



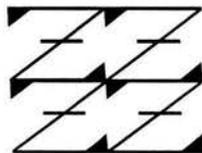
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

Estudio del crecimiento de *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther, 1867) con fines de reproducción.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A :
YADIRA CORNEJO SILVA



LO HUMANO EJE
DE NUESTRA REFLEXIÓN

DIRECTOR DE TESIS: DRA. BERTHA PEÑA MENDOZA

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, en particular a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por ser la base de mi educación.

Mi mayor agradecimiento a los doctores: Bertha Peña Mendoza (directora de este trabajo) y José Luis Gómez Márquez, por permitirme formar parte de su equipo de trabajo, así como de la enseñanza, confianza, apoyo y amistad que siempre me han brindado.

Al M. en C. Xavier Valencia Días, del Laboratorio de Peces del Instituto de Biología de la UNAM, por la certificación y registro de la especie estudiada.

Gracias al Dr. Salvador Contreras Balderas, por las observaciones y comentarios sobre la especie estudiada.

De igual manera, les agradezco a mis sinodales: M. en C. Armando Cervantes Sandoval, Dr. Isaías H. Salgado Ugarte y al Biól. José Luis Guzmán Santiago, por sus valiosos comentarios y sugerencias para enriquecer el presente trabajo.

Gracias al laboratorio de Limnología de la FES Zaragoza por las facilidades y apoyo para realizar este trabajo y en especial a todos los integrantes de ese gran equipo que siempre han mostrado una gran disposición para ayudarme y resolver mis dudas.

Reitero mi agradecimiento a mis amigos Claudia V. De Teodoro, Eloir Gallegos, Elizabeth Dorantes, Fabiola Canseco, Beatriz Zavala, Genaro Montaña y Armando Tovar, por brindarme su amistad incondicional, apoyarme y ayudarme en varios aspectos durante la realización de mi tesis.

Gracias a todos los profesores que con sus enseñanzas contribuyeron en mi formación profesional y a todos mis compañeros que de alguna u otra forma me ayudaron en la realización de este proyecto.

	PÁGINA
Índice de figuras	ii
Índice de tablas	iii
Resumen	iv
Introducción	1
Diagnos de la especie	3
Distribución	6
Antecedentes	7
Área de estudio	11
Objetivos	13
Material y Método	14
Colecta y aclimatación	14
Taxonomía	15
Método histológico	16
Relación peso-longitud	16
Factor de condición	17
Tasa de crecimiento instantáneo	17
Incremento en peso y talla por día	18
Porcentaje de ganancia	18
Mortalidad	19
Parámetros físicos y químicos	19
Fecundidad Relativa	20
Fecundidad Media	20
Resultados	22
Taxonomía	22
Características sexuales secundarias	25
Reproducción	27
Macroscópicamente	27
Madurez gonádica	28
Conducta de apareamiento	30
Cuidado del nido y del cardumen	31
Desarrollo embrionario	35
Microscópicamente	38
Ovarios	38
Testículos	39
Alevines	41
Relación peso- longitud	41
Factor de condición (Q)	43
Tasa de crecimiento	44
Incremento	45
Porcentaje de ganancia	45
Características físicas y químicas	46
Adultos	48
Relación peso- longitud	48
Factor de condición (Q)	50
Tasa de crecimiento	51
Incremento	52
Porcentaje de ganancia	53
Características físicas y químicas	54
Talla de primera madurez	55
Fecundidad relativa	56
Fecundidad media	56
Discusión	57
Conclusiones	63
Sugerencias	66
Referencias	67

FIGURA		PÁGINA
1	<i>Cichlasoma nigrofasciatum</i> (convicto)	3
2	Mapa de distribución para el género <i>Cichlasoma</i> .	6
3	Ubicación de la zona de estudio	12
4	Macho de <i>C. nigrofasciatum</i> ; aclarado por la técnica de Potthoff (1984).	23
5	Branquiespinas de <i>C. nigrofasciatum</i> (adulto)	24
6	Estómago de <i>C. nigrofasciatum</i> adulto	24
7	Sacos pilóricos de <i>C. nigrofasciatum</i> adulto	24
8	Hembra (a) y macho (b) de <i>C. nigrofasciatum</i> .	25
9	Dimorfismo de la papila genital entre hembra (izquierda) y macho (derecha) de <i>C. nigrofasciatum</i> antes del desove, vista ventral. (32X)	26
10	Papila genital de <i>C. nigrofasciatum</i> , hembra antes del desove, vista ventral.	26
11	Papila genital de <i>C. nigrofasciatum</i> , macho antes del desove, vista lateral.	26
12	Hembra de <i>C. nigrofasciatum</i> , vista dorsal.	27
13	Macho de <i>C. nigrofasciatum</i> , vista dorsal.	27
14	Ovario de <i>C. nigrofasciatum</i> , vista antes de la ovoposición	28
15	Testículo de <i>C. nigrofasciatum</i> (antes de la fecundación)	28
16	Diferencia del desarrollo de las gónadas (ovarios y testículos) de <i>C. nigrofasciatum</i> en sus diferentes fases.	28
17	Folículos de <i>C. nigrofasciatum</i> en estadio IV.	29
18	Alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> con tres días de nacidos	33
19	Primeras etapas del desarrollo embrionario de <i>C. nigrofasciatum</i>	35
20	Desarrollo larval de <i>C. nigrofasciatum</i> antes y post-eclosión	37
21	Microfotografías del corte transversal de un ovario etapa IV de <i>Cichlasoma nigrofasciatum</i> .	38
22	Microfotografías de testículos en un corte longitudinal y transversal.	40
23	Relación longitud total – peso total de los alevines mantenidos bajo diferentes condiciones de temperatura.	41
24	Factor de condición para alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> sometidos a 25, 27 y 29° C respectivamente.	42
25	Tasa de crecimiento instantáneo en longitud total para alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> sometidos a tres temperaturas diferentes.	43
26	Tasa de crecimiento instantáneo en peso total para alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> bajo temperaturas de 25, 27 y 29° C.	44
27	Incremento en longitud total para alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> .	44
28	Incremento en peso total para alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> .	45
29	Porcentaje de ganancia en longitud total para alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> .	45
30	Porcentaje de ganancia en peso total para alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> .	46
31	Comportamiento de los parámetros físicos y químicos en donde se desarrollaron los alevines de <i>C. nigrofasciatum</i> .	47
32	Relación Longitud total (Lt) vs. Peso total (Pt) de los peces mantenidos bajo diferentes condiciones de temperatura	48
33	Factor de condición para los peces adultos de <i>C. nigrofasciatum</i> .	50
34	Tasas de crecimiento en longitud total para los peces de <i>C. nigrofasciatum</i> .	50
35	Incremento en longitud total para los peces de <i>C. nigrofasciatum</i> .	51
36	Porcentaje de ganancia en longitud total para los peces de <i>C. nigrofasciatum</i> .	51
37	Tasas de crecimiento en peso total para peces de <i>C. nigrofasciatum</i> .	51
38	Incremento en peso total para peces de <i>C. nigrofasciatum</i>	52
39	Porcentaje de ganancia en peso total para peces de <i>C. nigrofasciatum</i> .	52
40	Parámetros físicos y químico en donde crecieron los peces de <i>C. nigrofasciatum</i> .	53
41	Talla de primera madurez para las hembras de <i>Cichlasoma nigrofasciatum</i> .	54
42	Talla de primera madurez para machos de <i>Cichlasoma nigrofasciatum</i>	54
43	Fecundidad relativa para <i>C. nigrofasciatum</i> .	55

TABLA		PÁGINA
1	Comparación de algunas características merísticas de <i>C. nigrofasciatum</i> .	22
2	Intervalos y características de los folículos de <i>C. nigrofasciatum</i> .	30
3	Correlación entre la longitud total y patrón vs. el peso, en alevines	40
4	Prueba de t-student.	41
5	Correlación de longitud total (Lt) y longitud patrón (Lp) vs. Peso total (P) para adultos de <i>C. nigrofasciatum</i>	48
6	Prueba de t-student para los valores de la pendiente "b".	49

RESÚMEN

Se capturaron en abril de 2002 adultos de *Cichlasoma nigrofasciatum* en el río Amacuzac (Morelos) con ayuda de un chinchorro de 10 metros de largo y 0.01 m de luz de malla y redes charaleras para aclimatarlos en acuarios a temperaturas de 25, 27 y 29 ± 1°C, con la finalidad de obtener su reproducción en el laboratorio de las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Se registraron quincenalmente los datos biométricos de longitud total (Lt), longitud patrón (Lp), altura (A) con un ictiómetro convencional de ±1 mm de precisión y peso total (Pt) con una balanza analítica de ± 0.0001g de precisión; además, se registraron los parámetros físico-químicos cada tercer día. Los alevines obtenidos en el laboratorio se sometieron a tres temperaturas (25, 27 y 29 ± 1° C) en acuarios; presentaron un crecimiento de tipo alométrico negativo, igual que los adultos sometidos a 29° C y con tendencia a la isometría los peces mantenidos a temperaturas de 25 y 27° C. Los peces se desarrollaron en un intervalo de pH que va desde 8.2 a 10.1 unidades, conductividad de 821 a 1187 µS/cm y concentración de oxígeno disuelto de 3.28 a 5.96 mg/l.

Se realizó la identificación de *Cichlasoma nigrofasciatum* en función de las características morfométricas y merísticas corroboradas por el M. en C. Xavier Valencia Días, del Laboratorio de Peces del Instituto de Biología de la UNAM, quien certificó y registró la especie con el número de catálogo IBUNAM-P-12939. Sin embargo, en la actualidad por comunicación directa con el Dr. Salvador Contreras Balderas, la especie queda como *Archocentrus nigrofasciatum*.

El dimorfismo sexual es más notable en la etapa adulta que cuando son cría y juvenil, siendo la hembra quien presenta menor tamaño y coloración más llamativa que aumenta en la etapa de reproducción. Asimismo, se observó que cuando la coloración era más llamativa coincidía con la madurez gonádica más avanzada, el aumento en el volumen de la papila genital y del abdomen. La talla de primera madurez se registró a los 46 mm para hembras y 53 mm para machos. La conducta en el proceso reproductivo, se caracterizó por: 1) la selección de pareja por parte de la hembra, 2) el baile de cortejo entre la pareja, 3) la selección del lugar para la ovoposición, fertilización y crianza, 4) limpieza y aireación del nido, 5) cuidado biparental hasta que las crías fueron independientes, con algunas excepciones. La agresividad de la pareja aumentó conforme avanzó el proceso reproductivo. El número de óvulos en cada puesta fue de 100 a 300 y solo en una ocasión más de 450, tienen forma ovoide y varían de 1.6 a 1.9 mm de

longitud, con coloración blanquecina previa a la fecundación y color amarillo claro a ámbar posterior a la fecundación.

En el desarrollo de la maduración gonadal se establecieron cinco etapas reproductivas tanto para ovarios como para testículos. Para los ovarios se reconocieron las siguientes características: 1) ovarios indiferenciados, translucidos y muy delgados; 2) presentan folículos inmaduros entre 100-200 μm , transparentes, ovarios en el extremo anterior vacíos. 3) predominan los folículos en maduración (200-500 μm , de color crema y ámbar) y maduros (500-2000 μm de color ámbar); poca cantidad de inmaduros (100-200 μm). Se detectó acumulación de grasa en la parte visceral (probablemente para la temporada de apareamiento). 4) Predominan folículos maduros (500 – 2000 μm) con muy pocos folículos en maduración y rara vez se encontraron inmaduros. Los ovarios ocupan prácticamente toda la cavidad visceral por lo que el tracto digestivo es muy pequeño y con un pequeño estímulo los óvulos son expulsados, el peso del hígado no es superior al de la gónada; y 5) ovarios flácidos, con algunos folículos maduros.

Para los testículos: 1) testículos blanquecinos y delgados; 2) presentan color blanco y son más o menos simétricos; 3) presentan color blanco a crema y son gruesos; 4) los testículos aumentan su tamaño, son de color crema blanquecino y consistencia blanda; y 5) los testículos se encuentran contraídos, son muy delgados, flácidos y translúcidos.

Al inicio de la fecundación el huevo presenta una gran cantidad de glóbulos, a las 24 horas se da un incremento de 0.2 mm y los glóbulos comienzan a concentrarse en el centro dándose una diferenciación entre el polo animal y el vegetativo. A las 33 horas, se observó el disco germinal en el polo animal donde se dieron diversos movimientos celulares hasta formarse el pez, el cual eclosiona transcurridas de 72 a 96 horas, moviéndose solo por vibración. El alevín comenzó a sufrir cambios: 1) la formación del hocico, donde la parte inferior de la mandíbula es la primera en formarse y la abertura del hocico es muy corta 2); la formación de los ojos. 3) la reducción del saco vitelino, 4) El movimiento comienza a hacerse más visible a partir de las 72 horas de vida. De 360-480 horas después de la eclosión el saco vitelino ha sido reabsorbido. Se presentó una supervivencia del 72% hasta alcanzar la etapa juvenil.

La alimentación de acuerdo al tipo de estómago y tracto digestivo que presenta la especie es carnívora con tendencia a la omnívora.

INTRODUCCIÓN

La familia Cichlidae está constituida por 85 géneros de peces de aguas dulces y salobres, los cuales predominan en los lagos africanos Malawi, Victoria y Tangañica, donde viven cientos de especies. También se encuentran en la India, Sri Lanka, Madagascar, las Antillas, América Central y América del Sur (Nelson, 1994). En Europa se trata de una familia no autóctona y está representada por un género y una especie, el chanchito o palometa negra (*Diplodus sargus*), originario de las aguas dulces de Sudamérica (Río de la Plata) e introducido con éxito en el Portugal meridional (Rosas, 1976).

En México la familia Cichlidae es una de las más importantes en el campo de la ictiología; esta representada por dos géneros autóctonos: *Cichlasoma* (Swainson, 1839; Álvarez del Villar, 1970) y *Petenia* (Günther, 1862) y dos introducidos: *Tilapia* (Smith, 1840) y *Oreochromis* (Günther, 1889) (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1986).

El género *Cichlasoma* se encuentra distribuido en el Nuevo Mundo desde el sur de Texas hasta Argentina (donde existen aproximadamente 49 especies) y en el Viejo Mundo en toda África y parte del Medio Oriente. El género *Petenia* es nativo del lago Petén en Guatemala y de la cuenca del Río Usumacinta en México (Álvarez del Villar, 1970; Torres, 1991; Kullander, 1998).

