecular, fisiológico y morfológico.
- El seguimiento de la duración entre estadios puede variar ya que no todos los ovocitos se desarrollan al mismo tiempo, dado que el momento de la fecundación-fertilización no fue realizada en los mismos intervalos de tiempo.

## 10. EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

### 10.1 Primer objetivo específico

Las observaciones de las especies *Dendropsophus labialis*, *Oncorhynchus mykiss* se realizaron con el material biológico preservado del laboratorio de ictiología- embriología de la Universidad El Bosque, haciendo uso del estereoscopio dado el tamaño de este material. En cuanto a las especies *Betta splendens* y *Trichogaster trichopterus*, las observaciones se realizaron usando el microscopio óptico, dado que no había material preservado de estas las observaciones se realizaron in vivo y por medio de fotografías obtenidas anteriormente de estas especies.

### 10.2 Segundo objetivo específico

El acondicionamiento del pez *Amatitlania nigrofasciata* se realizó con base en los referentes teóricos y algunas sugerencias de acurifilos; proporcionando a estos un espacio adecuado para su óptimo desarrollo, usando instrumentos como filtros, termostatos, termómetros y medidor de pH para mantener las condiciones básicas requeridas por esta especie.


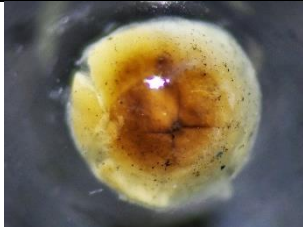




### 10.3 Tercer objetivo específico

Los resultados del estudio dependieron mucho del acondicionamiento para que se diera la reproducción de esta especie, luego de la ovoposición, se siguieron los estadios hasta donde fue posible, realizando la descripción de 20 estadios del desarrollo, consiguiendo un estimado en horas del surgimiento y desarrollo de diversas estructuras, y corroborando la información de la bibliografía encontrada sobre esta especie.

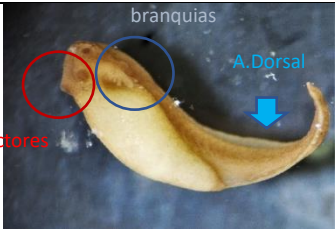
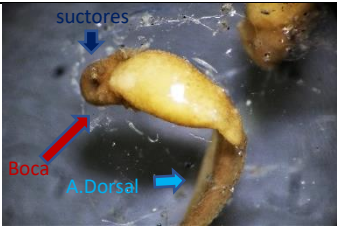
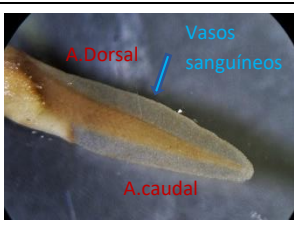
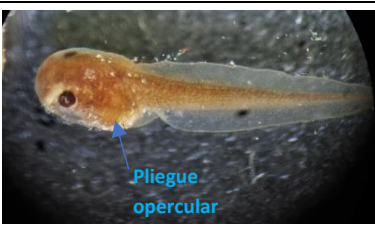
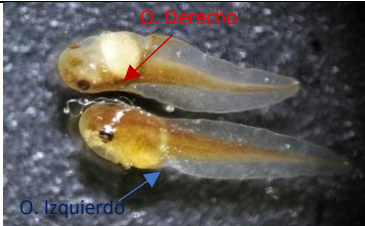
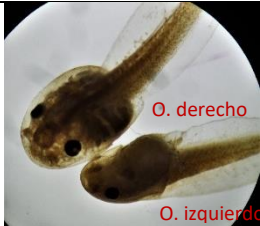
## 11 ANEXOS

