



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

REPRODUCCION Y DESARROLLO EMBRIONARIO DEL PEZ

GURAMI ENANO (*Colisa lalia*, Nelson, 1994)

EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

1996

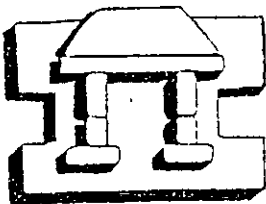
TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de

B I O L O G A

P R E S E N T A

GABRIELA FLORES MONDRAGON



Director de tesis: M. en C. Jonathan Franco López

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNAM IZTACALA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA
JEFATURA DE LA CARRERA DE BIOLOGIA



IZTACALA

Los Reyes Iztacala, 27 de septiembre de 2000

SOLICITUD DE REVISION DE ESTUDIOS

LIC. AMERICA LANDA ROMERO
JEFA DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACION
ESCOLAR.
P R E S E N T E

Por este medio comunico a Ud. Que el pasante de Biología:

GABRIELA FLORES MONDRAGON

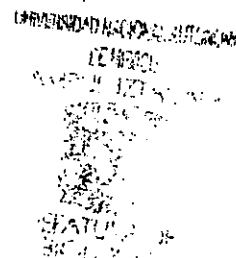
Ha concluido su trabajo de tesis titulado:

“Reproducción y desarrollo Embrionario del pez gurami enano (*Colisa lalia*, Nelson, 1994)
en condiciones de laboratorio”

Habiendo entregado a esta Jefatura los votos aprobatorios. Se extiende la presente a fin de que procedan los trámites pertinentes para la realización de su examen profesional.

Atentamente
“Por mi raza hablará el espíritu”

P.A.
Dr. Sergio Vaca Pacheco
Jefe de la Carrera



Dedicatorias

A mi Madre:

Por dejar tu huella genética y espiritual plasmada de mi ser.

A mi Hermano Beto:

Porque aunque tu alma esta en el cielo, sigo aprendiendo de todos tus actos aquí en la tierra.

A mis Hermanos:

Tete y Marco: Porque su ejemplo y apoyo incondicional ha sido como una luz en el camino de la vida. Rubén, Eli y Riky: por su incondicional cariño y confianza que me han dado.

Armando:

Gracias por estar junto a mi en los momento buénos y malos de mi vida y por el apoyo incondicional que me has brindado, eres la persona más especial de mi vida.

Jesús hijo:

Gracias por hacer de mi una Mamá que al paso del tiempo haces que cambie y crezca junto a ti.

Mis primos Pepé y Cristi:

Porque sus actos como biólogos y pareja son dignos a seguir.

A mi padre:

Por enseñarme el arte de la acuariología cuando niña.

AGRADECIMIENTOS

A la FES Ixtacala, al laboratorio de Ecología, a todos los profesores, técnicos y personal de vigilancia nocturno que contribuyeron la elaboración de este trabajo.

Al M. en C. Jonathan Franco López por su invaluable apoyo y ayuda para realizar este trabajo.

A la Biol. Alba Márquez Espinosa por sus valiosas sugerencias y su guía para seleccionar este trabajo.

Al M. En C. José Martínez por su importante colaboración para hacer uso del video microscopio.

Al M. en C. Rodolfo Cárdenas Reygadas y M. en C. Horacio Vázquez López. por sus acertadas críticas y comentarios para presentar un mejor trabajo.

A la Biol. Carmen Álvarez Rodríguez, Biol. Héctor Barrera Escorcia, y al M. en C. Rafael Chávez López por todas las opiniones y sugerencias en torno a este trabajo.

A la Licenciada María Esther Flores Mondragón por su apoyo incondicional y ayuda editorial para concluir este trabajo.

A mis compañeros y amigos por apoyarme en momentos diversos de mi vida, tanto a los que se quedaron en el camino, como a los que llegaron a la meta.

Una vez más gracias a todos porque soy el reflejo de todos y cada uno de ustedes.

INDICE

PAGINAS

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	7
Diagnosic de <i>Colisa lalia</i>	10
Objetivos	12
Metodología	13
Resultados "Reproducción"	16
Resultados "Desarrollo embrionario"	19
Tabla resumen del Desarrollo embrionario	31
Discusión	33
Conclusiones	38
Bibliografía	40

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre el pez *Colisa lalia*, conocido como gurami enano perteneciente a la familia Belontiidae, abarcando desde su reproducción hasta su desarrollo embrionario.

La muestra observada comprendió de 6 parejas mantenidas en acuarios a una temperatura constante de 28° C y un pH de 7.5

En cuanto al comportamiento reproductivo este inicia con la preparación del nido característico de esta familia formado por burbujas por parte del macho, posteriormente inicia la fase de cortejo caracterizado por una persecución del macho a la hembra. Una vez que la hembra alcanza una conducta receptiva, el macho la sitúa cerca del nido y la abraza con sus aletas pectorales facilitando la expulsión de los huevo. El desove se lleva acabo en un tiempo de 2 horas aproximadamente y se ovopositan cerca de 160 huevos por pareja. Una observación notable fue el hecho de que el macho fertilizo los huevos a las cero horas del día aproximadamente. El tiempo promedio de eclosión a partir de la fertilización fue de 14 horas 30 minutos.

Se observaron in vivo huevos fertilizados por medio de un videomicroscopio, para determinar nueve estadios del desarrollo embrionario. Se considera adecuado cultivar las cohortes de esta especie para realizar investigaciones experimentales.

I N T R O D U C C I Ó N

Los peces forman parte importante de la economía de muchas naciones y su uso se ha extendido a actividades, tanto para el consumo humano, como para acuarismo y recreación, lo cual ha dado pauta para realizar investigaciones sobre la biología de este grupo. Aspectos como su comportamiento, ecología, fisiología y reproducción han brindado valiosos conocimientos para realizar cultivos más exitosos dirigidos al consumo y ornato. (Lagler, 1984 y Nelson, 1994).

La acuariología es considerada como el origen de la acuicultura puesto que los primeros peces reproducidos en cautiverio en China fueron peces ornamentales (Bardach, 1990, Bernabé, 1991 y Petrovsky, 1990).

Por otra parte la reproducción de peces ornamentales ha permitido la sobrevivencia de especies cuyo habitat se encuentra deteriorado por la contaminación que disminuye la sobrevivencia de estas especies.

El comercio mundial de peces de ornato, vende legalmente 200 millones de dólares por año y se estima que el comercio ilegal alcanza esta misma cifra en todo el mundo. Es obvia la importancia económica que esta actividad representa y es muy superior a las ganancias obtenidas por las pesquerías: el precio por tonelada del pescado destinado a la alimentación varía entre 14,500 y

16,500 dólares, mientras que una tonelada de peces ornamentales alcanza el precio de 1'800,000 dólares. Se estima que se capturan mundialmente de 70 a 100 toneladas anuales de peces ornamentales.

Si el peso se convierte en número de organismos, considerando que el peso promedio de un pez es de 8 gramos, encontramos que casi nueve millones de peces son capturados anualmente, sumando alrededor de 125,000 peces por tonelada, sin considerar aquéllos que son capturados ilegalmente, lo que doblaría la cantidad (Aranda, 2000).

El 60% de la producción anual de peces de acuario corresponde a Asia, América del sur representa el 30% y los demás continentes se reparten el 10% restante. En México no se tiene un dato exacto de las especies que son importadas pero comerciantes dedicados a la venta de este tipo de especies comentan que *"la entrada al país de este tipo de peces es clandestina"*. La fuente de ingresos que da la venta de peces de ornato es alta pero es difícil saber qué ingresos se obtienen. (Petrovicky, 1990, Nelson, 1994, Aranda, 2000).

El cultivo de peces de ornato ha permitido numerosos descubrimientos científicos puesto que de esta forma se trabaja con un número reducido de organismos y con pequeños volúmenes de agua, lo cual permite la observación más detallada de su comportamiento y reproducción, incluso los resultados obtenidos requieren una interpretación y adaptación para ser aplicados a gran escala en acuicultura. (Bernabe, 1991)

Una de las especies más vistas en los acuarios son los laberínticos, pertenecientes a la familia Belontiidae como guramis y betas, (figs. 1a, 1b y 1c).