Los integrantes de la familia Cichlidae son adecuados para la piscicultura intensiva y extensiva debido a sus hábitos, por ejemplo, reproducción en ambientes lénticos y cuidado de la descendencia, ausencia de migraciones largas así como su aceptación en el mercado (Ferreira, 1981; citado por Feldberg y Bertollo, 1985). Además de aprovechar los peces para el consumo directo o industrial, existen algunas especies que son utilizadas para actividades pesqueras de características muy particulares, las cuales están destinadas para la provisión de peces ornamentales, empleados en el acuarismo (FAO, 1998). Esta actividad entraña complejos procesos de detección, captura, conservación y traslado a los mercados de consumo. La mayoría de los peces utilizados son de regiones tropicales y subtropicales y en general, todos presentan colores llamativos pero algunos son de interesante

comportamiento o variada conformación (Bonetto, 1985). Los cíclidos tienen gran importancia para los ictiólogos y etólogos, debido a que constituyen uno de los mejores ejemplos de cómo una única familia es capaz de diversificarse en un gran número de especies capaz de adaptarse y colonizar diferentes biotopos (Feldberg y Bertollo, 1985).

Sin embargo, pocas especies presentes en el territorio mexicano han sido estudiadas, debido a la dificultad para la colecta de un gran número de ejemplares lo que ha provocado que a la fecha existan problemas de clasificación del grupo, ya que son muchos los casos en donde aún no se han identificado los caracteres que permiten una clara separación (Torres, 1991). Además muchos hábitat en donde se encuentran han sido alterados y en casos mas graves destruidos, ya que día a día los diferentes cuerpos acuáticos son modificados tanto por la contaminación antropogénica como por factores naturales. Asimismo, el mal manejo de los recursos está causando problemas en el desarrollo de la especie endémica *Cichlasoma istlanum*, así como alteraciones en el crecimiento de algunos peces de importancia económica (*Oreochromis spp.*). Aunado a todo esto, en algunas zonas del estado de Morelos *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther, 1867) ha creado problemas, por ser depredador de las crías de especies nativas, lo que afecta los niveles de producción para las Sociedades Cooperativas (Contreras-MacBeath, 1995).

Es cierto que algunos acuaristas con *Cichlasoma nigrofasciatum* han obtenido organismos que llegan a alcanzar precios elevados, pero no es así para algunos otros. Sin embargo, poco se sabe sobre su biología, desarrollo, crecimiento y reproducción, por lo que es necesario llevar a cabo investigaciones con esta especie a fin de obtener información que a mediano y largo plazo permitan su control y desde el punto de vista del acuarismo, se pueda realizar una mejor explotación, con la consecuente generación de empleos e incentivos económicos para las poblaciones rurales que se quieran dedicar a esta actividad económica.

Diagnosis de la especie.

La siguiente diagnosis está dada a nivel supragénero de acuerdo a Nelson (1994) y a nivel infragénero por Regan (1905) y Conkel (1993)

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Teleostomi

Clase: Actinopterygii.

Subclase: Neopterygii

División: Teleostei

Subdivisión: Euteleostei

Superorden: Acanthopterygii

Serie: Percomorpha

Orden: Perciformes.

Suborden: Percoidei

Familia: Cichlidae.

Subfamilia: Cichlasomatinae

Género: *Cichlasoma*.

Sub-género: *Archocentrus*

Especie: *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther, 1867)

Nombres vernácular: Cíclido convicto

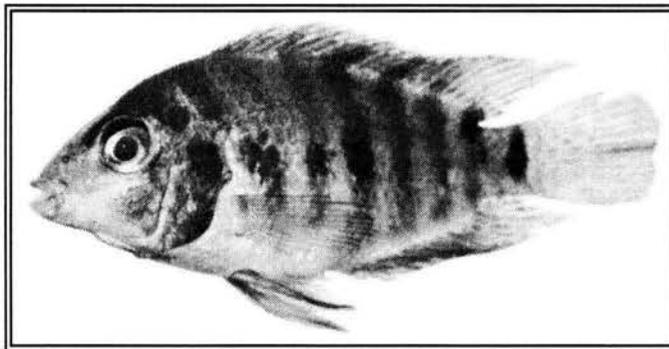


Fig. 1 *Cichlasoma nigrofasciatum* (convicto) tomado de Froese y Pauly (2004).

Cichlasoma nigrofasciatum (figura 1), cuyos sinónimos son *Heros nigrofasciatus* y *Astronotus nigrofasciatum*, es comúnmente conocida con el nombre de convicto, cebra, mojarra rayada (Cybercichlids, 2001), congo, carate o burra (Bussing, 1998) es originaria de América Central.

De acuerdo con Page y Burr (1991; citados por Wisenden, 1994) el convicto puede ser distinguido por la presencia de seis barras negras a lo largo de los costados extendidas hacia la aleta dorsal y anal, la primera en forma de Y o inclinada fuertemente sobre la cabeza; una séptima barra aparece en la base de la aleta caudal. En el opérculo se observa una mancha negra en la parte superior. La coloración general es pardo claro o pardo morado. La intensidad de las barras es variable y a veces las tres primeras se intensifican en la línea media formando tres manchas y el patrón rayado se desvanece. Las aletas son pálidas con las barras extendidas parcialmente en la dorsal y anal (Bussing, 1998). La aleta dorsal del macho es más alargada que la de la hembra aunque ésta puede tener dicha aleta ribeteada y terminada en punta igual que el macho pero más pequeña, además el macho adulto posee un abultamiento en la parte frontal. Las características merísticas son: altura de cuerpo 2 a 2.25 veces en la longitud patrón (Lp), longitud cefálica 2.75 a 3 veces la lp. Hocico considerablemente más corto que el postorbital. El diámetro de ojo 2.75 a 3.5 veces en la longitud cefálica, anchura del interorbital 2.75 a 3.25 veces. Profundidad (altura) de preorbital de 0.5 a 0.75 veces el diámetro de ojo. El maxilar se extiende a la vertical del margen anterior del ojo; el proceso premaxilar se extiende arriba del margen anterior del ojo; las mandíbulas igualmente que el anterior; el pliegue del labio inferior no es continuo; la mejilla con 4 o 5 series de escamas; presenta de 7 u 8 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. 28 a 31 $\frac{4}{11-12}$ escamas, de 2 o 2.5 entre la línea lateral y la base de la parte anterior de la dorsal suave. Dorsal XVII-XVIII; 8-9, comenzando arriba del opercular, espinas diferentes de la sexta a la decimocuarta, por lo tanto incrementan hacia la última, el cual es de 0.4 veces la longitud de la cabeza; la aleta suave, cuando se pone hacia atrás, extendiéndose hacia la mitad de la caudal. Anal VIII-X; 6-8. Pectoral un poco más corta que la cabeza, extendiéndose arriba de la tercera o cuarta espina anal; la ventral

(pélvica) se extiende más allá del origen de la aleta anal. Caudal redondeada. El pedúnculo caudal es de 0.5 a 0.75 veces tan largo como la altura. Color parduzco, el cuerpo con 7 u 8 barras negras verticales las cuales se extienden hasta la aleta dorsal; una barra oscura en la base de la aleta caudal. País de origen Guatemala. (Regan, 1905).

El pez convicto (*C. nigrofasciatum*) es relativamente pequeño de 8 a 9 cm de longitud total siendo su máxima de 15-18 cm (Konings, 1989; Cichlids, 1992; Ávila, 2003). Habita en arroyos, riachuelos y ríos de todas velocidades entre altitudes de 0 a 540 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra sobre todo tipo de fondo en aguas con temperatura entre 20 y 36° C (Bussing, 1998; Ávila, 2003), pero generalmente a temperaturas de 24 a 26° C.

Son peces ovíparos que desovan sobre superficies rocosas o buscan cuevas y ambos progenitores cuidan de las crías, pueden ser muy agresivos durante esta época y llegan a luchar con peces más grandes.

Esta especie se reporta como omnívora en su vida nativa, pero con preferencia herbívora (hojas y semillas), consume pequeñas algas (McKaye, 1977, citado en Froese y Pauly, 2004; Bussing, 1987; Cichlids, 1992), así como insectos acuáticos y detritus (Bussing, 1987). Como piscívora, se alimenta de los más pequeños de su especie (Fraser *et al.*, 1993) En cautiverio aceptan alimento vivo, liofilizado, congelado y hojuelas. Es imprescindible aportar a su dieta alguna verdura, como por ejemplo lechuga o espinaca hervida (Ávila, 2003).

Los patrones de coloración, el tamaño pequeño de los adultos, la rápida maduración sexual de las especies en cautiverio (3-4 meses), el marcado instinto de protección de huevos y alevines que muestran los reproductores y su relativamente sencillo proceso de cultivo en acuarios, hacen que *C. nigrofasciatum* presente excelentes características como especie ornamental o para ser utilizadas en bioensayos (Piron, 1978 citado en Martínez y Murillo, 1987).

Distribución de *Cichlasoma nigrofasciatum*

Es una especie de origen Centroamericano que se distribuye en la vertiente del Pacífico desde Guatemala en los lagos Atitlán y Amatitlán, en los lagos Managua y Nicaragua en Nicaragua hasta el noroeste de Costa Rica (Vives, 1988; McCann *et al.*, 1996), así como en la vertiente Atlántica Centroamericana, incluyendo los ríos San Juan y Guarumo en Panamá (Fig. 2). Se reporta como establecida en Nevada, Arizona y Florida (Courtenay y Taylor, 1986).

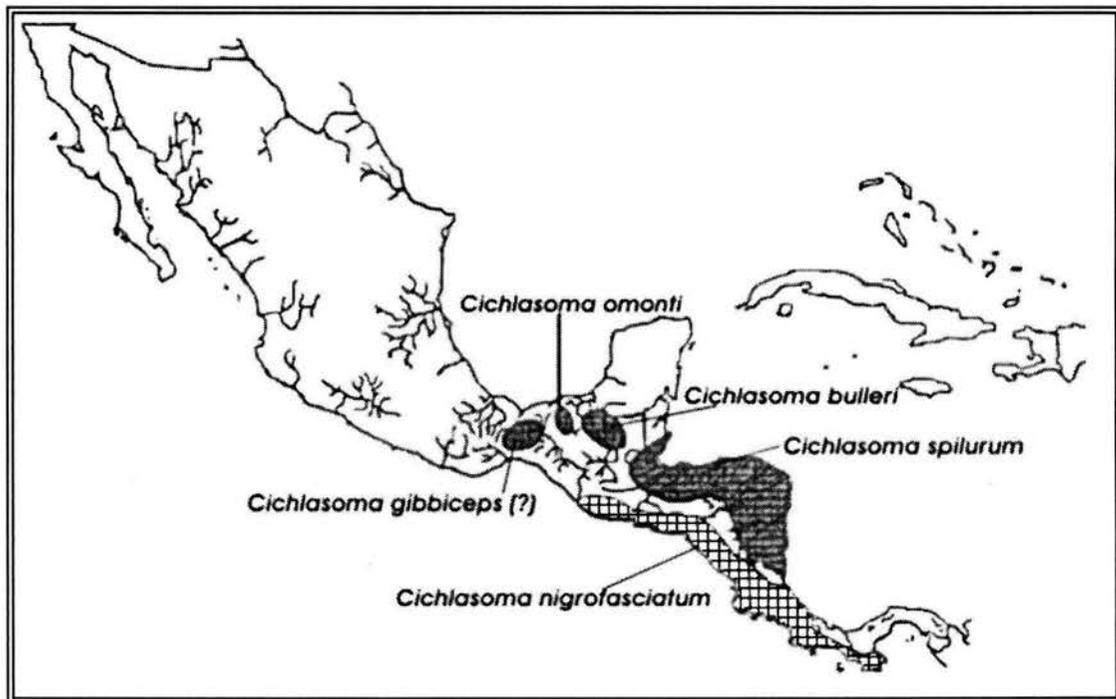


Fig. 2 Distribución de *Cichlasoma nigrofasciatum* en Centroamérica.

En México es una especie exótica, que se localiza en algunas cuencas de la rívera de Armería en los estados de Colima y Jalisco. En el estado de Guerrero se le encuentra distribuida en los ríos de Nexapa, Papagayo y Coyuca. Recientemente se reporta en el río de Ixtla en el estado de Morelos (a donde se introdujo con fines ornamentales) y en el río Huámito cerca de La Huacana, en el estado de Michoacán (Artiagas, 1993).

ANTECEDENTES

El género *Cichlasoma* tiene mayor número de especies en la ictiofauna dulceacuícola mexicana (Álvarez del Villar, 1970), por lo que está sujeto a diversos estudios, como por ejemplo distribución regional, taxonomía, genética, hábitos alimenticios, ecológicos, reproducción, crecimiento, parasitismo y potencial para la acuicultura (Uribe-Alcocer *et al.*, 1999).

Rivas (1965; mencionado por Froese y Pauly, 2004) reportó a *Cichlasoma nigrofasciatum* en aguas abiertas en condado de Dade, Miami, Florida; sin embargo, este registro no ha sido confirmado. Aunque los especímenes se han capturado en las aguas de Florida, no existe evidencia de poblaciones establecidas en el ecosistema del Golfo de México (Courtenay *et al.*, 1991; Shafland, 1996; citado en Froese y Pauly, 2004). Lee *et al.*, (1980) consideran que probablemente los especímenes recolectados en Florida se originaron de las descargas del acuario y si fuera establecido totalmente, el convicto (*C. nigrofasciatum*) tiene el potencial de causar daño serio a las comunidades de peces nativas a través de la competencia y depredación posiblemente directa.

McKaye (1977, citado en Froese y Pauly, 2004) informó una preferencia por construir nidos entre hierbas putrefactas. Ambos sexos son muy agresivos hacia su especie, así como hacia los individuos de otras especies. Ponen huevos en las piedras y ambos padres participan en su protección. Los huevos eclosionan en aproximadamente tres días y las crías salen del nido en cinco días, midiendo aproximadamente 5 mm. Las crías se vuelven independientes aproximadamente a los 10 mm. Un promedio de 30 crías alcanza la independencia.

Martínez y Murillo (1987) documentaron el desarrollo de *C. nigrofasciatum* en el laboratorio y mencionan que los huevos eclosionan en cuatro días; a los siete días después de la eclosión desaparece el saco vitelino y a los 24 días se alcanza el número común de espinas y radios de todas las aletas a una longitud total promedio de 7.4 mm.

Lavery (1991) concluye que prefieren cavidades oscuras como nidos para ocultar las crías y hacerlos menos evidente a los rapaces visuales. Además de que en las cuevas, se favorecen solo las entradas para reducir la probabilidad de intrusión y son probablemente más manejables para las hembras en términos de defender sus crías.

Artiagas (1993) estudio la taxonomía, distribución y biología de *C. istlanum*; concluye que el mayor peligro que tiene este pez es de origen humano, debido a la introducción de especies exóticas (como es el caso de *C. nigrofasciatum*, para alimento o con fines recreativos), más los vertidos incontrolados de aguas residuales a los ríos, hechos que ponen en peligro todas las poblaciones de peces de agua dulce del mundo.

Contreras-MacBeath (1995) menciona que la presencia de esta especie en los ríos del Estado de Morelos se debe a que una compañía dedicada a la producción de especies para acuario, la liberó hacia los sistemas acuáticos naturales de manera accidental.