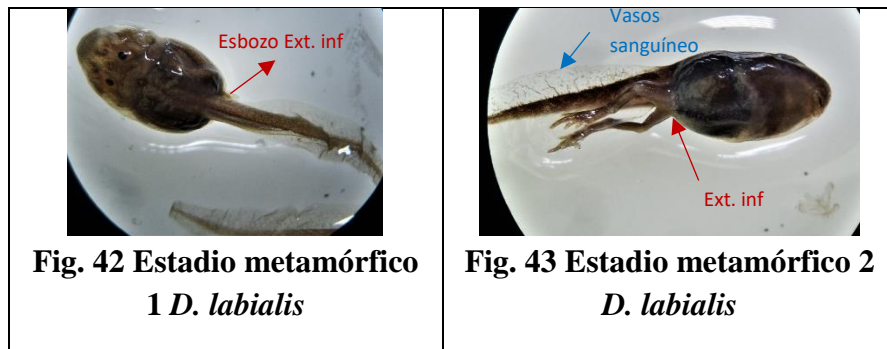
### 11.1 Anexo No 1 *D. labialis*

#### Rana sabanera

Primer Clivaje	Segundo clivaje	Tercer clivaje
 <p><b>Fig. 27</b> Primer clivaje <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 28</b> Segundo clivaje <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 29</b> Tercer clivaje <i>D. labialis</i></p>
Celoblástula desigual	Gástrula	Pliegue neural
 <p><b>Fig. 30</b> Celoblástula desigual <i>D. labialis</i></p> <p>Casquete Vegetal Casquete Animal</p>	 <p><b>Fig. 31</b> Gástrula <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 32</b> Pliegue neural <i>D. labialis</i></p>
Estadio de botón caudal	Estadio de contracción muscular	Estadio de latido cardiaco







 <p><b>Fig. 33</b> Botón caudal <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 34</b> Contracción muscular <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 35</b> Latido cardiaco <i>D. labialis</i></p>
---	--	--


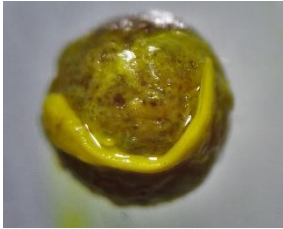





<p><b>Estadio de circulación branquial</b></p>	<p><b>Estadio Apertura de boca</b></p>	<p><b>Estadio de Circulación Caudal</b></p>
 <p><b>Fig. 36</b> Circulación branquial <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 37</b> Apertura de boca <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 38</b> Circulación caudal <i>D. labialis</i></p>
<p><b>Estadio Pliegue opercular</b></p>	<p><b>Estadio Cierre de operculo derecho</b></p>	<p><b>Estadio de operculo completo</b></p>
 <p><b>Fig. 39</b> Pliegue opercular <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 40</b> Opérculo derecho <i>D. labialis</i></p>	 <p><b>Fig. 41</b> Opérculo completo <i>D. labialis</i></p>
<p><b>Estado metamórfico (extremidad inf)</b></p>	<p><b>Estado metamórfico extremidades inferiores</b></p>	



### 11.2 Anexo No 2 *O. mykiss*

#### Trucha Arcoiris

Primer clivaje	Segundo clivaje	Tercer clivaje
 <p><b>Fig. 44</b> Primer clivaje <i>O. mykiss</i></p>	 <p><b>Fig. 45</b> Segundo clivaje <i>O. mykiss</i></p>	 <p><b>Fig. 46</b> Tercer clivaje <i>O. mykiss</i></p>
Discoblástula	Gástrula	Neúrla
 <p><b>(Fig. 47</b> Discoblástula <i>O. mykiss</i>)</p>	 <p><b>(Fig. 48</b> Gástrula <i>O. mykiss</i>)</p>	 <p><b>Fig. 49</b> Neúrla <i>O. mykiss</i></p>
Vesícula óptica	Botón aleta	Pigmetación Retinal

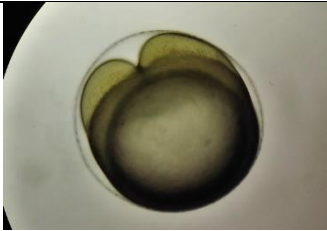
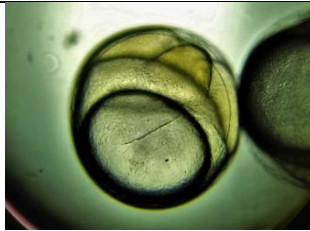