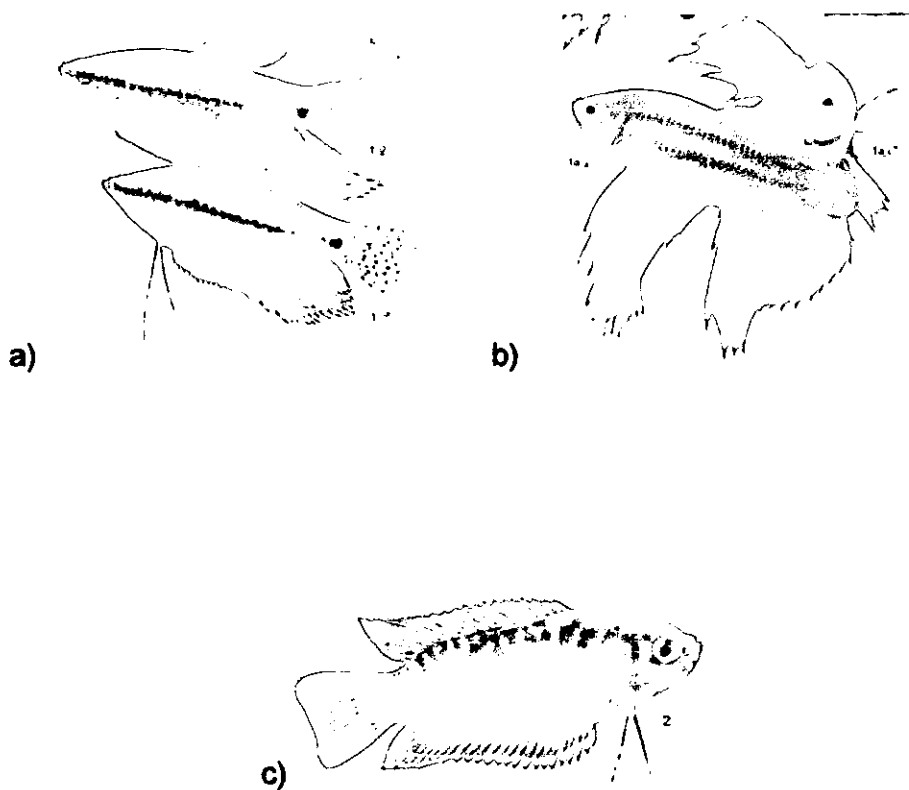


Fig.1 Representantes de la Familia Belontiidae a) Trichogaster leeri, b) Betta splendens y c) Colisa fasciata. Esta familia fue creada en 1963 por Liem. Agrupa a peces de Europa, Asia y África cercanos a las percas, de las cuales se diferencian por la presencia de un laberinto, (Petrovicky, 1990)

La familia Belontiidae presenta un órgano accesorio único (fig.2), para respirar, localizado a los lados de la cavidad branquial (Bardach et al, 1986), el laberinto, éste órgano que no está desarrollado en los recién nacidos extrae oxígeno del aire atmosférico que los peces toman a través de la boca, por esta razón son capaces de vivir en aguas fangosas con un bajo contenido de oxígeno (Mishra et al, 1979).

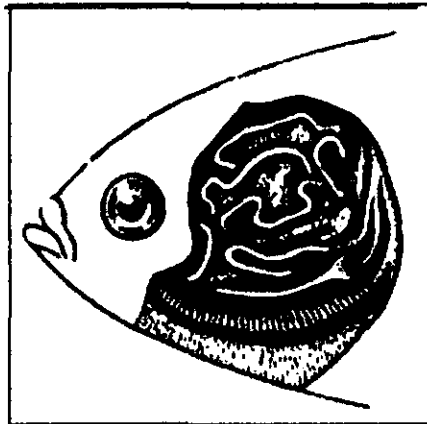


Fig.2. El laberinto, órgano con láminas óseas ramificadas con circunvoluciones lameliformes, las cuales se llenan de agua que vierten luego, poco a poco en las laminillas branquiales.

Las branquias poco desarrolladas pueden proporcionar al pez solo un 31% del oxígeno y un 69% lo toman por la boca, aun en aguas que contengan la cantidad necesaria de oxígeno tienen que tomarlo de la superficie. Si se ven imposibilitados de alcanzar la superficie mueren de asfixia (Schotz, 1977).

Son peces ovíparos, la hembra libera sus huevos en el agua y el macho se encarga de colocarlos en el nido para posteriormente fecundarlos liberando su esperma en el nido (Petroviky, 1990).

Su fecundación externa esta garantizada mediante una interacción previa entre el macho y la hembra llamada cortejo que consiste en estímulos producidos por el macho donde éste nada en círculos alrededor de la hembra así como darle de toques, empujarla, frotarla con las aletas o abrazarla.

Los cuidados paternos, están presentes en esta familia, el macho es el que se encarga de cuidar los huevos desde el momento del desove hasta después de haber eclosionado y absorber su saco vitelino. (Lagler, 1984).

El desarrollo embrionario varia en el habitat del pez, se ve afectado por estímulos físicos y su herencia genética (Balinsky, 1983 y Wourms, 1997). Sin embargo, existen fases por las que pasa obligatoriamente, tales como la segmentación, gastrulación, tubulación y organogénesis. Así por ejemplo la segmentación tiene lugar en el casquete citoplasmático situado en el polo animal.

El vitelo y la capa citoplasmática que lo rodea permanecen sin segmentar por lo que la segmentación es incompleta o meroblastica. (Balinsky, 1983 y Long, 1984). Durante la última segmentación el huevo se divide en 3 partes, el blastodisco, el vitelo y la pared citoplasmática (Long, 1984).

El blastodisco aumenta de grosor formando el escudo embrionario y los esbozos primarios de los órganos: la placa neural, el tubo neural y el notocordio y lateralmente las somitas. Los bordes del blastodisco convergen y se encierran en el extremo posterior del embrión justo antes de que el vitelo quede encerrado por completo, el tapón vitelino que sobresale entre los bordes del blastodisco se va estrechando. El vitelo queda encerrado en una envoltura formada por periblasto, mesodermo y ectodermo.

Durante el proceso de neurulación se estrecha de modo gradual, hundiéndose cada vez más profundamente en los tejidos subyacentes, por último

se separa de la epidermis, que pasa a ser continua en la superficie dorsal del embrión, (Balinsky, 1983).

Poco antes de la eclosión, los movimientos del embrión se hacen frecuentes permitiendo la salida de la larva (Balinsky, 1983; Petrovicky, 1990).

A N T E C E D E N T E S

En 1835 Baer describió el desarrollo de un ciprinido siendo éste el primer trabajo con ilustraciones detalladas, destacó que la cantidad de vitelo depende del tiempo que tarda en desarrollarse el embrión, es decir, mientras más vitelo tenga el huevo más tiempo tardará en desarrollarse como en el caso de una trucha comparado con una carpa.

Rusconi en 1836 trabajó con dos especies de ciprinidos, describió parte de su desarrollo. En 1860, Beginning emplea microtécnicas histológicas novedosas y comenzó a utilizar la fotografía como una herramienta para evidenciar etapas del desarrollo en el arenque y la trucha. Harrison en 1901 publicó un estudio histológico en embriones de trucha.

Ballard (1973), describió el desarrollo embrionario de *Salmo gairdneri* y *Salvelinus fontinalis* perteneciente a la familia Salmonidae. Dividió su desarrollo en 23 estadios y un período embrionario de 36 días. Dentro de la familia Catostomidae, Long y Ballard (1976) estudiaron el desarrollo de *Catostomus commersoni*, dividieron su desarrollo en 26 estadios, emplearon un intervalo de

temperatura entre 10 y 20°C y 60 días para su período embrionario y Ballard (1982) realizó el mapa morfogenético de este mismo pez.

Koenig y Livingston (1976), describieron el desarrollo embrionario de *Adinia xenica* de la familia Cyprinodontidea, encontraron 36 estadios y su tiempo de desarrollo fue de 3 días a una temperatura de 26 -27°C.

Lagler (1984), describió el desarrollo embrionario de *Fundulus heteroclitus* también de la familia Cyprinodontidea, empleó una temperatura de 27°C ; su periodo de desarrollo fue de 11 días.

Para la familia Cyprinidae, Arredondo en 1986 describió a varias especies de carpas y su tiempo de desarrollo fue diferente. Para la carpa *brema* tuvo un tiempo de desarrollo de 44 a 46 horas, la carpa *barrigona* de 49 a 51 horas, la carpa *herbívora* de 31 a 33 horas, la carpa *plateada* de 30 a 31 horas y la carpa *cabezona* 37 horas; en todos los grupos manejo un mismo rango de temperatura.

Ho en 1992, describió el desarrollo de *Brachidanio rerio* perteneciente a la familia Cyprinidae, señaló que presentó un tiempo de desarrollo de 16 horas a una temperatura de 28 °C y describió los movimientos celulares, en el momento de la gastrulación.