Crawford y Balon (1996) reportan que los convictos ovopositan en las superficies limpias de piedras. Los padres incuban los huevos y cuidan a las crías. Protegen y airean a los embriones; a los embriones libres los transfieren a diferentes tiempos en nuevos hoyos excavados en el fondo usando su boca (agrupándoles)

Contreras-MacBeath (1997), estudio la estrategia reproductiva entre *C. istlanum* y *C. nigrofasciatum* para conocer si este factor influía en el desplazamiento de la primera, encontrando que el primer reclutamiento reproductivo para *C. istlanum* ocurre a los 66 mm de longitud y para *C. nigrofasciatum* a los 48 mm. La fecundidad para *C. istlanum* va de 348-1293 huevos con una temporada de reproducción de cuatro meses (febrero-mayo) y en *C. nigrofasciatum* es de 95-756 huevos con temporada de reproducción durante todo el año. Asimismo reporta diferencias en las características del nido y cuidado de las crías, siendo para la primera en una superficie lisa y expuesta nadando los progenitores con el cardumen de larvas muy cerca del sustrato; para la segunda el nido es un hoyo en el sustrato, dentro del cual depositan los huevos y las larvas nunca están expuestas. Además encuentra

evidencia de que *C. nigrofasciatum* depreda las larvas de *C. istlanum*. Concluye que la reproducción ha jugado un papel fundamental en el desplazamiento de las especies nativas.

Beeching *et. al.* (1998) reportó que la intensidad en la coloración afecta la agresividad intrasexual de las hembras, siendo menos agresivas las de coloración media, por lo que concluye que probablemente esta correlacionado con algún factor etológico o ecológico aún no identificado.

Hauck (2000) realizó pruebas para observar la conducta agresiva del cíclido *C. nigrofasciatum* para ambos sexos introduciendo en una pecera de 10 galones de agua, a un intruso con los residentes por periodos de uno a cinco días. Menciona haber detectado mayor agresividad entre los machos que entre las hembras, concluyendo que no importa ni el tamaño ni el género, ya que siempre se presentará la competencia por el territorio.

Ruffner y Beeching (2000) examinaron en laboratorio las preferencias de las hembras para el apareamiento con diferentes tamaños de machos, resultando que las hembras tienen diferentes criterios para escoger el macho con el cual se aparean. Concluye que las hembras de *C. nigrofasciatum* exhiben preferencia por machos mucho más grandes excediendo incluso su talla..

Siewers (2000) estudio los cambios de conducta en los cuidados parentales de *C. nigrofasciatum* por efecto de una solución con nonylphenol (principal contaminante acuático que se conoce con propiedades estrogénicas) contrastándolo con un control. Dicho experimento consistió en colocarle a la pareja un depredador. Reporta que las hembras tratadas con el nonylphenol aumentaban su comportamiento defensivo hacia sus crías en comparación con las no tratadas teniendo una mayor cantidad de supervivencia de las crías, corroborándolo con el análisis del suero de las hembras maduras, quienes presentan mayor concentración de vitelogeninas.

Yamamoto y Tagawa (2000) citan que *Cichlasoma (Archocentrus) nigrofasciatum* deposita aproximadamente 100-150 huevos y son vigorosamente defendidos y cuidados por ambos padres.

Wisenden (2001) considera que el número de crías de *Cichlasoma (Archocentrus) nigrofasciatum* que sobreviven se debe a que es un pez con comportamiento biparental hacia los huevos y juveniles, por lo que se ajusta a un modelo de bajo gasto en beneficio de la fecundidad y un alto costo en la defensa de los juveniles. Se basó en datos de poblaciones naturales en sistemas de Costa Rica, en donde realizó pruebas de predicciones para el modelo; reportando que 1) existe correlación positiva entre el número de crías que son consumidos por día y el número de crías por camada, en algunos casos existe independencia de la edad de la camada; 2) el número de crías al final del periodo del cuidado biparental, esta en función con el número de jóvenes incrementándose a una velocidad cada vez menor con el tamaño inicial de la camada, hasta converger en una asíntota entre el número máximo de crías y la capacidad del cuidado que pueden tener los padres; 3) una correlación negativa entre el número de crías y la tasa de crecimiento, lo que sugiere que cuando al incrementar el tamaño de la camada los juveniles responden a una disminución en la eficiencia de la defensa de los padres hacia la camada por amontonarse bajo los padres. Por lo tanto, se incrementa la densidad de la camada y se reducen las tasas de forrajeo de las crías. Concluye que en trabajos futuros se deben de considerar tres cosas, el número de huevos, el tamaño de los huevos y el costo del cuidado por parte de los padres.

UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Los organismos de *C. nigrofasciatum* fueron capturados y trasladados al laboratorio para su aclimatación y trabajo bajo condiciones controladas. El sitio de captura fue en el Río Amacuzac a la altura del Puente de la Fundición, cerca del poblado de Tehuixtla, Municipio de Puente de Ixtla, localizado al suroeste del estado de Morelos, a los 18° 32' 52.3" latitud N y 99° 16' 11.2" longitud O con altitud de 882 m.s.n.m. El clima de acuerdo a Köppen modificado por García en 1978 es Aw"(w)(i')g cálido subhúmedo, porcentaje de lluvia invernal menor de 5 mm, precipitación del mes más seco aproximadamente de 40 mm. La temperatura media anual es de 26° C, la temperatura mínima anual es de 20.8° C y la temperatura máxima anual es de 28.3° C (Anónimo, 1981)

El laboratorio se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Campus II a un costado del edificio A-5 en la zona suroeste (Figura 3) en la Ciudad de México, Delegación Iztapalapa a 19° 25' de latitud Norte y 94° 03' de longitud Oeste, a 2240 m.s.n.m. (INEGI, 1986). El clima que prevalece de acuerdo a la clasificación de Köppen (modificada por García, 1978) es C(W₀)(W)b(i'), templado subhúmedo con lluvias en verano, en donde su precipitación media anual es de 770 mm de agua al año, con temperatura máxima de 29° C en junio y temperatura mínima de 12° C en enero (INEGI, 1993).

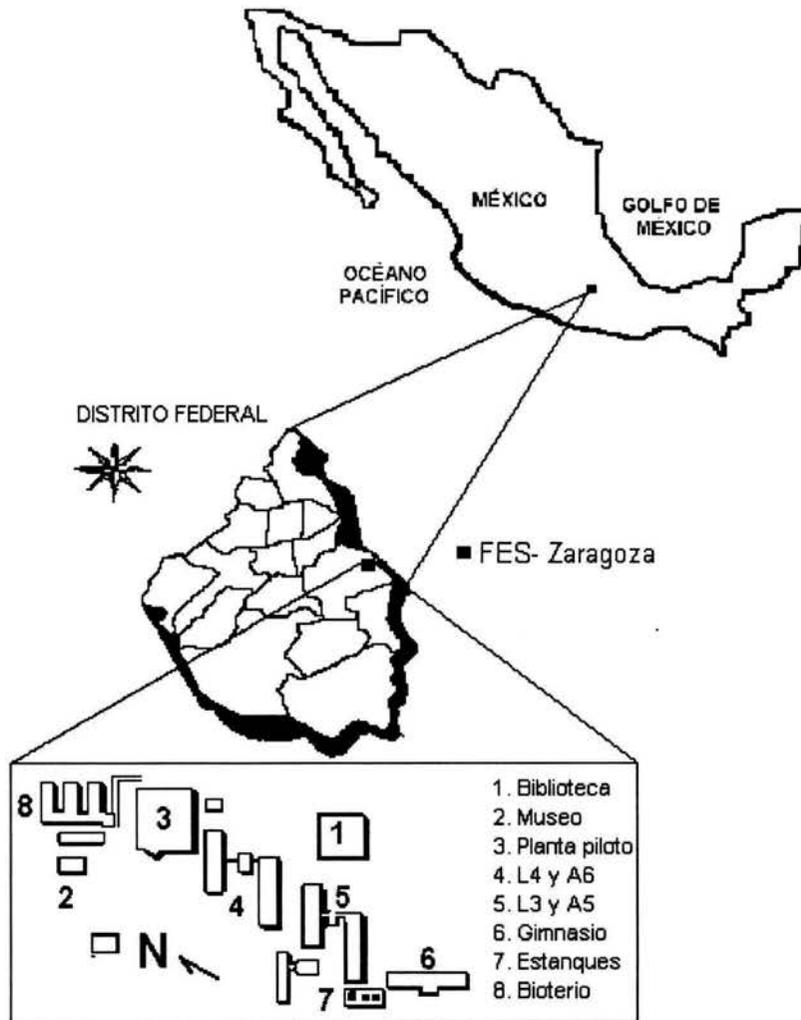


Fig. 3 Ubicación de la zona de estudio

OBJETIVO GENERAL.

Determinar la tasa de crecimiento de *Cichlasoma nigrofasciatum* (pez convicto) bajo condiciones de laboratorio, así como algunos aspectos del ciclo de reproducción.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- ✓ Adaptar los peces de *Cichlasoma nigrofasciatum* a condiciones de acuario, para su crecimiento y reproducción.
- ✓ Describir el comportamiento que presenta la especie durante las diferentes etapas de reproducción: cortejo, ovoposición, fecundidad, incubación de huevos, crecimiento y cuidado de los alevines por parte de los padres.
- ✓ Obtener la relación peso-longitud de la especie para conocer el tipo de crecimiento.
- ✓ Obtener el factor de condición, la tasa de crecimiento, el porcentaje de ganancia y el incremento en longitud y peso a través del tiempo.
- ✓ Determinar la talla de primera madurez sexual de la especie.
- ✓ Reconocer la época reproductiva de la especie.
- ✓ Obtener el índice de fecundidad relativo para la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Colecta y aclimatación.

Se colectaron organismos adultos y juveniles de *Cichlasoma nigrofasciatum* del río Amacuzac en el sitio del Puente de la Fundición, en el Estado de Morelos, con ayuda de un chinchorro de 10 metros de largo y 0.01 m de luz de malla y redes charaleras, los cuales se trasladaron al laboratorio y se adaptaron a condiciones de acuario a diferentes temperaturas (25, 27 y 29 ± 1 ° C). Se tomaron en consideración dichas temperaturas ya que la registrada por la literatura como óptima es de 24 a 26° C.

En cada pecera de 30 litros de capacidad (dos acuarios para cada tratamiento de temperatura) se colocaron de 6 a 8 peces con intervalo de longitud total de 2 a 4 cm. Cada tercer día se registró la temperatura, pH, concentración de oxígeno disuelto y conductividad del agua de cada acuario, con la finalidad de mantener constantes las condiciones en las que se realizó el experimento y por lo tanto, el crecimiento de los organismos. Los peces fueron alimentados con alimento balanceado (El pedregal) para trucha (50% proteína) a razón del 5 % de su biomasa durante aproximadamente 150 días.

Taxonomía.

Algunos de los organismos recolectados se fijaron en formol al 10% y posteriormente en conservaron en alcohol etílico al 70% con la finalidad de realizar la determinación de la especie. Además, se le tomaron los siguientes datos biométricos: longitud total, longitud patrón y altura con un vernier; peso total con una balanza analítica de ± 0.0001g de precisión.

Asimismo, se les tomaron las siguientes características merísticas y morfométricas: número de radios y espinas en las aletas dorsal, anal, pélvica y pectoral; número de branquiespinas, número de escamas en una línea longitudinal, escamas en la mejilla, diámetro ocular,

longitud cefálica, longitud mandibular, tipo de dentición. Para la identificación de la especie se utilizaron las claves propuestas por Álvarez del Villar (1970) y Regan (1907) y características mencionadas por Bussing (1998). Al mismo tiempo, se donaron algunos organismos al laboratorio de Peces del Instituto de Biología, UNAM, para su registro y clasificación.

Para observar algunas características óseas, se realizó la limpieza del esqueleto y aclaración, por el método de Potthoff (1984) (ejemplo: conteo de vértebras, dentición). Y para algunas características internas se extrajeron aparato reproductor y digestivo.

Para conocer algunas características del aparato reproductor, al final de experimento se obtuvieron las gónadas de 10 ejemplares de *Cichlasoma nigrofasciatum* para realizar el estudio histológico; así mismo, se tomo otra muestra de ovarios y se realizó el conteo de los óvulos.

Método Histológico.

Primeramente se tomaron los datos biométricos y se sacrificaron hembras y machos, se disecaron las gónadas, se pesaron en una balanza analítica con precisión de ± 0.0001 g, se fijaron en formol al 10% y finalmente se conservaron en alcohol al 70%, para su posterior deshidratación e inclusión en parafina.

La deshidratación de las gónadas se llevó a cabo según el método establecido por Rodríguez (1992) y posteriormente su inclusión en parafina. Se realizaron los cortes histológicos de 10 μm de grosor por medio de un micrótomo y finalmente se tiñeron los cortes mediante la técnica de hematoxilina-eosina, se observaron los cortes en un microscopio óptico para decidir cuales eran los más representativos y se tomaron fotografías.

Relación Peso – Longitud.

El crecimiento de los peces es indeterminado o continuo, entendiendo por crecimiento al cambio de tamaño (longitud y peso) con relación al tiempo. Para ello se realizó la toma de la siguiente biometría: longitud total (Lt), longitud patrón (Lp) y la altura (A) en cm por medio de un ictiometro convencional de ± 0.01 m de precisión así como el peso (P) en gramos con una balanza digital de ± 0.0001 g de precisión.

Con los datos aportados por la biometría se estableció la relación peso-longitud por medio de la siguiente expresión:

$$P = a Lp^b$$

Donde:

P = peso total (g)

Lp = longitud patrón de los organismos (cm)

a y b = constantes

Esta expresión puede transformarse en una recta, mediante el uso de logaritmos, obteniéndose

$$\log P = \log a + b \log Lp$$

Donde:

$\log a$ = ordenada en el origen.

b = pendiente de la recta.

Cuyos valores se obtienen por medio del método de mínimos cuadrados.

Debido a que la talla es una magnitud lineal y el peso proporcional al cubo de la talla, si el pez al crecer mantiene la forma, se dice que el crecimiento es isométrico y b es igual a 3. Cuando esto no ocurre, se dice que el crecimiento es alométrico y el valor es distinto de 3 (Pauly, 1984), por lo cual se le aplicará una prueba de t-student para comprobar dicho valor.

Factor de condición (Q).

Está basado en la relación que guarda la longitud total o patrón del pez con su peso y explica fundamentalmente el grado de bienestar en relación con el cambio de corpulencia durante su vida en términos numéricos, ésta puede ser grande o pequeña, progresiva o cíclica relacionada directamente con su crecimiento y madurez sexual. Para su determinación se utilizó la ecuación matemática usada por Fulton:

$$Q = \frac{P}{L^b}$$

Donde :

P = es el peso del pez (g),

L = es la longitud (cm),

Q = el coeficiente de condición,

b = es la pendiente de la relación peso-longitud.