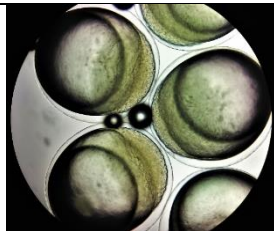


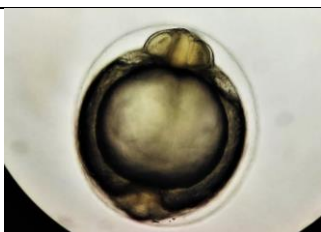
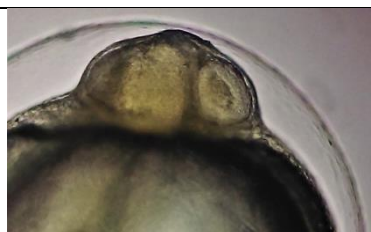
 <p><b>Fig. 50</b> Vesícula óptica <i>O. mykiss</i></p>	 <p><b>Fig. 51</b> Botón aleta <i>O. mykiss</i></p>	 <p><b>Fig. 52</b> Pigmentación retinal <i>O. mykiss</i></p>
<p><b>Pigmentación Corporal</b></p>	<p><b>Preclosión</b></p>	<p><b>Eclosion</b></p>
 <p><b>Fig. 53</b> Pigmentación corporal <i>O. mykiss</i></p>	 <p><b>Fig. 54</b> Pre eclosión <i>O. mykiss</i></p>	 <p><b>Fig. 55</b> Eclosión <i>O. mykiss</i></p>
<p><b>Alevinaje</b></p>		
 <p><b>Fig. 56</b> Alevín <i>O. mykiss</i></p>		

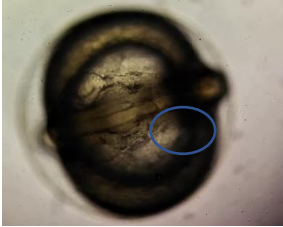
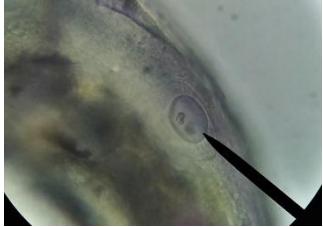
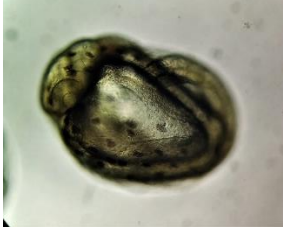
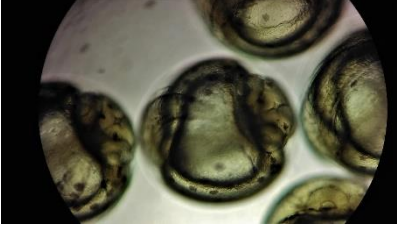
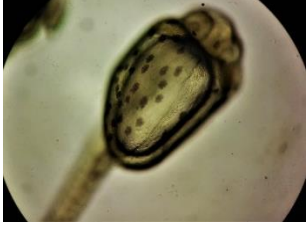
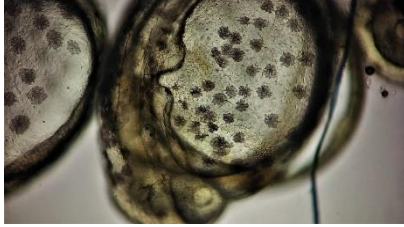
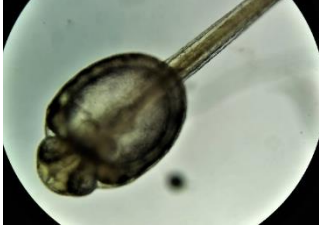
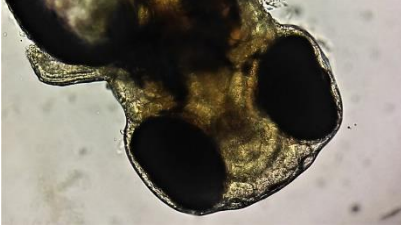
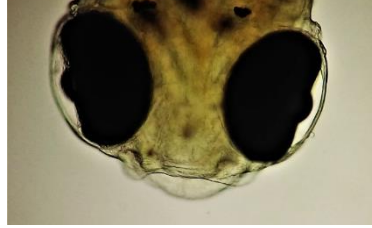
### 11.3 Anexo No 3 *T. trichopterus*

#### Gurami dorado

<p><b>Primer clivaje</b></p>	<p><b>Segundo clivaje</b></p>	<p><b>Tercer clivaje</b></p>
------------------------------	-------------------------------	------------------------------