En 1997, Ramírez describió el desarrollo del pez ángel *Pterophyllum scalare*, registrando un periodo de desarrollo de 43 hrs a una temperatura de

29°C. En la familia Belonidae, *Strongylura marina*, fue revisado por Zeckua y Martínez en 1993, quienes describieron su desarrollo ontogenético y reportan que tarda en eclosionar 24 horas con un intervalo de temperatura de 18-22°C.

Paralabrax maculatofasciatus, comúnmente llamada cabrilla arenera de la familia Serranidae fue estudiada por Avilés en 1995 describió el desarrollo embrionario reportando un periodo de 13 horas a una temperatura de 24 a 30 °C.

Doi et al, en 1991, describió a *Epinephelus suillus* registrando un periodo de desarrollo de 16 a 20 horas a una temperatura de 28 a 30°C. En 1982 Butler et al reportó a *Paralabrax clathratus* un tiempo de desarrollo de 36 a 40.5 horas a 19°C, mientras que *P.maculatofasciatus* y *P.nebulifer* tardó aproximadamente 24 horas en eclosionar a una temperatura de 21.5 °C. (citado por Wourms, 1997)

Dentro de la familia Belontiidae se estudio a *Betta splendens* sobre su reproducción, cortejo y conducta de desove (Liebetrau, 1980), El gurami perla *Trichogaster eleri*, el gurami enano *Colisa lalia* se describieron a nivel de acuariofilia y cultivos extensos (Petroviky,1990; Millis,1991; Scholtz 1997; y Shim, 1997), por lo que la descripción del desarrollo embrionario incrementa el estudio de su biología.

D I A G N O S I S D E C o l i s a l a l i a

Colisa lalia llamado comúnmente gurami enano pertenece a la familia *Belontiidae* (Nelson, 1994), (*fig.3*), se distribuye en la India, cuenca de Ganjes, Juma, Borneo y se ha introducido en Florida E.U.A.(Leo, 1996). Es uno de los laberintidos primeramente importados en 1874 por Carbonnier, Parés y su primera importación comercial fue en 1903, (Scholtz, 1977; Petroviky, 1990; Nico, 1996).

El dimorfismo sexual entre macho y hembra es visible. El macho adulto muestra hileras dobles de puntos, estrechas y oblicuas, color escarlata vivo y por puntos verdes y azules que le dan aspecto rayado, llega a medir 5 cm de largo. La hembra adulta presenta la misma coloración pero mucho más pálida. La región anterior de su cuerpo es gris plateado, su longitud es de 3.5 cm. y su vientre es abultado (Petroviky, 1990; Shim et al, 1996).

El macho construye un nido de espuma en la superficie del agua, debajo de una hoja de plátano, el macho corteja a la hembra y la presiona con sus aletas en el abdomen para estimular el desove o puesta, esto dura entre 2 y 5 días. El macho se encarga de cuidar la puesta hasta que las larvas absorben su saco vitelino, es decir 2 días después de la eclosión (Lagler, 1984 ; Shim et al, 1996).

Una vez que el macho termina de recoger los huevos y los concentra en el nido los fertiliza con el fluido seminal cerca de la puesta, donde sólo un esperma entra en cada micropilo del huevo (Lagler, 1984).

La eclosión de los huevecillos se prolonga por un espacio de 20 horas cuando la temperatura se mantiene en 28°C (Petroviky, 1990 y Shim et al, 1996).

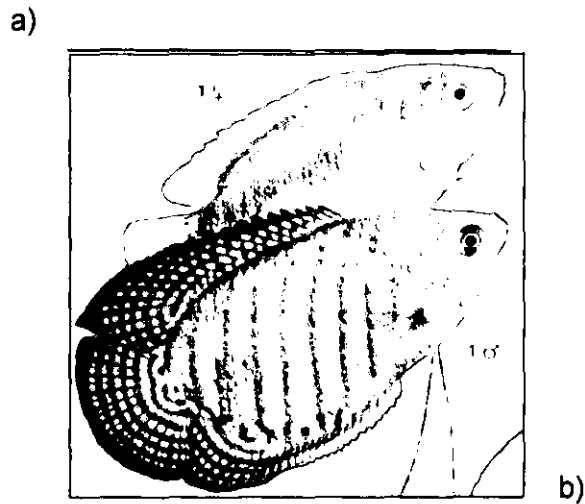


Fig.3 *Colisa lalia* comunmente llamado gurami enano, a) hembra, b) macho.

Esta especie, fue seleccionada por sus cualidades de ser un pez muy prolífico y no requerir cuidados específicos para su reproducción, además que el corion del huevo es muy delgado por lo que hace más visible el estudio *in vivo*.

La reproducción de cada pareja de *Colisa lalia* aporta un grupo considerable de peces que pueden usarse para realizar investigaciones experimentales.

O B J E T I V O S

General.

- * Describir el desarrollo embrionario de *Colisa lalia*.

Particulares.

- * Reproducir el pez *Colisa lalia* en condiciones de laboratorio y elaborar la descripción del cortejo.
- * Conocer y establecer estadios en cada evento del desarrollo embrionario.
- * Determinar la duración de cada estadio

M E T O D O L O G I A

Los organismos utilizados fueron comprados en un mercado de acuariofilia, se emplearon 6 parejas de gurami enano *Colisa lalia* el criterio que se tomó para seleccionar a los peces fue el de Shim y Lam, (1996), (mencionado en la diagnosis). Los peces fueron trasladados al laboratorio de Ecología de la ENEP Iztacala donde cada pareja se alojó en acuarios de 60 litros de capacidad, equipados con un termostato Hagen de 100 wats para mantener la temperatura a 28°C, la aireación del agua se realizó por medio de una bomba Elite 802 y se emplearon filtros de piso para mantener los acuarios limpios. Los peces se alimentaron con hojuelas deshidratadas de Tetra Min dos veces al día. Después de una semana se retiró la aireación para que el macho comenzara a elaborar el nido. En la superficie del agua se dejó flotando una hoja de *Philodendro scandens*, para que el macho construyera su nido. Se taparon las peceras con un acrílico blanco, colocando hojas blancas de papel en las paredes de la pecera para evitar el estrés de los peces. Diariamente se monitorearon los parámetros de pH con un pHmetro marca Camin y la temperatura con un termómetro marca Taylor. (fig.4)

Posterior al cortejo y desove se retiró a las hembras para evitar que los huevos fueran devorados, (Shim y Lam, 1996). Los machos fertilizaron los huevos y a partir de este momento se tomaron muestras del centro del nido con una pipeta pasteur y se colocaron en un porta objetos excavado, se observaron por medio de un video microscopio (Martinez ,1997), con un objetivo de 4x y se

grabaron con una cámara de video Panasonic VHS RJ27 14X. (fig.5), se observaron cada 20 minutos durante las primeras 5 horas del desarrollo, posteriormente se realizaron observaciones cada 40 minutos las subsecuentes 5 horas y finalmente cada hora.

Se midió el diámetro de los huevos antes de ser fertilizados con una reglilla de 0.01 mm marca Nipponekbs. Para observar todo el proceso de desarrollo se permaneció en el laboratorio de Ecología 24 horas continuas en cada repetición. La descripción del desarrollo embrionario se analizó con las video filmaciones y fotografías tomadas durante el desarrollo de *Colisa lalia*.

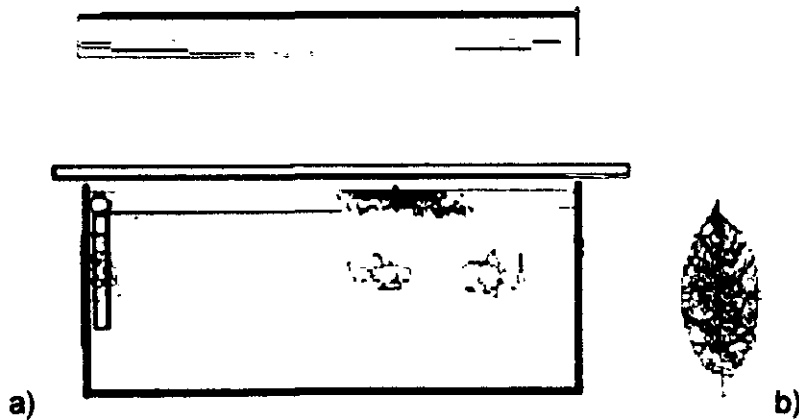


fig. 4 Acuario de reproducción, a). Pecera rodeada con papel blanco para evitar el estrés en los peces. b). Hoja de *Philodendro scandens*, para que el macho construyera su nido.