Por medio del coeficiente de condición de Fulton fue posible definir los cambios estacionales en la condición del pez en relación con la edad y sexo del pez (Nikolsky 1963).

Tasa de crecimiento instantáneo.

Se calculó la tasa de crecimiento instantáneo que es definida como el crecimiento en peso o longitud ganado por el organismo en un tiempo determinado, la cual se expresó de la siguiente manera Ricker (1968):

$$G = \frac{(\ln Y_t - \ln Y_o)}{(T_1 - T_o)}$$

Donde:

G = Tasa de crecimiento.

Y_t = Promedio de la talla o peso de la quincena final.

Y_o = Promedio de la talla o peso de la quincena inicial.

T_t = Tiempo final.

T_o = Tiempo inicial.

Incremento (IC) en peso y talla por día (gr/día o cm/día).

Para este aspecto se utilizó la fórmula propuesta por Ricker (1968)

$$IC = \frac{Y_f - Y_i}{(t_f - t_i)}$$

Donde:

Y_i = Peso o talla inicial (g ó cm).

Y_f = Peso o talla final (g ó cm).

t_i = tiempo inicial en días.

t_f = tiempo final en días.

Porcentaje de ganancia.

Se obtuvo el porcentaje de ganancia en longitud y peso mediante la fórmula propuesta por Kanasawa *et al.* (1978):

$$\%G = \frac{Y_t - Y_o}{Y_o} * 100$$

Donde:

Y_o = Talla o peso inicial en (cm o g)

Y_t = Talla o peso final en (cm o g)

Mortalidad.

Se obtuvo la mortalidad relativa de los organismos por medio del recuento final y considerando los factores que la hayan provocado utilizando la siguiente relación (Sutton y Harmon, 1985):

$$M = 100(Nt/No)$$

Donde:

M = Tasa de Mortalidad.

Nt = Número de organismos totales.

No = Número de organismos faltantes.

Parámetros físicos y químicos.

Se determinaron los siguientes parámetros físico-químicos:

- Temperatura del agua (termómetro con precisión de $\pm 0.01^\circ \text{C}$).
- pH (potenciómetro de campo de ± 0.01 unidad).
- Oxígeno disuelto, se analizó por el Método de Winkler modificado con la azida de sodio.
- Conductividad eléctrica (conductímetro de campo de $\pm 0.01 \mu\text{S/cm}$).

(SARH,1982; APHA,1992)

A los datos obtenidos para parámetros físicos y químicos se les aplicó el análisis exploratorio de datos, para analizar su comportamiento y poder aplicar posteriormente el análisis estadístico confirmatorio. A cada variable se le determinó los supuestos (normalidad y homocedasticidad) que se establecen para el análisis de varianza posteriormente se graficaron para analizar su relación con los factores biológicos obtenidos en este trabajo.

Fecundidad Relativa.

Se tomó al azar 10 pares de ovarios y se realizaron los conteos de óvulos, para determinar la fecundidad relativa.

La fecundidad relativa es expresada como el número de óvulos producido por unidad de biomasa de hembra, es un parámetro de gran interés no sólo característico de la población, sino también como término fundamental en los modelos de dinámica poblacional (Granado, 1996). Para su determinación se realizó una regresión entre los datos de Longitud patrón, peso y número de óvulos.

$$F = aX^b$$

Donde:

$$F = \# \text{ de óvulos}$$

$$X = \text{Longitud patrón (cm) o peso total (g)}$$

$$a \text{ y } b = \text{constante}$$

Al valor de la pendiente “b” se le aplicó una prueba de t-student para corroborar su tendencia. Babiker e Ibrahim (1979) encontraron que para el género *Tilapia* el valor de la pendiente de la relación fecundidad-longitud estaba próximo a 2 y la relación fecundidad-peso cercana a 1.

Fecundidad Media ($\hat{\Phi}_{DS}$)

Es el número promedio de óvulos en el ovario antes del desove se determinó por medio de la siguiente expresión (Shoesmith, 1990).

$$\hat{\Phi}_{DS} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{A}L_j^b$$

Donde:

$\hat{\Phi}_{DS}$ = Fecundidad media

n = Total de la población en relación de la longitud con el número de óvulos,

\hat{A} y \hat{b} = Parámetros que pueden ser estimado de la regresión lineal de mínimos cuadrados del log de Fecundación y el log de Longitud patrón,

L = Longitud.

RESULTADOS

Debido a diversas causas se han introducido especies de peces a nuestro país, las cuales han sido reportadas o identificadas. Una de ellos es *Cichlasoma nigrofasciatum*, la cual a pesar de que se encuentra en algunas cuencas de la rivera de Armería en los estados de Colima y Jalisco; en el estado de Guerrero en los ríos de Nexapa, Papagayo y Coyuca y recientemente se reporta en el río de Ixtla en el estado de Morelos y en el río Huámito cerca de La Huacana, en el estado de Michoacán (Artiagas, 1993). Aún no tiene una clave en el catalogo de identificación en nuestro país, lo cual es constatado por la FAO (1998) en el “Register of International Introductions of Inland Aquatic Species”; por lo cual se realizó una donación de cuatro ejemplares de peces para la Colección Nacional de Peces, lugar en donde el M. en C. Xavier Valencia Días certificó y concluyó que se trata del pez de la familia Cichlidae de género “*Cichlasoma*” *sensus lato* y de la especie “*C. nigrofasciatum* (Günther, 1867) al que se le asignó el número de catálogo IBUNAM-P-12939. En la tabla 1, se mencionan algunas de las características que fueron comparadas.

Tabla 1 Comparación de algunas características merísticas de *C. nigrofasciatum*.

	RESULTADOS	REGAN (1905)	SISTEMA DE INFORMACIÓN TAXONOMIA INTEGRAL (ITIS)
Escamas en la línea media.	31-34	28-31	
Escamas en la hilera de la cabeza.	4	4-5	
Aleta dorsal (AD)	XVIII-XIX; 9	XVII-XVIII; 8-9	XVIII-XIX; 7-9
Aleta anal (AA)	IX-X; 8-9	VIII-X; 6-8	IX-XI; 6-8
Aleta pélvica (Ap)	13-15		
Aleta Pectoral (AP)	I; 5		
Branquiespinas	10	7-8	
Longitud total	2.3-10.1		
Longitud patrón	2.0-7.5		
Altura	0.8-3.4		
Diámetro Hocico	0.3-1.0		
Diámetro Pos-orbital	0.3-0.7		
Diámetro Inter-orbital	0.2-0.6		
Longitud Cefálica	0.8-2.4		
Amplitud Pedúnculo Caudal	0.4-1.2		

Cichlasoma nigrofasciatum de acuerdo a Froese y Pauly (2004), solo se reporta como endémico para los países de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, lo que concuerda con Artiagas (1996) quien menciona que Kullander en 1983 restringió al género para América del Sur y para Australia, Hawai y Estados Unidos como especie introducida.

De acuerdo a su clasificación taxonómica, hasta hace muy poco se le ubico dentro del género *Cichlasoma* y en la actualidad se encuentra en proceso de revisión (Aquaralex, 1996). Recientemente se ha trasladado al género *Archocentrus*, creado por Gill and Bransford en 1877, para describir *Archocentrus centrarchus*, pero fue considerado un sinónimo de *Cichlasoma* hasta 1905, año en que Regan lo reutilizó (Herrera, 2001); pudiendo pasar a ser el género *Cryptoheros*, propuesto por Allgayer a finales del 2001 (Salas y Garrido, 2004). Hoy en día el Dr. Salvador Contreras Balderas (comunicación personal) menciona que la especie *C. nigrofasciatum* queda clasificada como *Archocentrus nigrofasciatum*.

Los diversos cambios en su status taxonómico se debe a que las especies de *Cichlasoma* se distinguen de otros cíclidos, por la presencia de caracteres en combinación. Las especies de *Cichlasoma* son en particular similares a las especies de *Aequidens*, por ejemplo, presenta una luz ligera en la mancha de la base en la aleta caudal, una mancha oscura en la mejilla cerca de la órbita y una mancha de tipo asimétrico en la aleta del caudal. La longitud normal raramente excede 100 mm en su vida libre. (Kullander, 2001).

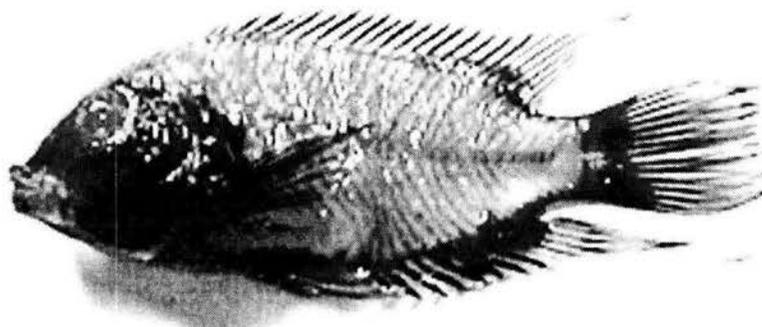


Fig. 4 Macho de *C. nigrofasciatum*; aclarado por la técnica de Potthoff (1984).

C. nigrofasciatum, (Tabla 2), se caracterizó por tener de 31-34 escamas en la línea media de su cuerpo y 4 escamas en la hilera de la cabeza, tiene: AD: XVIII a XIX-9; AA: IX a X-8 a 9; en los machos el tercer radio es mas largo tanto en la aleta dorsal y anal; AP: 13 a 15; 7 a 9 branquiespinas en la rama inferior (Figura 5) y presenta 26 vértebras (Figura 4).



Fig. 5 Branquiespinas de *C. nigrofasciatum* (adulto)



Fig. 6 Estómago de *C. nigrofasciatum* adulto.



Fig. 7. Sacos pilóricos de *C. nigrofasciatum* adulto

Por el tipo de su dentición presenta hábitos carnívoros, lo cual se corrobora por el tamaño y forma de su estómago (Fig. 6) que es muy reducido en comparación al estómago de los herbívoros, además de que presenta sacos pilóricos (Fig. 7) característicos de los carnívoros.

Características sexuales secundarias.

Como en todas las especies las características sexuales secundarias aparecen en los organismos cuando estos han madurado y son diferentes para hembras y machos, las cuales se perciben a simple vista, debido a que entre ellas se encuentra la diferencia de tamaño, el color, la papila genital y algunas otras que ayudan a identificar el sexo del animal.

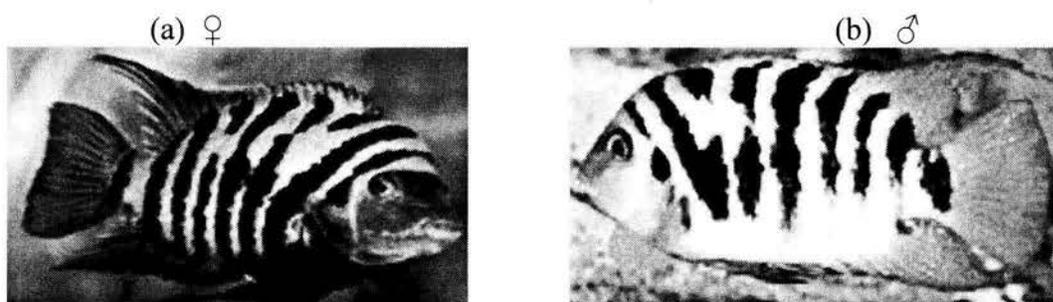


Fig. 8 Hembra y macho de *C. nigrofasciatum*.

En la Fig. 8 se observa claramente el dimorfismo sexual que existe dentro de la especie, la hembra es más pequeña que el macho y muestra gran colorido durante la época de apareamiento.

Durante el desarrollo de este trabajo se realizaron varias observaciones y una de ellas es el colorido que las hembras presentan antes de aparearse (Fig.8a), el cual fue generalmente más llamativo que cuando estaban listas para la reproducción. Así, se tiene que la parte ventral desde el hocico hasta la aleta caudal es de azul turquesa; en la aleta dorsal se presenta un lunar característico de la especie, que también aumenta su colorido, se ve más negro en el centro después azul turquesa rodeado por un verde tornasol que en raras ocasiones se notaba en el vientre. A los costados entre las franjas negras, aparece de color anaranjado el cual cubre la parte abdominal, además las franjas en forma de Y que atraviesan su cuerpo se marcan más; si se presenta dicha coloración indica que la hembra esta lista para la reproducción, lo cual fue un factor determinante para saber en que momento separar a las hembras del resto de los organismos con los que compartían la

pecera, 1) para formar pareja y 2) para ser sacrificadas y corroborar el estadio de maduración IV.

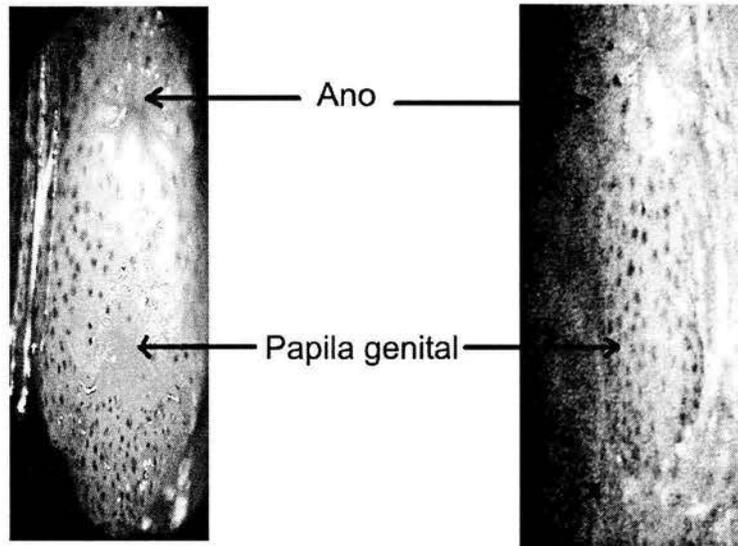


Fig. 9. Dimorfismo de la papila genital entre hembra (izquierda) y macho (derecha) de *C. nigrofasciatum* antes del desove, vista ventral. (32X)

Aunado a lo anterior, la papila genital de la hembra ha concluido su desarrollo por lo que es posible ubicar claramente el gonopodio (Fig. 9), el cual esta en la parte superior de la papila genital. En esta etapa la papila genital de la hembra presenta pequeños pliegues (Fig.10) los cuales no se presentan en los machos ya que en la Fig. 11 se observa claramente que tiene una forma acuminada.

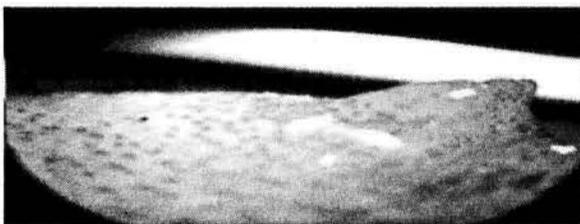


Fig. 10. Papila genital de *C. nigrofasciatum*, hembra antes del desove, vista ventral.