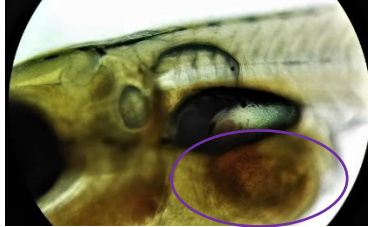
 <p><b>Fig. 57</b> Primer clivaje <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>	 <p><b>Fig. 58</b> Segundo clivaje <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>	 <p><b>Fig. 59</b> Tercer clivaje <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>
<p><b>Cuarto clivaje</b></p>	<p><b>Discoblastula</b></p>	<p><b>Gastrula</b></p>
 <p><b>Fig. 60</b> Cuarto clivaje <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>	 <p><b>Fig. 61</b> Discoblastula <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>	 <p><b>Fig. 62</b> Gástrula <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>
<p><b>Neúrla</b></p>	<p><b>Vesícula óptica</b></p>	<p><b>Cúpula óptica- cristalino</b></p>
 <p><b>Fig. 63</b> Neúrla <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>	 <p><b>Fig. 64</b> Vesícula óptica <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>	 <p><b>Fig. 65</b> Cúpula óptica <i>T. trichopterus</i>; (Penagos, 2016)</p>
<p><b>Otocisto</b></p>	<p><b>Otocisto con otolitos</b></p>	<p><b>Pigmentación corporal</b></p>

 <p><b>Fig. 66 Otocisto <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>	 <p><b>Fig. 67 Otolitos <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>	 <p><b>Fig. 68 Pigmentación corporal <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>
<p><b>Pre-eclosion</b></p>	<p><b>Eclosión</b></p>	<p><b>Formación de operculo</b></p>
 <p><b>Fig. 69 Pre eclosión <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>	 <p><b>Fig. 70 Eclosión <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>	 <p><b>Fig. 71 Opérculo <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>
<p><b>Botón de aletas pectorales</b></p>	<p><b>Maxila-Mandíbula (Fositas olfatorias)</b></p>	<p><b>Apertura de boca</b></p>
 <p><b>Fig. 72 Botón aletas pectorales <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>	 <p><b>Fig. 73 Maxila-mandíbula <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>	 <p><b>Fig. 74 Apertura de boca <i>T. trichopterus</i>, (Penagos, 2016)</b></p>
<p><b>Vejiga natatoria</b></p>	<p><b>Reducción de vitelo</b></p>	<p><b>Alevin</b></p>

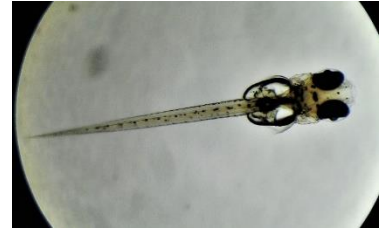




**Fig. 75** Vejiga natatoria *T. trichopterus*, (Penagos, 2016)



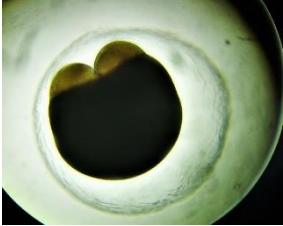
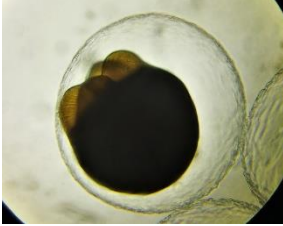
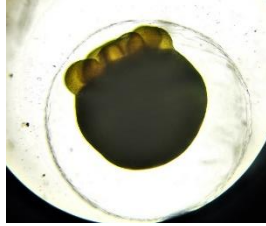
**Fig. 76** Reducción de vitelo *T. trichopterus*, (Penagos, 2016)