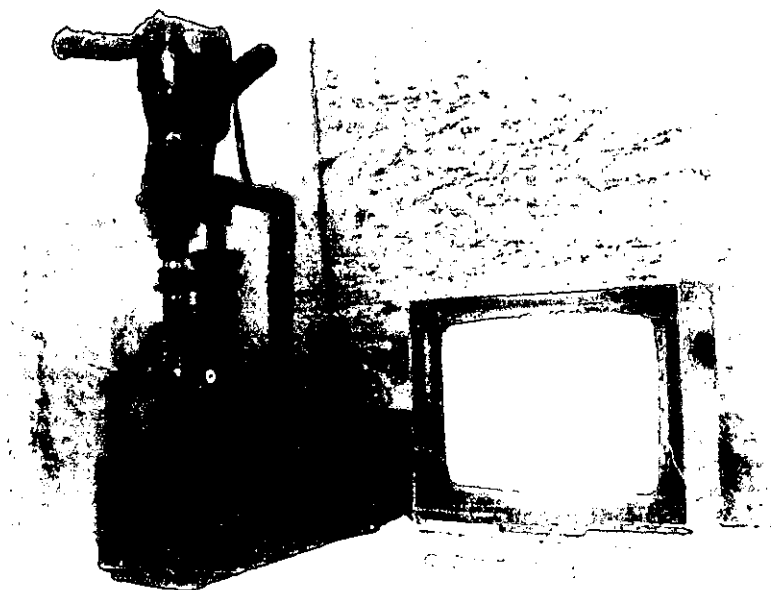


fig. 5 dispositivo experimental para la grabación del desarrollo embrionario.

R E S U L T A D O S

Reproducción.

Las siguientes observaciones fueron realizadas durante 1998. Una vez que se aclimataron las parejas se cortó el suministro de aire en los acuarios (Petroviky, 1990). Se observó que los machos comenzaron a construir sus nidos de burbujas en la superficie del nivel del agua tardando hasta 12 horas, lo cual anunciaba que estaban listos para el cortejo.

En todos los casos el cortejo tuvo una duración de aproximadamente 6 horas, los machos realizaron persecuciones constantes contra las hembras durante 40 minutos. Los machos comenzaron a cortejarlas mostrando primeramente sus aletas pectorales y caudales extendiendolas en forma de abanico, las hembras respondieron al cortejo por lo que se dejaron abrazar por el macho con sus aletas pectorales (*fig.6*).

El abrazo fue directo en el estomago de las hembras que al momento de presionarlo, salieron de 15 a 20 huevos por el poro genital de la hembra. En este momento el macho tomó los huevos con la boca y los depositó en su nido; cada 15 minutos apretaban a la hembra, los costados de su cuerpo cambiaban de color azul turquesa a un azul oscuro. Después de 2 horas de concluido el desove

el macho alejó a la hembra para evitar que ésta devorara los huevos por lo que se optó por retirar a la hembra de cada pecera.

La fecundación fue externa, debido a que el macho fertilizó los huevos en el nido de burbujas cada macho fertilizó los huevos, faltando 7 minutos para la media noche, iniciando por la parte central del nido. El macho no se separó del nido, lo protegió. Así mismo cada macho cuidó que ningún huevo cayera al fondo de la pecera. Algunos huevos de la periferia del nido quedaron sin fertilizar, (aproximadamente un 5%), por conteo directo.

Los huevecillos de estos peces presentaron una forma ligeramente ovalada con gran cantidad de vitelo, de tipo telolécito, de color amarillo casi transparente. En promedio los huevos midieron 0.6 mm de longitud y 0.5 mm de ancho. (fig.7)

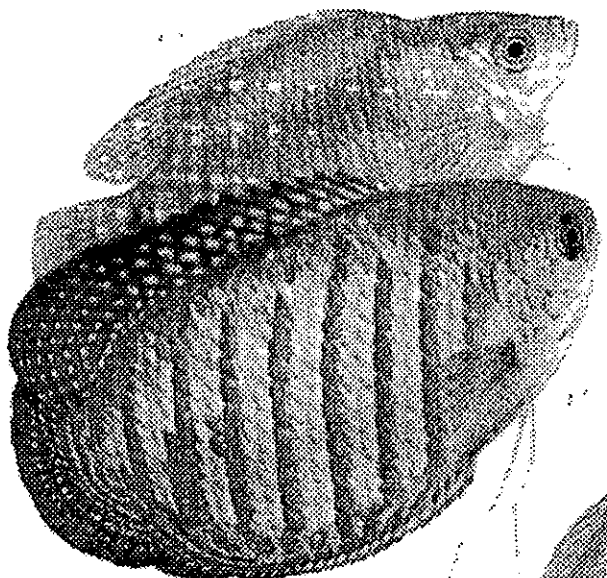


fig.6 El cuerpo del macho *Colisa lalia* se dobla, presionando el abdomen de la hembra provocando la expulsión de los huevos por el poro genital.



***fig.7** Los huevos sin fertilizar son amarillos, esféricos y pelágicos, miden en promedio 0.6 mm de longitud por 0.5 mm de ancho. 10X.*

DESARROLLO EMBRIONARIO

DE *Colisa lalia*

De acuerdo a las observaciones realizadas, la segmentación se inició después de 17 min. aproximadamente después de la fecundación. Posterior a la fecundación se observaron 3 regiones en el huevo, el polo vegetativo, conteniendo la mayor cantidad de vitelo; el polo animal que se observa más claro y en el extremo izquierdo superior del polo animal se observa una media luna donde los extremos se extienden hacia el polo vegetal, (*fig.8*).

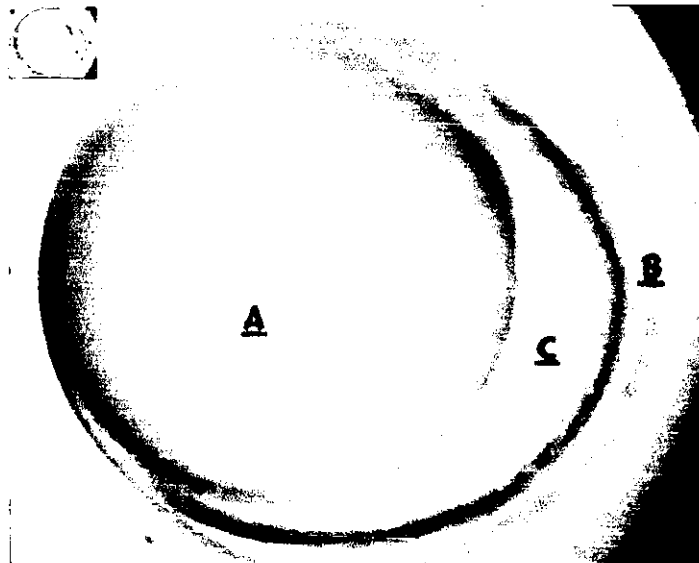


fig.8 Huevo de *Colisa lalia*, 10 min. después de la fecundación, se hidrata y se observa claramente 3 regiones A. el polo vegetativo, B el polo animal. C la media luna donde sus polos se extienden al polo vegetal. 10X.

Estadio 1. La segmentación, comienza 17 minutos después de la fertilización y se distingue por la división del núcleo y le sigue la división del citoplasma, por lo que la célula huevo se divide en dos células hijas, llamadas células de segmentación o blastómeros. Los blastómeros se dividen en sincronía en múltiplos de 2 .

Estadio 2. La segmentación es de tipo incompleta o meroblastica ya que solo se observa en el polo animal. La segmentación produce blástulas denominadas discoblastula, llamadas así por el lugar donde se desarrollan, donde el casquete celular lleva el nombre de disco germinativo o blastodermo, el espacio que existe entre las blastomeras y la masa vitelina recibe el nombre de blastocelo, (fig.9).

El polo animal del huevo, como lo observamos en la figura 9, forma una morula, claramente hay una división del citoplasma. El polo animal donde se encuentra el citoplasma activo es más pesado por lo que permanece en la parte baja del huevo. En el polo vegetativo se observa una cavidad entre el vitelo y los blastomeros formando el blastocelo. Los blastomeros del polo animal situados en la circunferencia son más pequeños que los centrales, estos se continúan por el margen de los bordes externos y con la masa vitelina.

Estadio 3. El final de la segmentación se observa a las 2 horas 10 min. después de la fertilización. Los blastomeros pierden la separación parcial entre sí, se fusionan y forman un solo sincicio. Rodeando el huevo justo por encima de los blastomeros se encuentra el periblasto, unido estrechamente al

vitelo y rodea el huevo, la duración de la segmentación fue aproximadamente de 1 hora y 35 min.