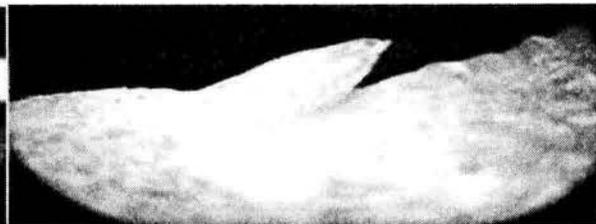


Fig. 11 Papila genital de *C. nigrofasciatum*, macho antes del desove, vista lateral.

REPRODUCCIÓN

La reproducción es uno de los procesos biológicos más importantes mediante el cual se logra que las especies se perpetúen en el tiempo; cada grupo de peces tiene un desarrollo gonadal muy particular y una talla de primera madurez que difiere entre especies; sin embargo, pocos son los estudios que se han realizado con esta especie.

Es por esto, que se decidió examinar a nivel macro y microscópica el desarrollo de las gónadas, así como el desarrollo de los huevos y alevines de *C. nigrofasciatum* con el fin de conocer algunos aspectos que lleven a comprender el proceso de reproducción de la especie.

Macroscópicamente

Las gónadas masculinas como femeninas son pareadas (Fig. 14 y 15) y conforme se incrementa la etapa de madurez aumenta su volumen (Fig. 16), ocupando casi en su totalidad la cavidad ventral y reduciendo el tamaño de los intestinos al mínimo en el caso de las hembras (Fig. 12). En la figuraa 13 se observa a un macho que al contrario de las hembras, presenta la cavidad abdominal ocupada por ambos órganos en forma proporcional.

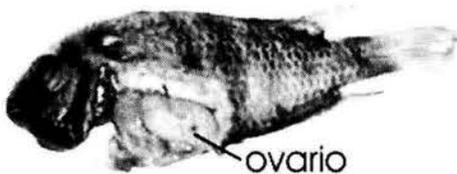


Fig. 12 Hembra de *C. nigrofasciatum*,
vista dorsal.

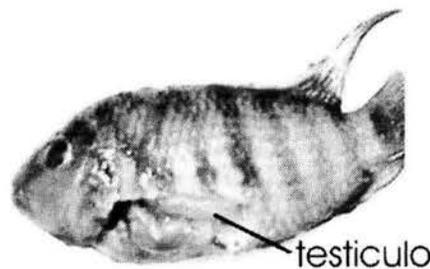


Fig. 13 Macho de *C. nigrofasciatum*
vista dorsal



Fig. 14 Ovario de *C. nigrofasciatum*, vista antes de la ovoposición



Fig. 15 Testículo de *C. nigrofasciatum* (antes de la fecundación)

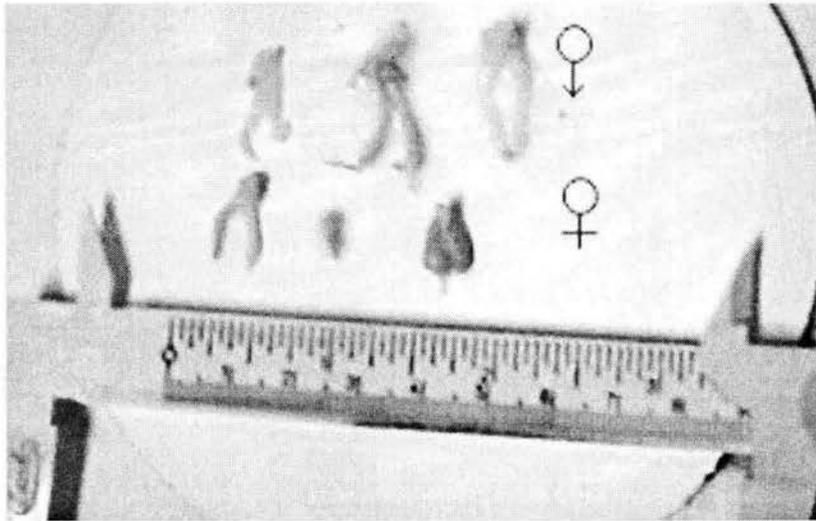


Fig. 16. Desarrollo de los ovarios y testículos de *C. nigrofasciatum* en sus diferentes fases.

Madurez gonádica.

Los 13 ovarios analizados para la fecundidad, se encontraban en estadio III y IV, según la escala propuesta por Holden y Raitt (1975). Las diferencias entre los folículos maduros, en maduración e inmaduros fue con base en sus características morfológicas, de tamaño y de color (Tabla 2).

Tabla 2 Intervalos y características de los folículos de *C. nigrofasciatum*.

Folículos	Intervalo	Características
Inmaduros (Chicos)*	100-200 μ m	Transparentes
En maduración (Medianos)*	200-500 μ m	Son de color crema o semitransparentes, tienden a ser esféricos
Maduros (Grandes)*	500-2000 μ m	La mayoría son esféricos, de color ámbar, otros entre color ámbar y cremas.

*Las características se basaron en la Fig.17

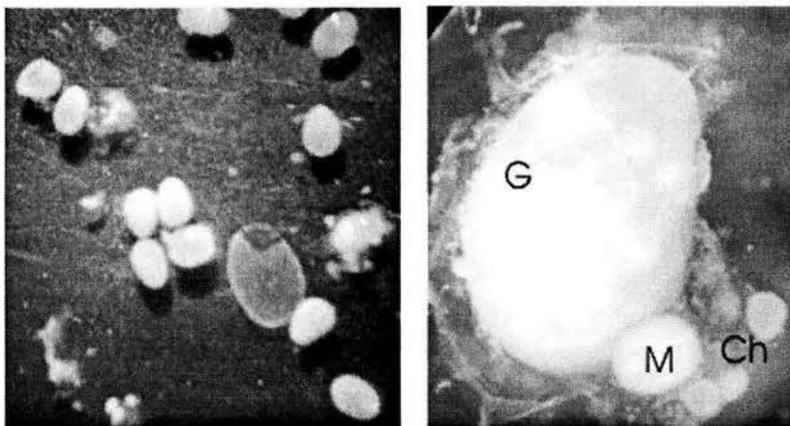


Fig. 17 Folículos de *C. nigrofasciatum* en estadio IV; a un aumento de 10X (derecha) y de 33X (izquierda), se observan las características que se tomaron para su separación.

Dependiendo a la maduración de los ovarios es posible, aunque no se comprobó por métodos bioquímicos, la presencia o ausencia de sustancia similar o parecida a grasa. La descripción de los estadios de maduración de los ovarios se caracterizó de la siguiente manera:

Estadio I.- Gónadas indiferenciadas, translucidas y muy delgadas.

Estadio II.- Folículos inmaduros entre 100-200 μ m, no presentan color (transparentes), los ovarios en el extremo anterior están vacíos.

Estadio III.- Predominan folículos en maduración (200-500 μm , de color crema y ámbar) y maduros (500-2000 μm de color ámbar); poca cantidad de inmaduros (100-200 μm transparentes

Estadio IV.- Los folículos maduros predominan (500-2000 μm), muy pocos óvulos en maduración y rara vez se encontraron inmaduros. El tamaño, peso y volumen de la gónada es considerable. El volumen del abdomen grande, con una pequeña presión se expulsan los óvulos, los ovarios ocupan prácticamente toda la cavidad por lo que el tracto digestivo es muy pequeño, debido a que este se contrae, el hígado fue de gran peso aunque no superior al de la gónada.

Estadio V.- Los ovarios se encuentran flácidos, con algunos folículos maduros.

Con respecto a las características para los testículos, estas se describen a continuación:

Estadio I.- Testículos blanquizcos y delgados.

Estadio II.- Presentan color blanquizco, son más o menos simétricos.

Estadio III.- Presentan color blanquizco a crema y son gruesos.

Estadio IV.- Los testículos aumentan su tamaño, son de color blanquizco crema presentando una consistencia blanda.

Estadio V.- Los testículos se encuentran contraídos, son muy flácidos y translúcidos, muy delgados.

Conducta de apareamiento.

El macho de *Cichlasoma nigrofasciatum* durante el apareamiento, ovoposición, fecundación y en el cuidado de los alevines, (en la mayoría de las ocasiones) es quien suele ser el más agresivo con los peces intrusos, estrictamente con los machos merodeadores, con los cuales puede existir la competencia por apareamiento. Sin embargo, la agresividad de la hembra se manifestó al momento de tratar de establecer las parejas reproductoras para obtener el cardumen a utilizar en el estudio de crecimiento, por lo que se optó por observar

el comportamiento de ambos sexos mientras se encontraban todos juntos en el acuario y lo que se registró es que la hembra escoge a su pareja y se presentó el siguiente comportamiento:

1) Los machos siguen a la hembra que han reconocido como madura; 2) Existe un enfrentamiento entre los machos hasta que quedan dos machos; 3) la hembra elige al macho de su preferencia; 4) el macho y la hembra nadan en sentidos opuestos y de forma circular; 5) continúan nadando ahora en el mismo sentido y en forma circular al mismo tiempo que seleccionará el lugar donde depositaran los óvulos para ser fecundados. Una vez que la hembra ha seleccionado a su pareja, es al único pez que deja que se acerque a ella, a los demás los mantiene preferentemente al otro extremo del acuario, si algún otro pez se atreve a acercársele, da señales de agresividad por medio de la extensión de sus aletas pectorales y opérculos, siendo agredido físicamente al grado de lastimarle las aletas o cualquier otra parte de su cuerpo independientemente del tamaño del macho.

Una vez establecida la pareja y el nido, la hembra procede a la ovoposición, depositando de 100 a 300 óvulos; una vez terminada la puesta el macho nada circularmente para fecundarlos, en esta etapa el macho se encarga de ahuyentar a todos los peces con quienes comparten el acuario. Los huevecillos tardan de 3 a 4 días para su eclosión, en este periodo de incubación la hembra es la encargada de airearlos constantemente y mantenerlos limpios, el macho se encarga del cuidado de la hembra y del nido. Ambos padres tienden a no comer, o comen poco. Cuando se realizaba la limpieza de la pecera mediante sifoneo siempre uno de los progenitores era quien custodiaba el nido y otro atacaba a mordiscos a manera de ataque o defensa cualquier objeto que se introdujera.

Cuidado del nido y del cardumen.

Con la idea de proporcionarles ciertos materiales para que pudieran construir su nido, se les colocó arena, piedras de varios tamaños y algunos accesorios de acuario y de esta manera poder conocer si existe alguna preferencia por la forma o tamaño del material en el cual

depositan los huevos. Sin embargo, al momento de hacer el nido, la arena y todo cuanto se les había colocado dentro de la pecera, lo movieron hacia un lugar especial; si se reacomodaban los materiales en otro orden y posición, los peces los volvían a colocar a su gusto. El macho era el encargado de mover el material grande y pesado, quien con su hocico desprendía los accesorios y acarrea las piedras, las más pesadas las empujaba con el cuerpo y si era necesario la hembra le ayudaba a moverlas. Finalmente el sitio que escogieron para depositar los huevos fue en una de las esquinas del fondo del acuario en donde había quedado un poco de arena, y el resto del material colocado al frente de esta esquina a una cierta distancia, como una especie de muralla.

Una vez depositados los óvulos en el nido estos tienen una coloración blanquizca que posteriormente al ser fertilizados cambian a color amarillo mate, por lo que se confundían con la arena. Al transcurrir entre 72 y 96 horas eclosionan los alevines, mismos que no han concluido su desarrollo y poseen un gran saco vitelino y no presentan algún movimiento, como se observa en la figura 18.

Debido a la coloración de los huevos, el tamaño y forma de los alevines que se confundían con las heces de los padres, se decidió dejar únicamente las rocas de cierto tamaño para puestas posteriores.

El tiempo que tardaron entre el cortejo y la ovoposición fue de 9-12 días y de la ovoposición al momento que el pez puede nadar libremente de 4 a 7 días.

De manera general, la aireación y limpieza de las crías y los alevines siempre fue realizada por la hembra, quien además en algunas ocasiones movía de lugar al cardumen al percatarse que se les observaba, incluso llegó a ocultarlos en algún orificio de la piedra, lugar a donde se acercaba muy disimuladamente para airearlos conducta que repetía en tantas ocasiones como revisiones se hicieran, haciendo creer que estaban en otro lugar para que no se molestara a sus crías.

Durante la toma de los datos biométricos para estudiar su crecimiento, las pocas crías que se quedaron con la madre tuvieron un mejor crecimiento, ya que el tamaño era mayor que a los sometidos a las diferentes temperaturas.

Al momento de la eclosión el saco vitelino es grande (Fig. 18), los alevines son prácticamente inmóviles, se perciben pequeños movimientos pero les son exhaustivos, la madre los vigila constantemente y no permite que se acerque otro pez, inclusive su pareja. Después de algunas horas el movimiento empieza a ser mayor y rara vez llegan a morir en esta fase de su crecimiento.

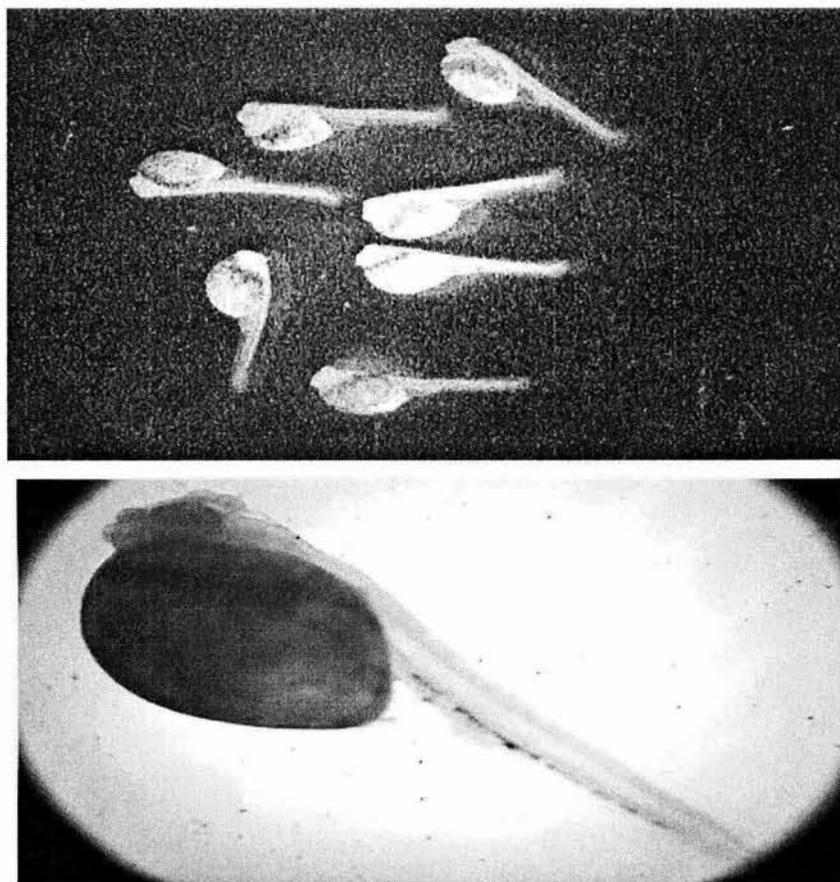


Fig. 18 Alevines de *C. nigrofasciatum* con tres días de nacidos.