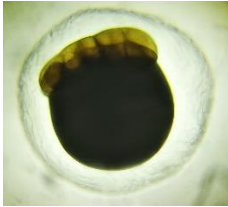
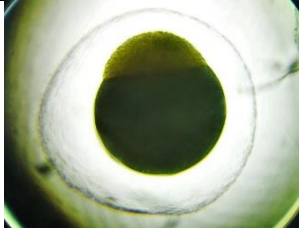
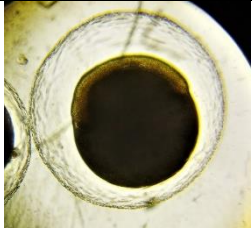
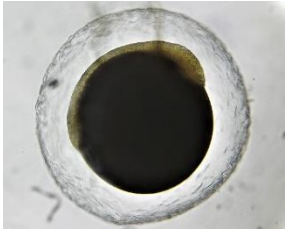
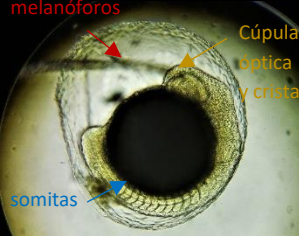
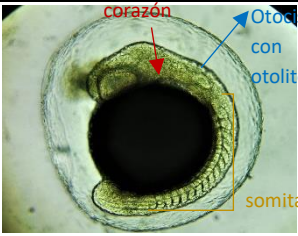
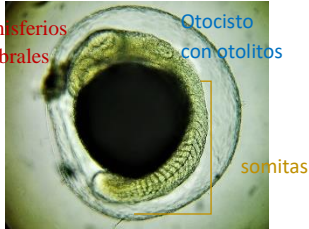
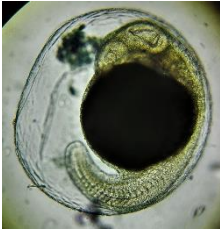




**Fig. 77** Alevín *T. trichopterus*.

#### 11.4 Anexo No 4 *B. Splendens*

##### Luchador del Siam

Primer clivaje	Segundo clivaje	Tercer clivaje
 <p><b>Fig. 78</b> Primer clivaje <i>B. Splendens</i></p>	 <p><b>Fig. 79</b> Segundo clivaje <i>B. Splendens</i></p>	 <p><b>Fig. 80</b> Tercer clivaje <i>B. Splendens</i></p>
Cuarto clivaje	Disco blástula	Gástrula

 <p><b>Fig. 81</b> Cuarto clivaje <i>B. Splendens</i></p>	 <p><b>Fig. 82</b> Discoblástula <i>B. Splendens</i></p>	 <p><b>Fig. 83</b> Gástrula <i>B. Splendens</i></p>	
<p><b>Neúrla</b></p>	<p><b>10- 15 pares de somitas</b></p>	<p><b>16 a 19 pares de somitas</b></p>	
 <p><b>Fig. 84</b> Neúrla <i>B. Splendens</i></p>	 <p><b>Fig. 85</b> de 10-15 pares de somitas <i>B. Splendens</i></p>	 <p><b>Fig. 86</b> de 16-19 pares de somitas <i>B. Splendens</i></p>	
<p><b>20 a 24 pares de somitas</b></p>	<p><b>25 a 28 pares de somitas</b></p>	<p><b>Eclosión</b></p>	
 <p><b>Fig. 87</b> de 20-24 pares de somitas <i>B. Splendens</i></p>	 <p><b>Fig. 88</b> de 25-28 pares de somitas <i>B. Splendens</i></p>	 <p><b>Fig. 89</b> de eclosión <i>B. Splendens.</i></p>	
<p><b>Corazón con dos camaras</b></p>			
 <p><b>Fig. 90</b> Corazón de dos cámaras <i>B. Splendens.</i></p>			