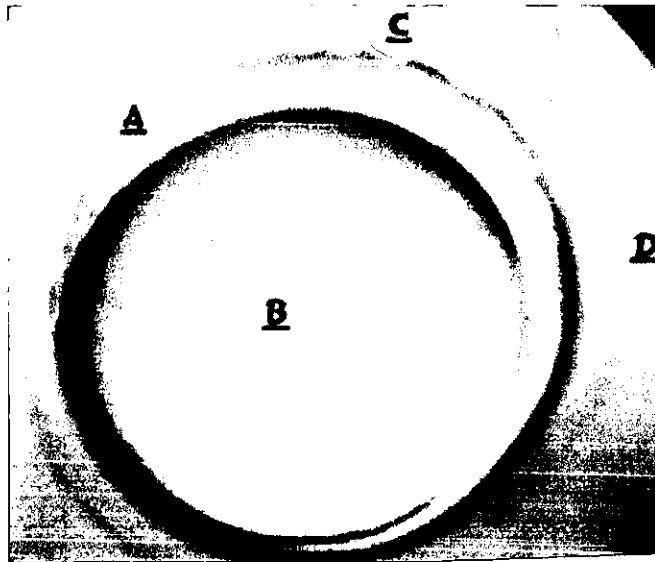


fig.9 2 horas después de la fertilización se observa la segmentación A. distribución del polo animal, B. polo vegetal, C. blastomeras, D. periblasto, E. vitelo, F. corion. 10X

Estadio 4. La gastrulación se inicia cuando el blastodermo en el polo vegetal se achata y enseguida se dobla hacia adentro por el proceso de invaginación, y se prolonga hacia adentro del embrión, formando el blastoporo (*fig.10*), de manera que el embrión toma una forma de copa, las capas epiteliales externas e internas presentan continuidad entre si en el borde del embrión. En esta fase hay todavía un espacio entre las paredes externas e internas que presentan los vestigios de lo que fue el blastocoele del blastodisco. El revestimiento externo, el ectodermo, está formado por lo que originará la epidermis y el sistema nervioso, El revestimiento interno, el endodermo, esta formado principalmente por el material que se transformara en el tubo digestivo Los materiales del futuro notocordio y de la media luna mesodermica están

situados en el borde de la copa, se desplazan hacia el interior para ocupar la pared interna del embrión.

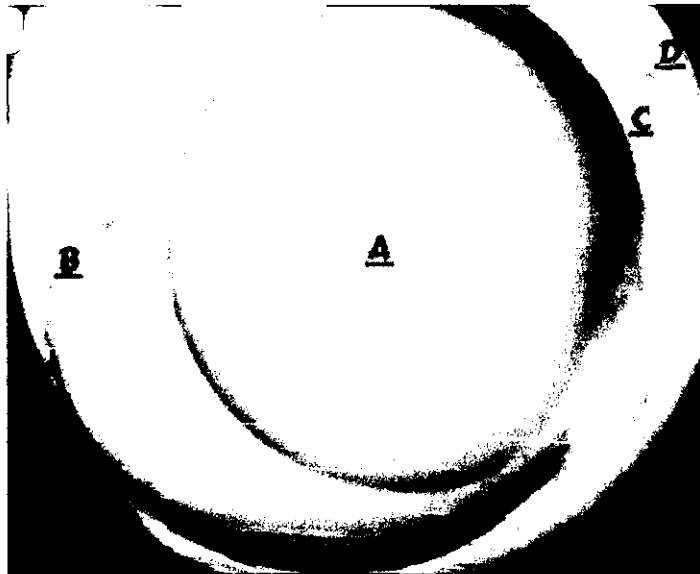


fig.10. Gastrula temprana de 3 horas después de haber sido fertilizado el huevo, A:Vitelo, B: Periblasto, C:Espacio Perivitelino, D:Corion.10X.

El endodermo, mesodermo y notocordio pasan al interior del embrión por el proceso de invaginación y en el exterior, el ectodermo pasa por el proceso de epibolia. La cavidad originada con la invaginación del endodermo y mesodermo se llama arquenteron o intestino primario, (la abertura del arquenterón al exterior es el blastoporo) (***fig.11***). la cual nos indica el camino por el cual el endodermo y mesodermo han pasado al interior del embrión, el blastoporo es más ancho en la fase inicial de la gastrulación, pero los labios del blastoporo empiezan a contraerse a medida que se desplaza material al interior de la gástrula (mesodermo y endodermo) los vestigios del blastocelo van desapareciendo y las paredes del embrión entran en contacto.

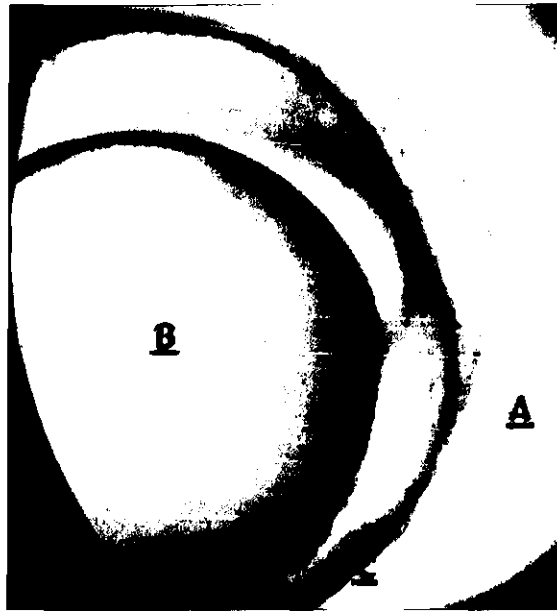


Fig.11. Embrión de 3 horas y 30 minutos de edad. Se observa claramente el micropilo, así como la formación de ectodermo, mesodermo y endodermo por el proceso de epibolia. A: Micropilo, B: Vitelo, C: Espacio Perivitelino. 10X.

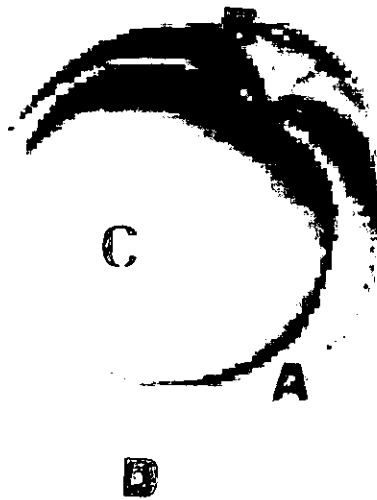


Fig.12 Embrión de 4 horas y 28 minutos. El mesodermo notocordal se alarga. A. Periblasto B. escudo embrionario, C. vitelo. D. corion. 5X.

ESTADIO 5. El mesodermo somítico de la gástrula transporta al futuro notocordio o mesodermo notocordal al interior del embrión (*fig.12*). Los blatomeros laterales de la media luna convergen hacia el lado dorsal del embrión. Después que las paredes del blastoporo se adelgazan, el embrión se alarga. El alargamiento del notocordio y mesodermo permite un contacto más íntimo uno con otro (*fig.13*).

El mesodermo notocordal se extiende formando una banda longitudinal sobre el techo del arquenterón, flanqueada a ambos lados por bandas de células mesodermicas. En esta fase ya podemos observar claramente melanomas en periblasto.

En el interior del embrión los materiales del notocordio, del mesodermo y el intestino se separan entre sí. La banda de células que ocupa la posición dorsal media, se redondea tomando forma de un cordón cilíndrico de células, el notocordio. (*fig.14*).

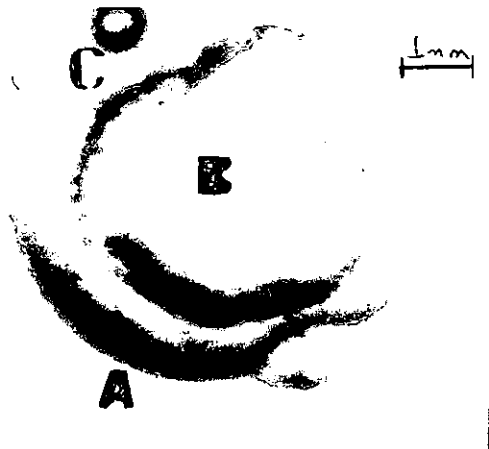


fig. 13 Embrión de 5 horas de edad. A. corion, B. vitelo, C. notocordio.10X

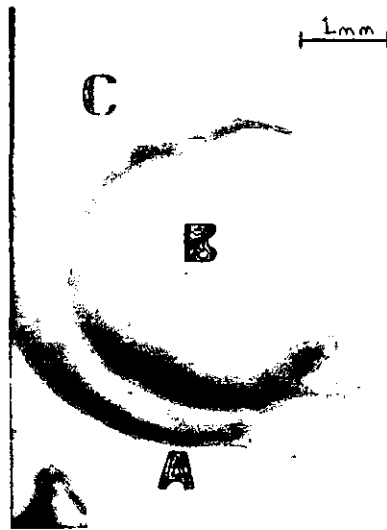
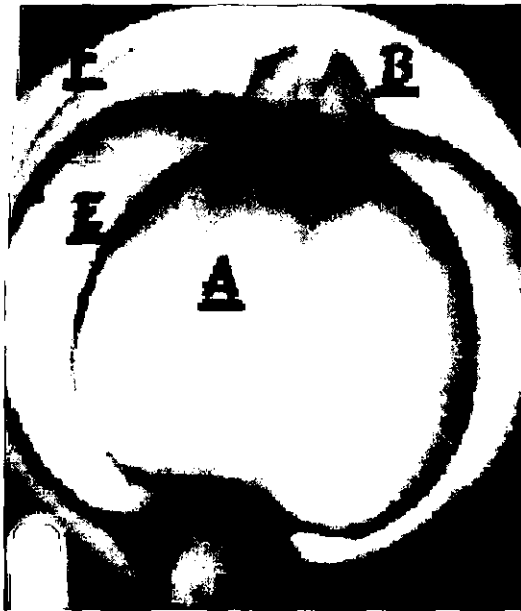


fig.14. Embrión de 6 horas de edad A. corion, B. vitelo, C. notocordio 10X.