Desarrollo embrionario

Los huevos de *C. nigrofasciatum* tienen forma ovoide de 1.4 a 1.7 μm y están unidos entre sí (Fig. 19a) y son de color amarillo ámbar. En las primeras horas de la fertilización no se puede diferenciar el polo animal ni el vegetativo, solo se pueden observar una gran cantidad de burbujas, lo que podría ser la división celular mitótica llamada segmentación. Conforme avanzan las horas se puede observar claramente la diferenciación entre el polo animal y vegetativo (Fig. 19b, 19c, 19d) y se da un aumento en el tamaño que va de 1.8 a 2.0 μm . En la Fig. 19c se observa el disco germinal en el polo animal donde comienzan a darse los diversos movimientos celulares (Fig. 19d) para dar paso a la formación del pez mientras que en el polo vegetativo se encuentra una gran cantidad de vitelo (proteínas, carbohidratos y lípidos). Como los huevos son fecundados en diferentes tiempos, las muestras presentan huevecillos desde las primeras fases de desarrollo hasta las más avanzadas.

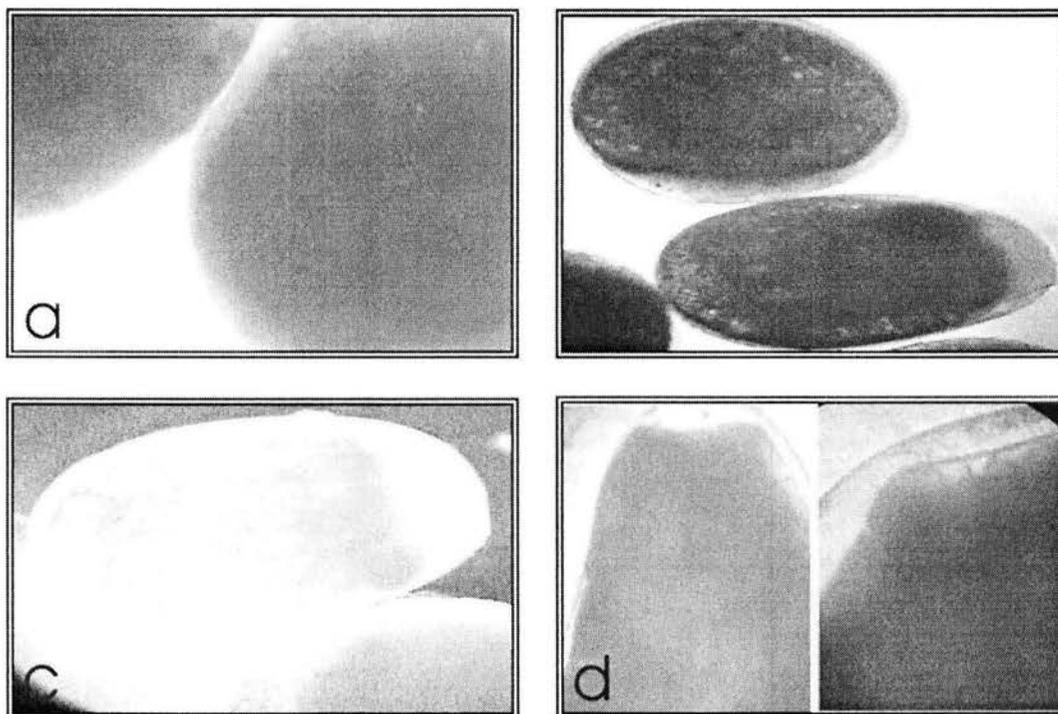


Fig. 19 Primeras etapas del desarrollo embrionario de *C. nigrofasciatum* en condiciones de laboratorio a $28 \pm 2^\circ \text{C}$: (a) después de la fertilización a un aumento de 100X ; (b) 24 horas a 10X; (c) 33 horas a 31X; (d) 36 horas a 35X y 40X.

En la Fig. 20a se observa un espacio perivitelino continuo y angosto a lo largo del perímetro del huevo en donde comienza a desarrollarse el embrión, en la Fig. 20b se observa un embrión previo a la eclosión, en donde la cabeza del pez se encuentra en el polo animal, la columna del embrión se orienta del polo animal al polo vegetativo regresando al polo animal y al centro el saco vitelino, el cual es de un tamaño considerable. Recién eclosiona el alevín se ve como aún se encuentra enrollado (Fig. 20c) y conforme pasan los minutos se va irguiendo (Fig. 20d), hasta quedar la columna vertebral recta. Hasta aquí se puede observar que el hocico como los ojos aún no están bien desarrollados (Fig. 20e, 20f), en esta etapa los alevines miden aproximadamente 4.2 ± 0.2 mm. Así mismo, se observa una pequeña protuberancia en la cabeza que va desapareciendo conforme avanza el desarrollo del pez, lo que hace pensar que hasta ese momento se forma el cerebro. En estas fases el movimiento de los alevines es nulo, solo vibran un poco, no hay desplazamiento del lugar.

Después de la eclosión el alevín comienza a sufrir cambios: 1) la formación del hocico, donde la parte inferior de la mandíbula es la primera en formarse y la abertura del hocico es muy corta (Fig. 20h); 2) la formación de los ojos. 3) la reducción del saco vitelino (Fig. 20g, 20h, 20i y 20j); 4) El movimiento comienza a hacerse más visible y los padres empiezan a tener problemas para mantenerlos juntos.

Después de 15-20 días de la eclosión, el saco vitelino ha desaparecido completamente, se observa que el pez esta prácticamente bien formado como individuo independiente y empiezan a comer, pero siempre bajo el cuidado de los padres.

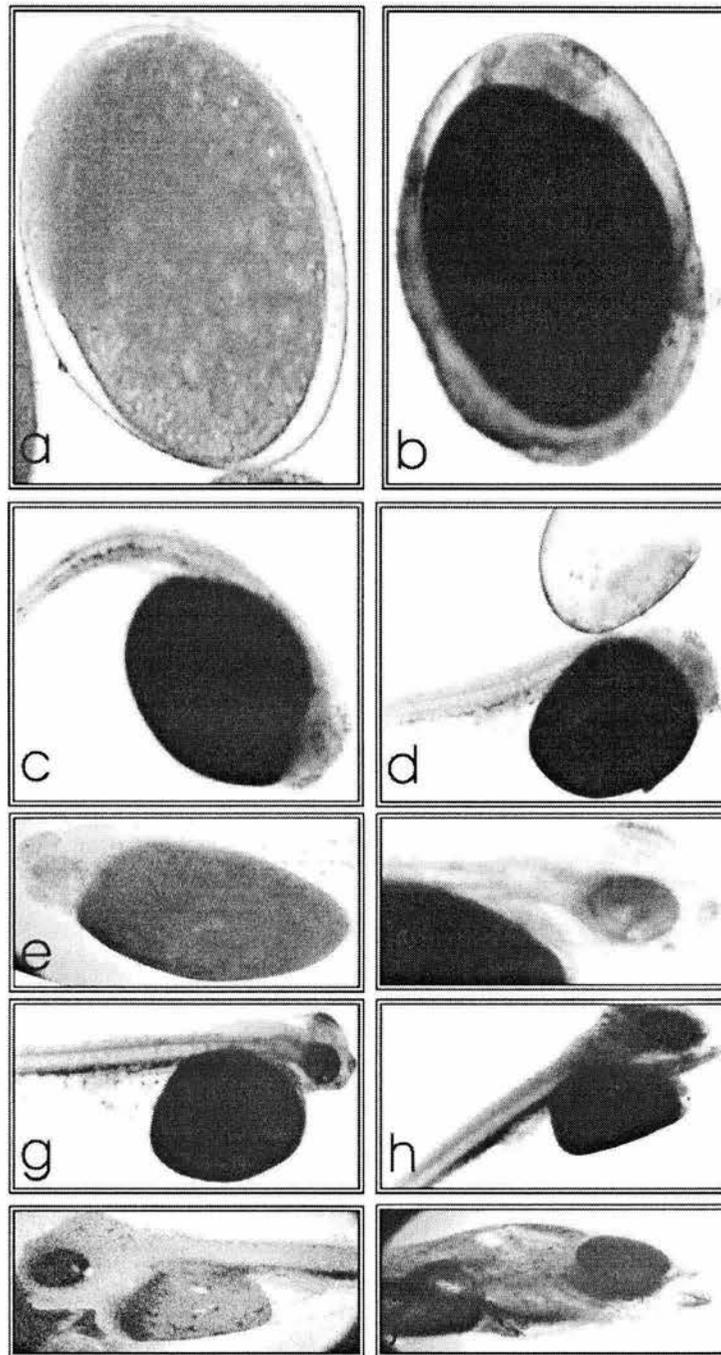


Fig. 20 Desarrollo larval de *C. nigrofasciatum* en condiciones de laboratorio, antes y post-eclosión:
(a)36 horas, 40X; (b)48 horas, 40X; (c)56 horas, 21X; (d)56 horas, 40X; (e)72 horas, 55X; (f)72 horas, 100X; (g)72 horas, 40X; (h)96 horas, 60X; (i)15X ;(j) 144n horas, 30X.

Microscópicamente

Para dar una breve descripción sobre la maduración de los folículos se realizaron cortes histológicos de 10 μm para ovarios y de 5 y 7 μm para testículos maduros (antes del desove).

Ovarios.

En la Fig. 21a se observan los diferentes tamaños de folículos en esta especie, corroborándose que el tipo de desarrollo es asincrónico.

Los folículos maduros poseen gran cantidad de sustancias nutritivas para que en el momento de la fecundación sea la principal fuente de alimento del embrión y posteriormente del alevin. Motivo por el cual en la Fig. 21b se presentan folículos vitelogenicos que debido al nivel del corte no se observa el núcleo, sin embargo se observa la gran cantidad de vesículas proteicas, así como las diversas células foliculares que rodean y separan a cada uno de los folículos.

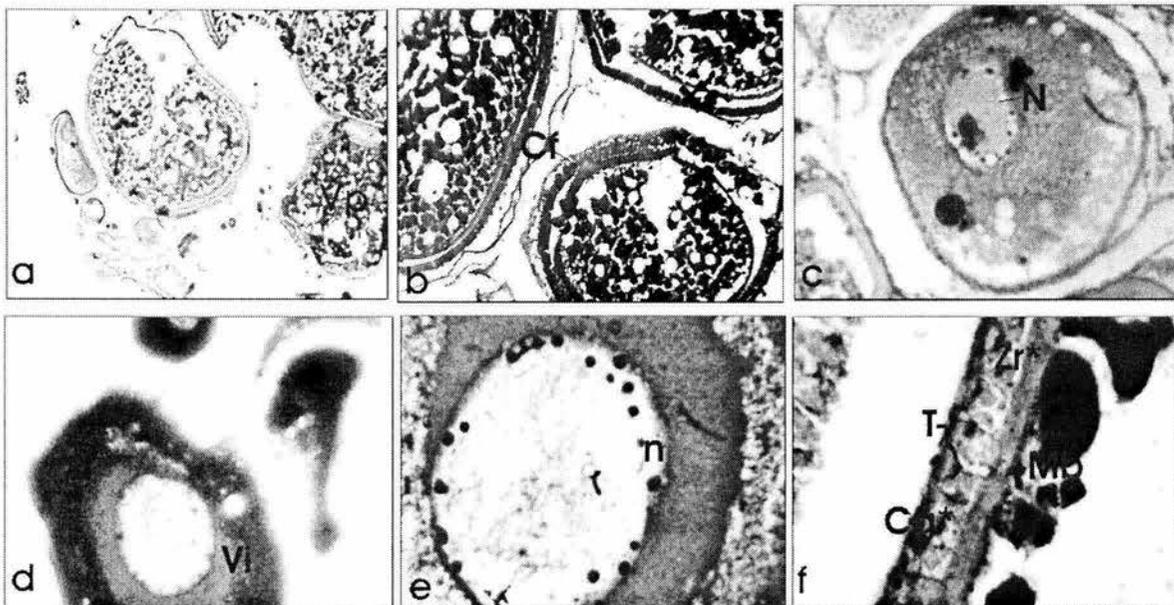


Fig. 21 Microfotografías de cortes transversales de ovarios maduros de *C. nigrofasciatum* a 10 μm , vistos a un aumento de: (a)50X, (b)100X; (c)1000X; (d)100X; (e)1000X y (f)1000X. Abreviaturas: Vp, vesículas proteicas; Cf, células foliculares; N, núcleo; Vi, vitelo; n, nucleolos; Mb, membrana basal; Zr, zona radiada; Cg, células de la granulosa; T, teca.

Los folículos primarios (Fig. 21c, 21d, 21e y 21f) presentan un núcleo grande con una gran cantidad de nucleolos (Fig. 21c y 21e) inmersos en el citoplasma. En la superficie del folículo se van formando vesículas proteicas que están contenidas dentro del vitelo (Fig. 21d), todo lo anterior se encuentran contenidos por una membrana basal que los separa de las células de la zona radiada, de la granulosa y de la teca (Fig. 21f).

Testículos

Los machos escogidos previa la fecundación por su comportamiento típico para el apareamiento, como lo es: 1) seguir constantemente a la hembra hasta que ésta decide si es el macho adecuado para su apareamiento; 2) nadar en sentidos opuestos y de forma circular; 3) continuar nadando ahora en el mismo sentido y en forma circular, al mismo tiempo que seleccionar el lugar donde colocarán su nido, se sacrificaron y disecaron los testículos.

En la Fig. 22 se observa la parte anterior de un corte longitudinal en los cuales los diversos espacios que hay forman los ductos testiculares donde son fácilmente distinguidos los lóbulos de color más oscuros (a).