## LISTADO DE FIGURAS ANEXOS

- Fig. 27 Primer clivaje *D. labialis*.  
Fig. 28 Segundo clivaje *D. labialis*.  
Fig. 29 Tercer clivaje *D. labialis*.  
Fig. 30 Celoblástula desigual *D. labialis*.  
Fig. 31 Gástrula *D. labialis*.  
Fig. 32 Pliegue neural *D. labialis*.  
Fig. 33 Botón caudal *D. labialis*.  
Fig. 34 Contracción muscular *D. labialis*.  
Fig. 35 Latido cardiaco *D. labialis*.  
Fig. 36 Circulación branquial *D. labialis*.  
Fig. 37 Apertura de boca *D. labialis*.  
Fig. 38 Circulación caudal *D. labialis*.  
Fig. 39 Pliegue opercular *D. labialis*.  
Fig. 40 Opérculo derecho *D. labialis*.  
Fig. 41 Opérculo completo *D. labialis*.  
Fig. 42 Estadio metamórfico 1 *D. labialis*.  
Fig. 43 Estadio metamórfico 2 *D. labialis*.  
Fig. 44 Primer clivaje *O. mykiss*.  
Fig. 45 Segundo clivaje *O. mykiss*.  
Fig. 46 Tercer clivaje *O. mykiss*.  
Fig. 47 Discoblástula *O. mykiss*.  
Fig. 48 Gástrula *O. mykiss*.  
Fig. 49 Neúrcula *O. mykiss*.  
Fig. 50 Vesícula óptica *O. mykiss*.  
Fig. 51 Botón aleta *O. mykiss*.  
Fig. 52 Pigmentación retinal *O. mykiss*.  
Fig. 53 Pigmentación corporal *O. mykiss*.  
Fig. 54 Pre eclosión *O. mykiss*.  
Fig. 55 Eclosión *O. mykiss*.  
Fig. 56 Alevín *O. mykiss*.  
Fig. 57 Primer clivaje *T. trichopterus*.  
Fig. 58 Segundo clivaje *T. trichopterus*.  
Fig. 59 Tercer clivaje *T. trichopterus*.  
Fig. 60 Cuarto clivaje *T. trichopterus*.  
Fig. 61 Discoblástula *T. trichopterus*.  
Fig. 62 Gástrula *T. trichopterus*.  
Fig. 63 Neúrcula *T. trichopterus*.  
Fig. 64 Vesícula óptica *T. trichopterus*.  
Fig. 65 Cúpula óptica *T. trichopterus*.  
Fig. 66 Otocisto *T. trichopterus*.  
Fig. 67 Otolitos *T. trichopterus*.  
Fig. 68 Pigmentación corporal *T. trichopterus*.  
Fig. 69 Pre eclosión *T. trichopterus*.  
Fig. 70 Eclosión *T. trichopterus*.  
Fig. 71 Opérculo *T. trichopterus*.  
Fig. 72 Botón aletas pectorales *T. trichopterus*.  
Fig. 73 Maxila-mandíbula *T. trichopterus*.  
Fig. 74 Apertura de boca *T. trichopterus*.  
Fig. 75 Vejiga natatoria *T. trichopterus*.  
Fig. 76 Reducción de vitelo *T. trichopterus*.  
Fig. 77 Alevín *T. trichopterus*.  
Fig. 78 Primer clivaje *B. Splendens*.  
Fig. 79 Segundo clivaje *B. Splendens*.  
Fig. 80 Tercer clivaje *B. Splendens*.  
Fig. 81 Cuarto clivaje *B. Splendens*.  
Fig. 82 Discoblástula *B. Splendens*.  
Fig. 83 Gástrula *B. Splendens*.  
Fig. 84 Neúrcula *B. Splendens*.  
Fig. 85 de 10-15 pares de somitas *B. Splendens*.  
Fig. 86 de 16-19 pares de somitas *B. Splendens*.  
Fig. 87 de 20-24 pares de somitas *B. Splendens*.  
Fig. 88 de 25-28 pares de somitas *B. Splendens*.  
Fig. 89 de eclosión *B. Splendens*.  
Fig. 90 Corazón de dos cámaras *B. Splendens*.

## 12 BIBLIOGRAFÍA

- Alemandi, S. & Wisenden, B. (2002) Antipredator Response To Injury-Released Chemical Alarm Cues By Convict Cichlid Young Before And After Independence From Parental Protection. *Behaviour*, 139(5):603-611. ([Link](#))
- Avila, M. Insuasty, I. & Guevara, E (2008) Organogénesis del sistema digestivo del pez *Pterophylum scalare* (Perciformes: Cichlidae) *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 56 (4): 1857-1870.
- Cabrera, J. Murillo, R. & Mora, M (1988) Desarrollo embrionario, larval y del alevín de *Cichlasoma dovii* (Günther,1864) (Pisces:Cichlidae) *Rev. Biol. Trop.* 36 (2B): 417-422.
- Froese, R.& Pauly, D (2016) Fishbase; a global informacion system on fishes, version 10/2016. (Tomado de: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/112202>, mayo 2017).
- Granado, C. (2000) Ecología de comunidades, el paradigma de los peces de agua dulce. Universidad de Sevilla – España.
- González, K. Ramírez, A. Sánchez, E. & Montaña, S. (2008) Los peces de la huasteca hidalguense. Fondo Mixto Conacyt-Gobierno del estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, México. ([Link](#))
- Gueimundi, J. (1989) Embriología. Editorial Pueblo y Educación. SNLC:CU 01.52630.8; La Habana, Cuba.
- Hernández, E. Solís, L. & Buitrago, M. (2016) Fotoperiodo y ontogenia inicial de peces migratorios en Brasil con énfasis en sábalo (*Prochilodus lineatus*). *Rev. investig. vet. Perú* vol.27 no.1 Lima ([Link](#))
- Ishikawa, T. & Tachihara, K. (2010) Life history of the nonnative convict cichlid *Amatitlania nigrofasciata* in the Haebaru Reservoir on Okinawa-jima Island, Japan.