Al separarse el mesodermo del notocordio y del endodermo se escinde o se cierra formando células cúbicas una detrás de otra a lo largo del cuerpo del embrión. Estos bloques se llaman segmentos mesodérmicos o sómitas. Cuando el notocordio y los segmentos mesodérmicos o somitas se disocian o separan del material endodérmico, los extremos libres del endodermo proliferan y se fusionan a lo largo de la línea media dorsal. El endodermo forma un tubo cerrado y por dentro se forma el lumen del tubo digestivo, en el ectodermo el material del futuro sistema nervioso se separa de la futura epidermis que lo rodea formando una placa alargada, la placa neural o neuroectodermo, ésta se invagina por debajo del ectodermo quedando luego cubierta por los bordes libres del epitelio epidérmico, en la placa neural progresa su invaginación para formar el surco neural y posteriormente el tubo neural, que forma la médula espinal. (**fig. 15**).



***fig.15.** Embrión de 6 horas y 50 minutos de edad A. Mesodermo somítico, B. notocordio, C. parte posterior del embrión rodea el vitelo, E. Mesodermo lateral, F.vitelo, 10 X.*

ESTADIO 6. Como resultado de la delaminación se forma la cavidad secundaria del cuerpo, el celoma, la capa mesodérmica producto de la separación que queda pegada al ectodermo se denomina somatopleura u hoja parietal, mientras que la hoja pegada al endodermo se le llama esplacnopleura u hoja visceral.

El mesodermo intermedio localizado entre el somítico y el lateroventral dará lugar a la formación del sistema renal y a las gonadas.

El ectodermo cubre la parte exterior del embrión por el proceso de epibolia, alargandose y formando el futuro sistema nervioso. El mesodermo se subdivide en una serie de segmentos o somitas como se observa (**fig.16**) y al mismo tiempo se desarrolla el mesodermo lateroventral.



fig.16 Embrión de 8 horas. A. corion, B. escudo embrionario C. anillo germinal D. micropilo E. melanomas. 10X.

Antes de la neurulación el embrión ya empieza a alargarse en la parte anterior y posterior donde claramente se observa lo que formara el encéfalo y la futura médula espinal y lo que dará origen a la región caudal del embrión. Se observa el ectodermo más pigmentado. La formación del tubo neural es evidente al igual que la placa neural, el notocordio, el mesodermo y la cavidad intestinal.

ESTADIO 7. El área neural cubre las áreas del notocordio y las somitas en la parte media y posterior del embrión. Una vez cerrado el blastoporo se forma la placa neural, el epitelio ectodérmico de la placa neural se engrosa al unirse epitelio en el lado dorsal del embrión. Los pliegues de la placa neural se engrosan y se elevan por encima y forma los pliegues neurales estos están en contacto con la línea media y se fusionan formando el tubo neural. La cavidad del tubo neural es más estrecha en la parte anterior del tubo y que dará lugar a

cavidades encefálicas así como al encefalo. En la parte posterior del tubo neural es más ancha y se forma en canal central de la medula espinal. La formación y cierre de la placa neural recibe el nombre de neurulación y al embrión se le llama en este momento neurula. (*fig. 17*).



fig.17 Embrión de 8 horas y 40 minutos. El embrión se alarga más y el periblasto cubre casi por completo el vitelo. A. melanomas, B. somites C. notocorda.10X.

ESTADIO 8. Después de la formación de los esbozos primarios y neurulación el embrión comienza a crecer, enseguida se forman los órganos del cuerpo y la diferenciación de las vesículas ópticas es más evidente. (*fig.18*).

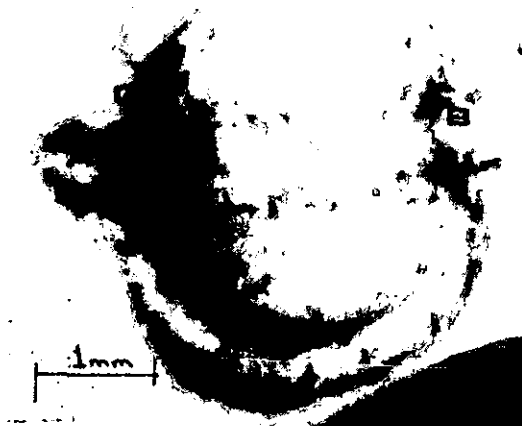


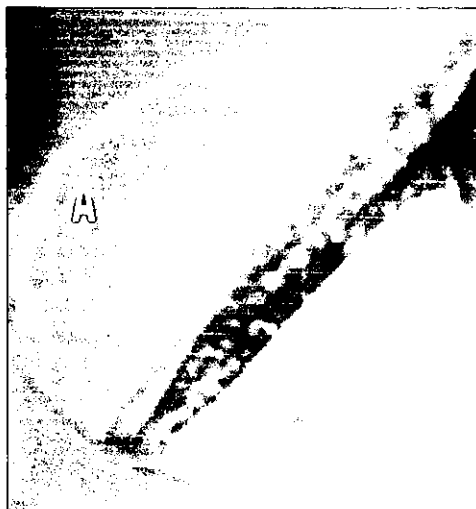
fig.18 Embrión de 9 horas y 30 minutos. Se distingue la región cefálica y la caudal. A. región cefálica, B. región caudal. C. vesículas ópticas 10X.

ESTADIO 9. El cuerpo del embrión se observa básicamente con simetría bilateral, la región cefalica se presenta anteriormente, el tronco del cuerpo se encuentra por arriba del vitelo y la parte posterior o la cola se proyecta en forma de gancho, es posible apreciar el primordio de aleta pectoral, (*fig.19*). Para este tiempo ya es posible observar los primeros latidos del corazón y la circulación sanguínea, ya existe movimiento en la parte posterior del embrión.

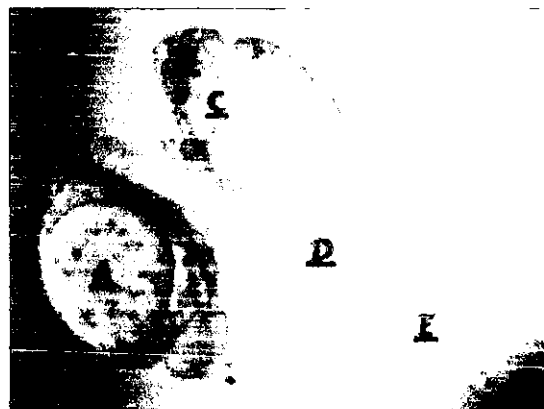


fig.19 Embrión de 11 horas y 50 minutos de edad, la región cefalica casi toca la región caudal. A. región caudal B. región cefalica, C. vesículas ópticas, D. vitelo, E. somites. F. el corazón.10X.

Eclosión. El embrión rompe el corion por sus movimientos del cuerpo (básicamente cabeza y cola) (*fig. 20 a*). Larva recién eclosionada donde se observa vitelo(*fig.20 b*). Durante las siguientes 48 horas termina de absorber el vitelo, los siguientes 60 días tiene que alimentarse capturando microalgas, el crecimiento de la etapa juvenil es muy lento y sensible a los cambios de temperatura.



a



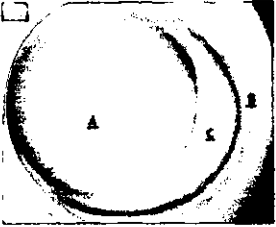
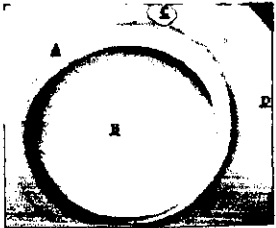
b

fig.20 a) Ruptura del corion provocado por los movimientos del embrión A:saco vitelino, 15X. b) Embrión de 14 horas 30 minutos de edad, formación del cristalino, ojo evidente, cuerpo cubierto por melanosforos, A: saco vitelo, B: ojos, C: corazón, D: Segmentos somíticos,E: cola. 10X.