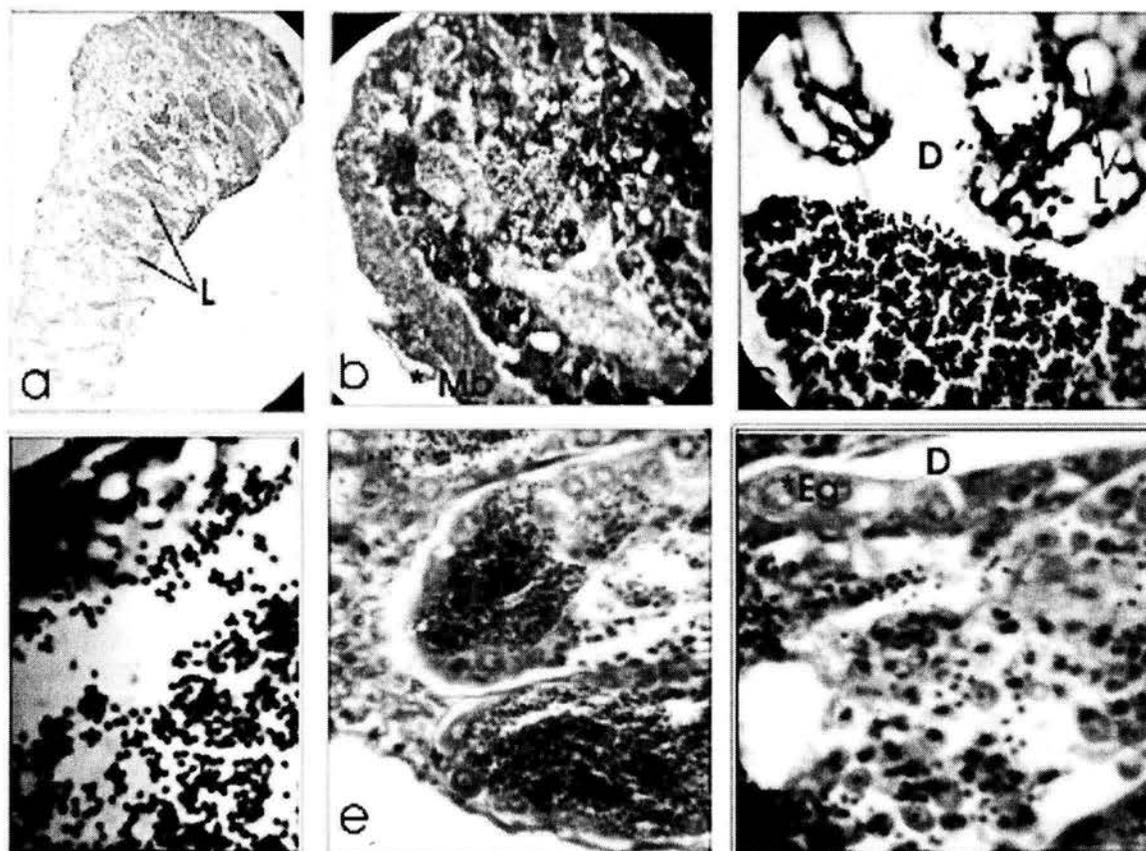


Fig. 22 Microfotografías: (a) corte longitudinal de un testículo maduro de *C. nigrofasciatum* a 10X; (b) corte transversal de un testículo previa fecundación tomado a 400X; (c) corte longitudinal visto 1000X; (d) corte longitudinal a 1500X; (e) corte transversal 1500X y (f) corte transversal 2500X. Abreviaturas: L, lóbulos; Mb, membrana basal; Er, espermatozoides residuales; E, espermatozoides y Eg, espermatogonias.

NOTA: Los cortes longitudinales son a 7 μm y los transversales son a 5 μm .

En la Fig. 22a y 22b se observa claramente la acumulación de los espermatozoides (manchas más oscuras) en paquetes listos para salir por el espermiducto; en las figuras 22c y 22d se observa la migración de los espermatozoides quedando lóbulos vacíos y algunos otros con espermatozoides residuales. Las figuras 22e y 22f muestran diferentes etapas de la espermatogénesis, lográndose observar algunas espermatogonias y espermatozoides.

Relación Peso – Longitud

Se realizó una prueba de ANDEVA para saber si las condiciones de la calidad del agua así como la temperatura influyeron en el crecimiento de alevines y de adultos. Dicha prueba permitió conocer que los grupos de peces crecen de diferente manera, por lo que se optó por trabajar alevines y adultos por separado.

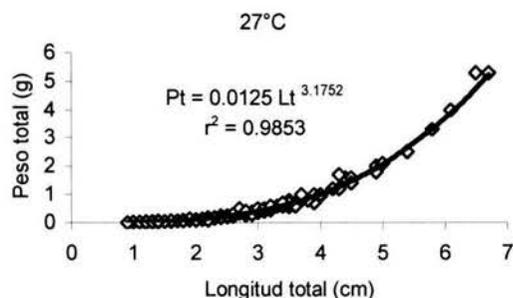
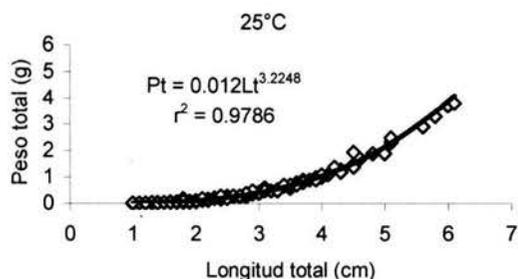
ALEVINES.

Para poder obtener las constantes para la relación Peso-Longitud, primero se realizó una prueba de correlación entre la longitud total y la longitud patrón contra el peso total de los peces y de esta manera poder definir con que datos de longitud se debería continuar trabajando. Los resultados de dicho análisis se pueden observar en la Tabla 3 por lo que se decidió trabajar con la longitud total.

Tabla 3 Correlación de longitud total (Lt) y longitud patrón (Lp) vs. peso total (P) para los alevines de *C. nigrofasciatum*. Los valores entre paréntesis corresponden a la significancia de la correlación.

	Lt(25° C)	Lt(27° C)	Lt(29° C)	Lp(25° C)	Lp(27° C)	Lp(29° C)
Peso (25° C)	.906 (.000)			.894 (.000)		
Peso (27° C)		.899 (.000)			.899 (.000)	
Peso (29° C)			.914 (.000)			.909 (.000)

$\alpha = 0.05$



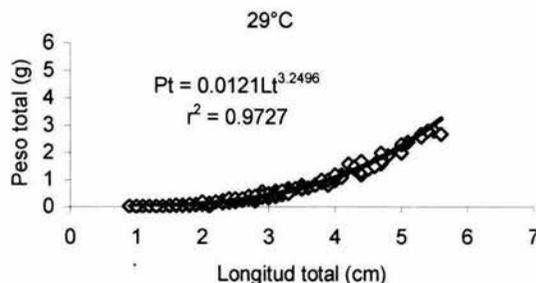


Fig. 23. Relación longitud total (Lt) vs. peso total (Pt) de los alevines mantenidos bajo diferentes condiciones de temperatura.

Como se puede observar los valores de la pendiente “b” de la regresión lineal (Fig. 23) son relativamente semejantes y mayores a 3, lo que indica que el crecimiento de los alevines sometidos a las diferentes temperaturas es alométrico positivo, es decir crecen más en peso que en longitud.

Tabla 4. Prueba de t-student para los valores de la pendiente “b”

25° C	n = 180	b = 3.2248	r ² = 0.9785	H ₀ : b = 3	t _c = 6.3130
27° C	n = 163	b = 3.1752	r ² = 0.9852		t = 1.6534
29° C	n = 207	b = 3.2496	r ² = 0.9726	H _a : b ≠ 3	t _c = 5.6760
					t = 1.6545
					t _c = 6.5831
					t = 1.6525

α = 0.05

Debido a la forma del pez y a que los valores del exponente en la relación peso-longitud fueron muy semejantes en los tres tratamientos, se decidió agregar una tercera variable la altura, por lo que se realizó una regresión múltiple obteniendo las siguientes ecuaciones en la relación peso total-longitud total-altura:

$$Pt = 3.9309E^{-09}(Lt^{2.9294})(A^{0.2810}), \quad \text{para } 25^{\circ}\text{C}$$

$$Pt = 6.1999E^{-09}(Lt^{2.8066})(A^{0.3549}), \quad \text{para } 27^{\circ}\text{C}$$

$$Pt = 2.4559E^{-09}(Lt^{3.1368})(A^{0.1128}), \quad \text{para } 29^{\circ}\text{C}.$$

Factor de condición.

Por medio del peso total y la longitud total de los peces se determinó el factor de condición para los organismos sometidos a los diferentes tratamientos, cuyas ecuaciones son:

$$Q = (Pt / Lt^{3.2248}) \quad \text{para } 25^\circ \text{ C,}$$

$$Q = (Pt / Lt^{3.1752}) \quad \text{para } 27^\circ \text{ C}$$

$$Q = (Pt / Lt^{3.2498}) \quad \text{para } 29^\circ \text{ C}$$

Los promedios para el factor de condición para los peces tratados a 25, 27 y 29° C fueron semejantes ($0_{25^\circ} = .01452460$; $0_{27^\circ} = .01542658$ y $0_{29^\circ} = .01503631$); por lo que al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis no existen estadísticamente diferencias significativas ($\chi^2 = 1.109$; $p < 0.05$). Lo que se observa en la Fig. 14, el grado de bienestar mostrado durante el periodo de experimentación no tuvo variación en las tres temperaturas.

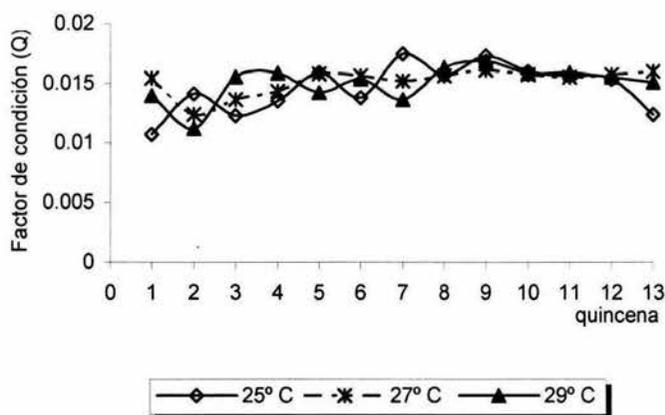


Fig. 14. Factor de condición para alevines de *C. nigrofasciatum* sometidos a 25, 27 y 29° C respectivamente.

Mortalidad.

La tasa de mortalidad para este grupo fue aproximadamente del 32% debido al canibalismo y a la agresividad que se manifestó dentro de la misma especie (relación intraespecífica).

Tasa de crecimiento instantáneo.

Para la tasa de crecimiento instantáneo en longitud (Fig. 25) se observó un máximo de crecimiento en los primeros días de vida, el cual disminuye progresivamente notándose más a partir del día 98.

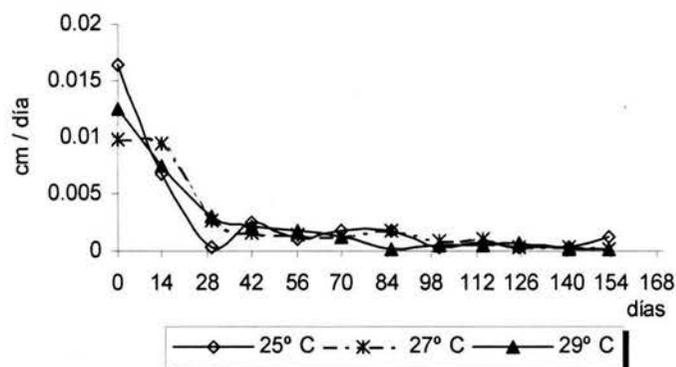


Fig. 25. Tasa de crecimiento instantáneo en longitud total para alevines de *C. nigrofasciatum* sometidos a tres temperaturas diferentes.

Sin embargo, para el caso de la tasa instantánea de crecimiento en peso, su comportamiento es fluctuante a lo largo de todo el experimento para las tres temperaturas. Mostró valores máximos, para: 25° C en los días 70 a 84 y a finales del experimento, 27° C en los primeros 14 días, 85 y 114 días; y para 29° C a los primeros 14 y 125 días (Fig. 26), seguidos de una tendencia de decremento.

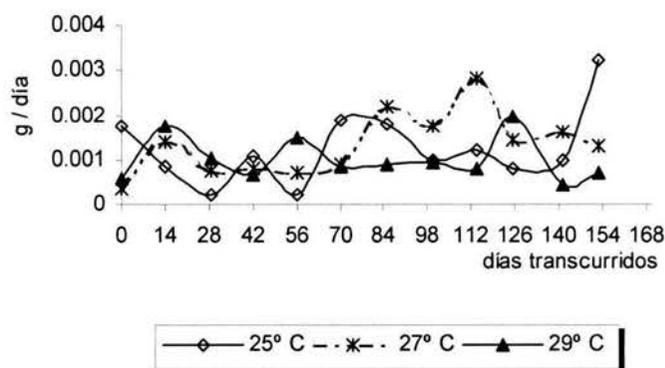


Fig. 26 Tasa de crecimiento instantáneo en peso total para alevines de *C. nigrofasciatum* bajo temperaturas de 25, 27 y 29° C.

Incremento (IC)

En el caso del incremento en longitud y peso (Fig. 27 y 28) siguen el mismo comportamiento que las tasas de crecimiento. Además se debe considerar que los valores son muy pequeños, por lo que fue imperceptible en pocos días el crecimiento a simple vista.

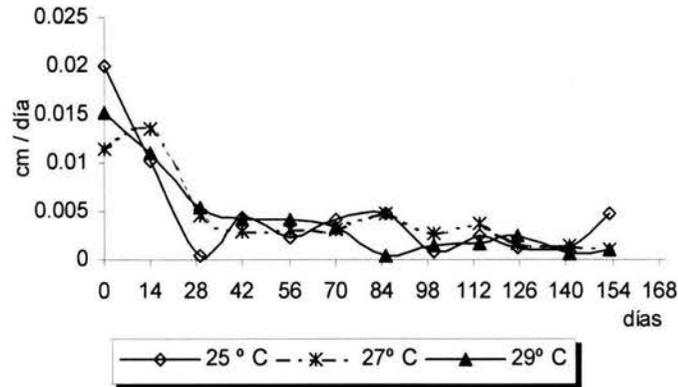


Fig. 27 Incremento en longitud total para alevines de *C. nigrofasciatum*.

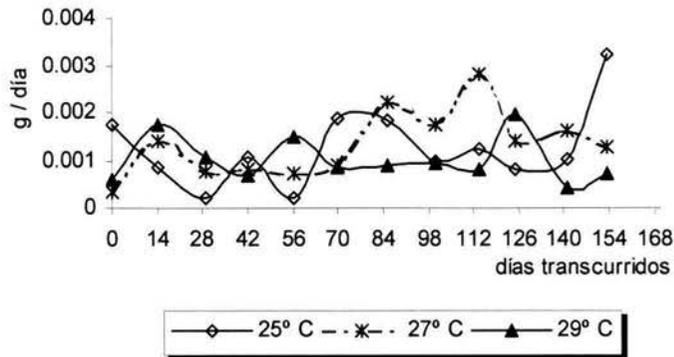


Fig. 28 Incremento en peso total para alevines de *C. nigrofasciatum*.

Porcentaje de ganancia.