Environmental Biology of Fishes, 88(3):283-292.. Tomado de <http://www.cabi.org/isc/datasheet/112202>, mayo 2017.

- Kimmel, C. Ballard, W. Kimmel, S. Ullmann, B. & Schilling, T (1995) Stages of embryonic development of the zebrafish. *Dev Dyn* 203: 253-310. ([Link](#))
- Martínez, G & Murillo, R (1897) Desarrollo larval de *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther), 1868 (Pisces: Cichlidae) en cultivos en laboratorio. *Rev. Biol. Trop.*, 3S(1): 1 13-1 19, 1897.
- Maynero, R. Camargo, A & Da Rosa, I. (2008) Anfibios. Sección zoología de vertebrados. Facultad de ciencias.
- Olaniyi, W. & Omitogun, O. (2014) Embryonic and larval developmental stages of African giant catfish *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint Hilaire, 1809) (Teleostei, Clariidae) ([Link](#))
- Penagos, J. (2016) Estudio del Desarrollo Embrionario - larval del pez *Trichogaster trichopterus* (PERCIFORMES: Osphronemidae) variedad artificial Gurami Dorado.
- Quintero, A. (2010) Descripción Del Desarrollo Embrionario En Condiciones De Cautiverio De La Tortuga Hicotea *Trachemys callirostris callirostris* (Testudinata: Emydidae) En El Parque Recreativo Y Zoológico Piscilago (Girardot, Colombia). PUJ
- Rosas, J. Mata, E. Velásquez, A. & Cabrera, T (2008) Desarrollo embrionario-larval del pez tropical *Hemirhamphus brsailiensis* (Benoniiformes: Hemirhamphidae) a partir de huevo recolectado del medio natural.
- Sadler, T. (2007) Langman embriología médica: con orientación clinica 10ª ed. 1ª reimpr. Buenos Aires. Medica panamericana. ([Link](#))

- Sarria, F. (2010) Tabla De Desarrollo Embrionario De La Rana Sabanera *Dendrosopus labialis*: Hylidae En Cautiverio (Laboratorio de biología de desarrollo PUJ). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá.
- Scott, G. (2005) Biología del desarrollo. 7ª ed. Buenos Aires. Médica Panamericana Pág 8-11([Link](#))
- Schmitter, J. (2007). A systematic revision of the genus *Archocentrus* (Perciformes: Cichlidae), with the description. ([Link](#))
- Smith, W.L. Chakrabarty, P. and Sparks, J.S. (2008). Phylogeny, taxonomy, and evolution of Neotropical cichlids (Teleostei: Cichlidae: Cichlinae). *Cladistics* 24: 625–641.
- Townshend, T. Wootton, R (1984). Effects of food supply on the reproduction of the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum*. *Journal of Fish Biology*, 24(1):91-104.
- Trujillo, P. (1998) Trophic Spectrum of the Cichlids *Cichlasoma (Parapetenia) istlanum* and *Cichlasoma (Arconcentrus) nigrofasciatum* in the Amacuzac River, Morelos, Mexico ([Link](#))
- Valbuena, R. Zapata, B. Rúaless, C & Cruz, P (2012) Desarrollo Embrionario del Capaz *Pimelodus grosskopfii* (Steindachner, 1879). *Int. J. Morphol.*, 30(1):150-156, 2012. ([Link](#))