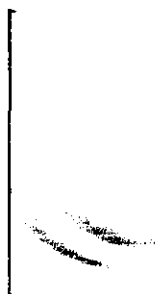
Tabla 1. Desarrollo embrionario de *Colisa latia* en condiciones de laboratorio.

Temperatura de 28°C.

Fotoperiodo continuo con luz blanca artificial

ESTADIO	TIEMPO Horas:minutos	DESCRIPCIÓN	
1	00:07	Organización del huevo. Núcleo y citoplasma visible, tiempo 00:15 minutos de desarrollo.	
2	00:15	segmentación meroblastica, comienza en polo animal, división de blastomeras en múltiplos de dos. El vitelo se concentra en el polo vegetal se aprecia el blastocele y micropilo, duración 01:35 min.	
3	02:10	Final de la segmentación, fusión de las blastomeras en el polo animal, periblasto claramente definido duración 00:20 min.	
4	03:20	Gastrulación, se observa la invaginación del blastodermo y forma el blastoporo. Formación del ectodermo, mesodermo y endodermo por el proceso de epibolia, duración 01:10 min.	

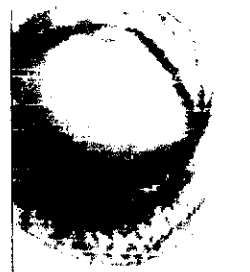
5 06:08 Se comienza a observar las somites, el mesodermo notocordal se alarga sobre el techo del arquenteron, se observa claramente melanomas oscuros en la futura dermis, el vitelo se observa en la parte central del huevo, duración 02:48 min



6 08:40 Tubulación, termina de formarse el notocordio y se forma el tubo digestivo y parte del ectodermo forma la epidermis, duración 02:32 min.



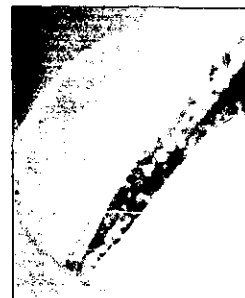
7 11:00 Organogenesis, el ectodermo forma el sistema nervioso, epidermis, endodermo, tubo digestivo y mesodermo intermedio forma el sistema renal y las gonadas. Se observa 12 septos para formar las somites, duración aproximada 03:20 min.



8 12:00 En la parte anterior se observa claramente los ojos y la boca. Lacirculación es evidente así como el latido del corazón, el embrión se alarga formando un anillo dentro del corion, duración aproximada 01:00 min.



9 14:30 Eclosión,movimientos constantes cabeza y aleta caudal, rompen el corion y sale la larva, 02:30 min.



D I S C U S I O N

La conducta reproductora de *Colisa lalia* es monogámica. En el momento de selección el macho solo cortejó a una de 4 hembras. Se colocaron tres machos por hembra y se observó que el macho más fuerte alejó a los otros dos machos de la hembra.

Una vez seleccionada la hembra, el macho comenzó a construir el nido cuya construcción le llevó 7 horas aproximadamente. Shim (1997) menciona que no empleó luz artificial en sus cultivos. En el presente estudio el período de luz fue continuo a lo largo de los experimentos, lo cual no muestra diferencias significativas en el comportamiento de cortejo en las diferentes parejas formadas.

El nido se construyó el mismo día de la fertilización de los huevos, al respecto Shim (1997) reportó que los machos tardaron en construir su nido entre 2 y 5 días antes de la reproducción. En cuanto al número promedio de huevos desovados por cada hembra, este fue menor comparado con lo reportado por Shim (1997) quien calculó entre 400 y 1000 huevos en cada puesta mientras que en el presente estudio solo se obtuvieron 200 huevos por desove lo cual se debió tal vez al espacio reducido de las peceras (50 cm.de largo por 30 de ancho y una capacidad de 60 litros por pareja) a diferencia del cultivo por lote que empleó Shim (1997) (aproximadamente de 35 x 10 m).

Durante el cortejo se observó que los costados de los machos cambiaron de tonalidad de un azul turquesa a un tono azul oscuro, este estímulo visual (no mencionado en otros trabajos de reproducción de belontidos), es una de las señales que da el macho a la hembra, la cual deja de nadar y solo flota, en ese momento el macho la abraza con sus aletas pectorales para el desove.

El cambio de coloración del macho, es un estímulo externo visual Tinbergen (1980) estableció que este fenómeno desencadena la reacción de desove en la hembra unido con los estímulos de postura del macho y de movimientos de aletas, cabe mencionar que el abrazo durante el cortejo se presenta también en *Betta splendens* y *Colisa chuna* que pertenecen a la misma familia de Belontidos(Bardach, 1990).

Con respecto a la fecundación se observó que todos los machos fertilizaron a la misma hora, 5 minutos para la media noche, este es un dato importante pues nos da un punto de referencia para programar la obtención de muestras debidamente programadas y además que no se había comentado este dato por otros autores. Cabe mencionar que se mantuvo encendida una fuente de luz.

Se observó que el cortejo se desarrolla en una temperatura de 28°C y cuando la temperatura disminuyó el proceso cesó, por lo cual fue muy importante mantenerla constante, es decir en 28°C. La disminución de este parametro afectó también al desarrollo embrionario pues este se prolongó hasta por seis horas más cuando la temperatura se disminuyó en dos grados.

El macho protege muy bien el nido, pues depende de él la sobrevivencia de estos huevos y por ende la preservación de esta especie, cualquier intruso que quiera comerse los huevos es atacado por él, si llega a caer un huevo del nido, el macho lo recupera inmediatamente colocándolo de nuevo en el nido, el macho los protege aun después de la eclosión y la larva ha absorbido el saco vitelino. La defensa del nido es más agresiva en el *Betta splendens* aunque pertenecen a la misma familia, este pez lucha hasta la muerte para proteger el nido incluso con su propia pareja. (Petrovicky , 1990).

El desove en cada uno de los nidos fue aproximadamente de 200 huevos (conteo directo), sin embargo solo el 30% llegó a la edad juvenil.

La reproducción de *C. lalia* se da durante todo el año siempre y cuando se mantenga constante la temperatura entre los 27° y 28°C, esta capacidad reproductora tal vez se debe a la maduración folicular continua (Benítez, 1992) así como también pudiera ser al contenido de proteínas en el alimento que fue de 35% como lo sugiere Degani, (1992) y Landesman (1989).

La descripción del desarrollo embrionario de *C.lalia* se hizo *in vivo* en base a las grabaciones y fotografías tomadas durante el proceso. El corion es muy delgado y transparente lo cual permitió estudiar las diferentes etapas por las que atraviesa el huevo.

El gran contenido de vitelo y el pequeño tamaño de estos huevos, hicieron imposible obtener cortes histológicos. También se realizó la técnica de

transparentación con vaselina con resultados negativos esto para la conservación de los huevos.

El estudio de la ontogenia de este pez contribuye al conocimiento de la reproducción y producción de peces ornamentales que pertenecen a la familia Belontiidae como: gurami perla, gurami azul, Colisa chuna, convicto *Betta splendens* y otros. Al ser una de las familias más solicitadas en los acuarios y también una de las más exportadas en latinoamérica, se deben emplear técnicas y procedimientos que aseguren una reproducción exitosa de estas especies. Por presentar estas especies un desarrollo embrionario corto en comparación con otras especies de peces, es posible obtener cardumenes para realizar investigaciones experimentales.

Parte de los peces tropicales de agua dulce son obtenidos en cautiverio, pero aún muchas especies son extraídas de los ríos del amazonas y de algunos países asiáticos como Singapur e Indonesia, las redes hidrográficas así como numerosos lagos cada vez están más contaminados por el uso de abonos químicos, herbicidas, pesticidas por la recepción de aguas por escurrimiento natural, lo cual provoca problemas en las condiciones de la flora y fauna acuática, la acción que ejerce sobre los peces estas sustancias tóxicas presentes en el medio, altera su sistema branquial y sistema circulatorio y además el periodo de vida es más corto (Pesson, 1979). Los representantes de la familia Belontidea son cultivados precisamente en tanques y además su captura y traslado a Latinoamérica provoca estrés por lo tanto un periodo de vida se reduce.

Las ventajas que se tendrían al cultivar en México esta familia son diversas como , el costo seria menor y la aclimatación a diferentes estados de México no representarían mayor problema y no pasaría horas enteras de estrés, lo que aseguraría una vida más larga y sana para estos peces.(Aranda, 2000). El poder cultivar este tipo de peces aumenta las posibilidades de incrementar la demanda de peces ornamentales (Shang,1990).

El desarrollo embrionario es asincrónico dentro de cada nido, pues se observó que el inicio de la segmentación los torna color beige lo cual resalto primeramente los huevos del centro del nido para después observar la diferencia de los de la periferia, también se corroboró tomando muestras y observándolas en el microscopio óptico, de igual forma observó que los huevos no fecundados u ovulos inmaduros se localizaban en la periferia, por lo que se recomienda tomar muestras del centro del nido para realizar observaciones.

El desarrollo embrionario de *C. lalia* en comparación con otras especies ovíparas es menor, como en el pez zebra (*Brachidario rerio*) que tarda 18 hrs o como el pez ángel (*Heterophyllum scalare*) que tarda 43:30 horas , el pez disco que tarda 43 horas, por lo que se pueden hacer estudios sobre los movimientos morfogénéticos en la gastrulación con mayor rapidez y facilidad. (Ramirez, 1997).

La identificación de las diferentes etapas se realizó comparando con otros sistemas embrionarios. Los estadios establecidos se seleccionaron en base a los movimientos más evidentes que se captaron en todo el desarrollo.

C O N C L U S I O N

1.- En condiciones de laboratorio *Colisa lalia* se reproduce durante todo el año, cubriendo un esquema básico de cuidados paternos que caracteriza a la familia Belontiidae.

2.- Son organismo monogamicos en el momento del cortejo, después pueden buscar otra hembra para nuevamente cortejarla.

3.- El desarrollo embrionario tarda 14 horas con 30 minutos a una temperatura de 28°C, sin embargo el aumento o disminución de temperatura modifica el tiempo del desarrollo embrionario.

4.- Por ser un pez con cuidados paternos el corion del huevo es muy delgado por lo que hace más facil el estudio *in vivo* del desarrollo embrionario.

5.- El desarrollo embrionario del nido es asincrónico.

6.- El conocimiento de los diferentes tiempos del desarrollo embrionario permitirá que se realicen variados estudios como por ejemplo mapa de predeterminación *in vivo*.

7.-Al momento de la eclosión y aun después de 2 meses la larva no presenta ningún parecido a la etapa de adulto.

8.- Cultivar las cohortes de estos peces ayudan a realizar investigaciones experimentales.

B i b l i o g r a f í a

- *Aranda, O. (2000). "El lado oscuro del acuarismo." **Especies**. Editorial Naturalia, Vol.9, (suppl.3): 14-15.
- *Arredondo, F. (1986) "Manual de Ciprinicultura." Parte I, Secretaria de Pesca, página 121.
- *Avilés, Q.A. et al. (1995). "Bilogía y cultivo de la cabrilla arenera" *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner, 1868), Pesca, página 250.
- *Balinsky, (1983). "Introducción a la embriología." 5a. Edición, Editorial Omega Barcelona, páginas 140-143, 215-219.
- *Ballard, W. y Ginsburg, A. (1980). "Morphogenetic Movements in Acipenserid Embryos." *J.Exp.Zool.*, 213:69-103.
- *Ballard, W.W. (1982). "Morphogenetic movements and fate map of the cypriniform." *Teleost, Catostomus commersoni*. *J. Exp. Zool.* 219:301-321.
- *Ballard, W. (1973). "Normal Embryonic stages for Salmonid fishes, based on *Salmo gairdner* Richardson and *Salvelinos fontinalis*" (Mitchill). *J.Exp.Zool*, 184:7-26.
- *Ballard, W. (1973). "Morphogenetic movements in *Salmo gairdneri*-Richardson." *J.Exp.Zool*, 184:27-48.
- *Bardach, J. y McIarney, R. (1990). "Acuacultura." De. AGT México, páginas 178-185.

***Bernabe, G. (1991) "Acuicultura." Vol II, Editorial Omega, Barcelona, España páginas 793-798.**

***Bianchini, F. (1979). "Guía de peces y plantas de acuario." Editorial Grijalbo, España. páginas 295.**

***Bond, C.(1979). "Biology of Fishes." Editorial Omega, Barcelona, España. Páginas 419-424**

***Burguess E.W.(1992). "Miniatlases de peces de acuario de agua dulce". Editorial Omega, Barcelona, España. Páginas 916-919.**

***Carlson B. (1990). "Embiología Básica de Patten." Editorial Mc Graw-Hill, México, página 770.**

***Evans, H.E. (1992) "Anatomy of Tropical Fishes". En Aquariology. The science of fish health management. Aquariology. The science of fish health management. Editorial Tetrapress, U.S.A. mater volumen. Gratzek.J.B. (Edit.)Tetra Press U.S.A. páginas 71-93.**

***Ho R.K. (1992). Cell movements and cell fate during zebrafish gastrulation.Development,Suplement. Páginas 65-73.**

***Kodric B.A, (1998). "Sexual dichromatism and Temporary Color Changes in the Reproduction of fishes." Amer. Zool., 38: 70-81.**

***Koenig, C.C. y R.J. Livingston.(1976). "The embryological Development of the Diamond Killifish *Adinia xenica*." COPEIA. N° 3.**

***Lagler, K. F., Bardach, J.E., Miller, R.R., y D.R.M. Passino (1984). "Ictiología." AGT. Editores S.A..México, Páginas 489.**

***Landesman L., Shim K.F. y T.J. Lam. (1986). "Effect of dietary protein levels on ovarian maintenance and reproductive performance of the adult dwarf gouramy *Colisa lalia* (Hamilton)." Asian fisheries Forum, Manta, (Philippines). páginas 585-588.**

***Long, L. W. (1984). "Cell Movements in Teleost fish." Development. Bioscience. Vol. 34. N° 2.**

***Long, L.W. y W.W. Ballard. (1976). "Normal Embryonic Stages of the White sucker *Catostomus comersoni*. "COPEIA. N° 2.**

***Manual of Histologic Staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology.(1968). 3 de. Histopathology Laboratories, Armed Forces Institute of Pathology. McGraw-hill Book company. 1-46.**

***Martínez J. (1997). Invertoscopio y Fotomicroscopio. Congreso de Instrumentación. San Luis Potosi. S.L.P. México. página 552.**

***Mishra P. y B. R. Singh (1979). "Oxygen uptake through water during early life of *Anabas testudineos*." (Bloch).66(22) 129-133.**

***Nelson, J. (1994). Fishes of the world "A wiley interscience Publication." páginas 369-370.**

***Nico L. (1996) Colisa lalia (Hamilton 1822) Nonindigenous Aquatic Species. Florida Caribbean Science Center. 1-2.**

***Nikolsky, G. (1980). "The ecology of fishes." London. página 352.**

***Petrovsky, L. (1990). "Peces ornamentales." Editorial Susaeta. Madrid, España. página 493.**

***Pesson P. (1979). "La contaminación de las aguas continentales, incidencia sobre las biocenosis acuáticas." Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. página 160.**

***Potts G. y Wootton R. (1989). Fish Reproduction: Strategies and tactics academic, Press, London**

***Ramirez P.T. (1997). "Reproducción y desarrollo embrionario del pez angel *Pterophyllum scalare* (Heckel,1840) en condiciones de laboratorio." Tesis Profesional, Campus Iztacala. Páginas 117.**

***Russel F. (1980) "The eggs and planktonic stages of British Marine fishes." London.**

***Shang C. (1990) "Aquaculture economic analysis:An Introduction." Editorial The World Aquaculture Society. Honolulu, Hawaii.1-4.**

***Shim K.F., Lam T. J. y L. Landesman (1997) "Culture of the dwarf gourami *Colisa lalia* in Singapore." J. World Aquaculture Soc. Vol 18. N° 3, páginas 203-206.**

***Scholtz A. (1977). "Los peces de acuario." Editorial Omega. Barcelona, España, páginas 128-132.**

***Torrey T. (1978). "Morfogénesis de los Vertebrados." Editorial Limusa, página 574.**

***Tinbergen, T. (1980) "El Estudio del Instinto." Editorial Siglo XXI. página 243.**

***Wourms, J.P. (1997) "The Rise of Fish Embryology in the Nineteenth Century. Amer. Zool. 37:269-310.**

***Zeckua R.C. y J A. Martínez (1993) "Estudio del desarrollo ontogenético del pez aguja *Strongylura marina* en el sistema estuarino de Tecolutla, Ver. Rev. Zool. 4: 7-22.**