En la Fig. 29 y 30 se puede observar que para la temperatura de 25° C el comportamiento para el porcentaje de ganancia en longitud total y peso es el mismo, mostrándose una mayor ganancia en los primeros días de su vida y posteriormente disminuyendo; sin embargo, los

valores registrados para las tres temperaturas en el porcentaje de ganancia en longitud total fueron menores en comparación al peso.

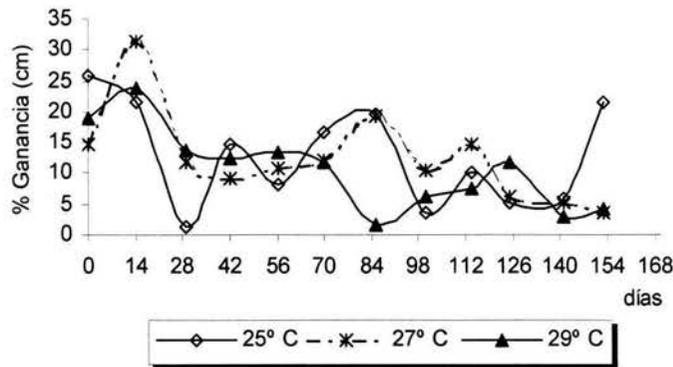


Fig. 29. Porcentaje de ganancia en longitud total para alevines de *C. nigrofasciatum*.

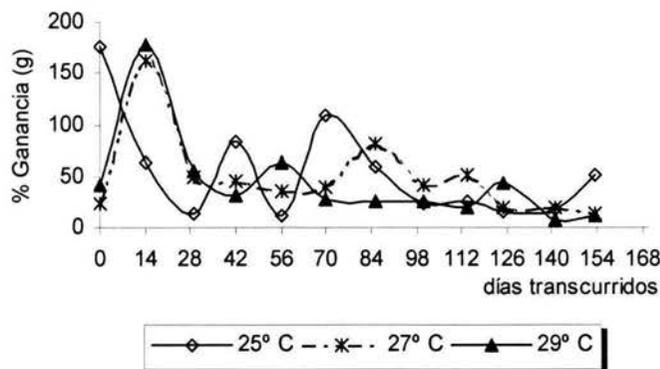


Fig. 30. Porcentaje de ganancia en peso total para alevines de *C. nigrofasciatum*.

Características físicas y químicas.

De acuerdo con las gráficas de la figura 31 correspondiente a los parámetros físicos y químicos, los peces se desarrollaron en un intervalo de pH que va de 8.2 a 9.9 unidades, conductividad de 980 a 1187 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y concentración de oxígeno disuelto de 4.49a 5.96mg/l.

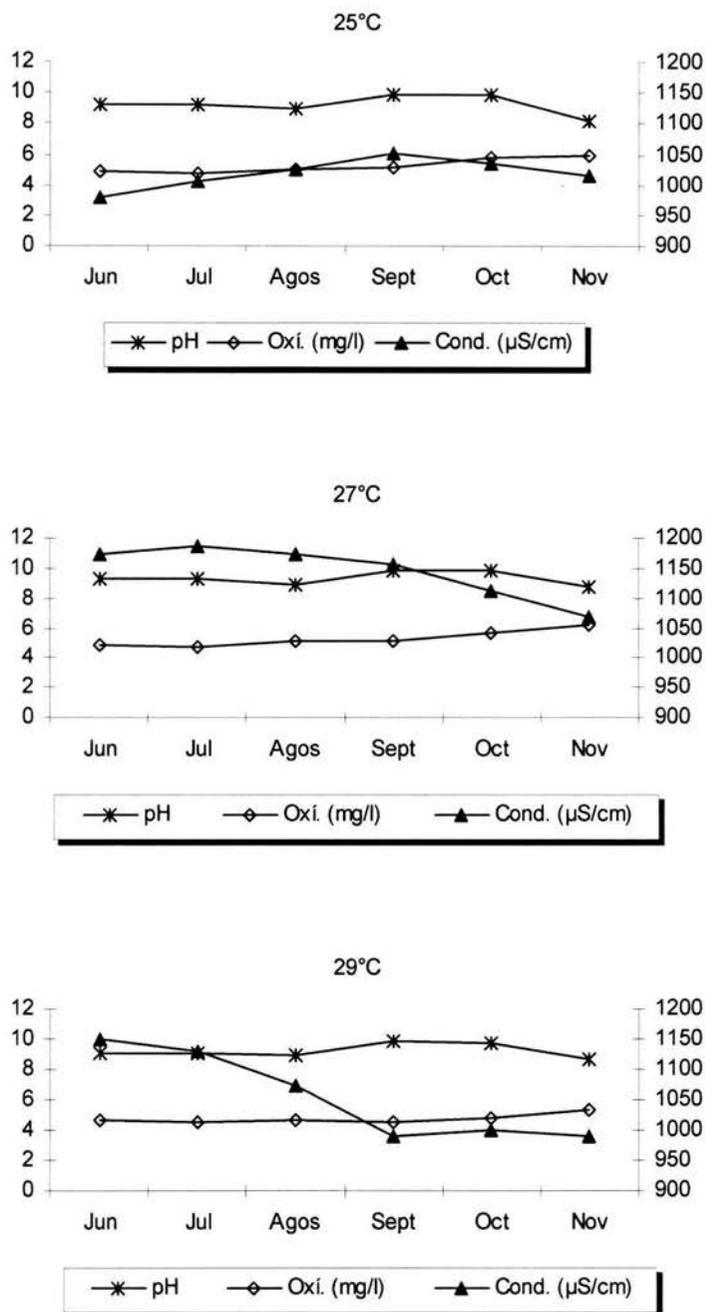


Fig. 31. Comportamiento de los parámetros físicos y químicos en donde se desarrollaron los alevines de *C. nigrofasciatum*.

En el experimento de las tres temperaturas controladas en este trabajo, se puede observar (Fig. 31) que el parámetro que varió más fue la conductividad eléctrica.

Relación Peso – Longitud

ADULTOS.

En el laboratorio se trabajo con organismos de *C. nigrofasciatum* bajo condiciones controladas de temperatura, las cuales fueron de 25, 27 y 29° C \pm 2° C.

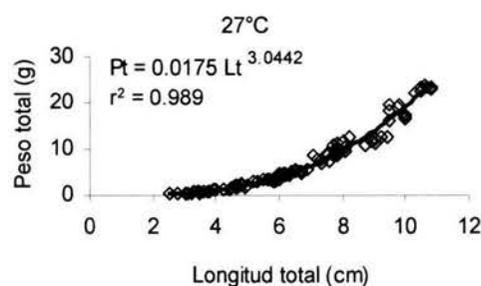
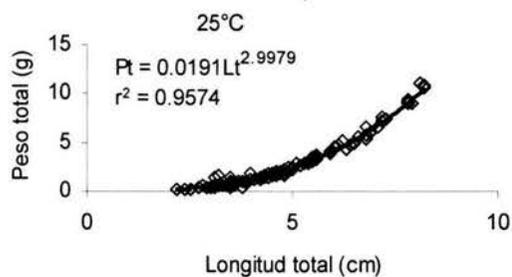
Para definir con que longitud (total o patrón) trabajar, se realizó una prueba de correlación, que de acuerdo con el factor de correlación la longitud total es la variable que mejor se relaciona con el peso total, por ello los diversos cálculos se realizaron utilizando dicha longitud (Tabla 5).

Tabla 5. Correlación de Longitud total (Lt) y Longitud patrón (Lp) vs. Peso total (P) para adultos de *C. nigrofasciatum*

	Lt1	Lt2	Lt3	Lp1	Lp2	Lp3
Peso 1	.834 (.000)			.787 (.000)		
Peso 2		.888 (.000)			.817 (.000)	
Peso 3			.895 (.000)			.814 (.000)

$\alpha = 0.05$

El número corresponde a cada temperatura a las que se sometieron los peces como sigue: 1 = 25° C; 2 = 27° C y 3 = 29° C



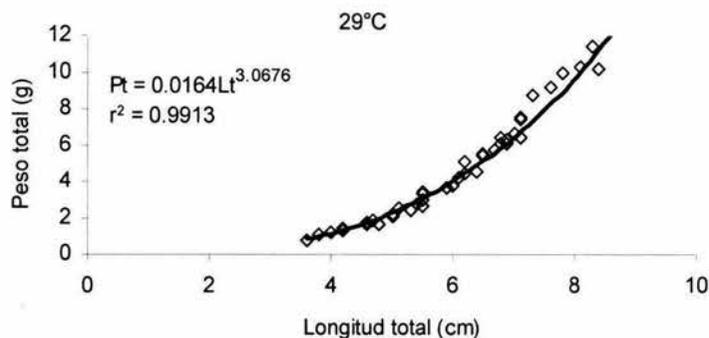


Fig. 32. Relación Longitud total (Lt) vs. Peso total (Pt) de los peces mantenidos bajo diferentes condiciones de temperatura

El valor del exponente de la relación Peso total-Longitud total fue ligeramente mayor a tres para las temperaturas de 27 y 29° C por lo que se esperaba un crecimiento con tendencia a la isometría, menor pero casi igual a tres para 25° C esperando que fuera el crecimiento isométrico. (Fig. 32)

Tabla 6. Prueba de t-student para los valores de la pendiente "b".

25° C	n = 129	b = 2.9979	R ² = 0.9571	H ₀ : b = 3	t _c = 0.0368
27° C	n = 131	b = 3.0442	R ² = 0.9890	H _a : b ≠ 3	t = 1.6577
29° C	n = 73	b = 3.0676	R ² = 0.9912		t _c = 1.5727
					t = 1.6577
					t _c = 1.9972
					t = 1.6669
α = 0.05					

En la Fig. 32 los valores de "b" de la regresión corresponden prácticamente a 3; sin embargo, al realizar la prueba de t-student (Tabla 6) sólo los peces mantenidos a 25 y 27° C tienen un crecimiento con tendencia a la isometría (crecen de manera proporcional tanto en longitud como en peso) y los peces sometidos a 29° C presentan crecimiento alométrico positivo, lo que significa que crecen más en peso que en longitud.

Factor de Condición (Q).

El factor de condición se determinó para cada grupo de peces mantenidas bajo las diferentes temperaturas a las que fueron sometidos, cuyas ecuaciones son:

$$Q=(Pt/Lt^{2.9979}), \text{ para } 25^{\circ}\text{C}$$

$$Q=(Pt/Lt^{3.0442}) \text{ para } 27^{\circ}\text{C}$$

$$Q=(Pt/Lt^{3.0676}) \text{ para } 29^{\circ}\text{C}$$

Aunque los promedios de los peces tratados a 25 y 27° C es muy semejante, el de 29° C registró un promedio ligeramente menor ($0_{25^{\circ}} = 0.0219$; $0_{27^{\circ}} = 0.0234$ y $0_{29^{\circ}} = 0.0174$); por lo que al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis existen estadísticamente diferencias significativas ($\chi^2 = 25.176$; $p < 0.05$), en el grado de bienestar mostrado durante el periodo de experimentación, siendo mejor para los peces en los tratamientos de 25 y 27° C.

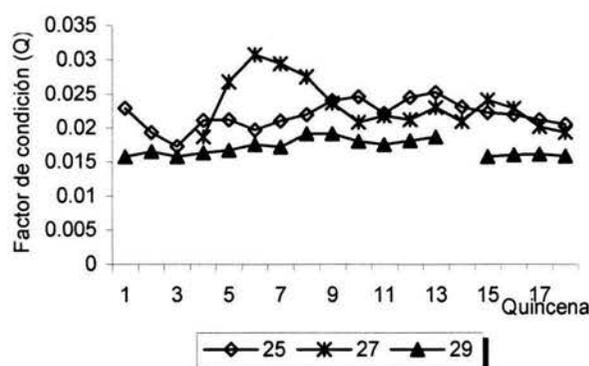


Fig. 33. Factor de condición para los peces adultos de *C. nigrofasciatum*.

Sin embargo, la mejor temperatura para el desarrollo de *C. nigrofasciatum* fue la de 27° C de acuerdo a lo mostrado por la Fig. 33. Dicha temperatura es donde se registró la reproducción de la especie.

Tasas de crecimiento instantáneo.

Los valores registrados para las tasas de crecimiento en longitud, mostraron que a temperaturas de 25 y 27° C el crecimiento de los peces fue muy similar. A diferencia del obtenido a 29° C que fue mayor, el descenso que se observa en la Fig. 34 para dicha temperatura es debido a que los machos se agredieron entre ellos además de que fue necesario llevar a cabo la extracción de alguno de ellos que aparentemente presentaban diferencias de maduración y que fueron utilizados para realizar los cortes histológicos.

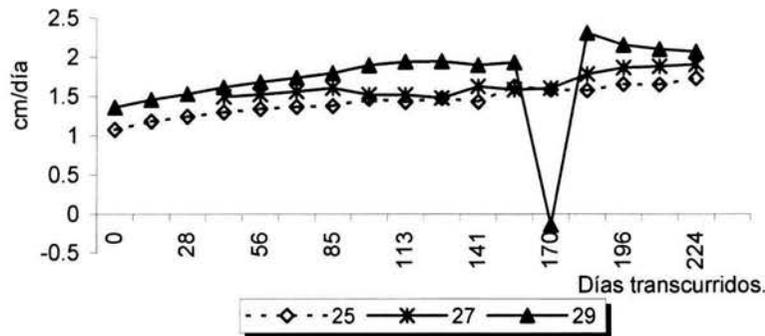


Fig. 34 Tasas de crecimiento en longitud total para los peces de *C. nigrofasciatum*.

En las tasas de crecimiento en peso los valores fueron muy bajos para las tres temperaturas, sin embargo, se puede observar que al inicio del experimento estas tasas fueron altas y conforme transcurrieron los días se fueron reduciendo cuando menos en los organismos mantenidos a 25 y 29° C, a diferencia de la de 27° C la cual se mantuvo siempre abajo excepto a los 42 días en donde hubo un incremento debido a la reproducción (Fig. 35).

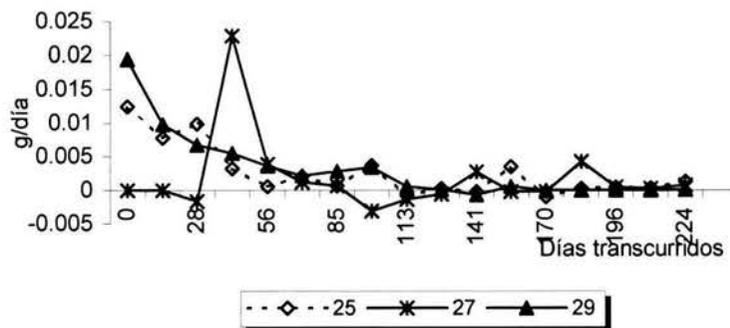


Fig. 35 Tasas de crecimiento en peso total para peces de *C. nigrofasciatum*

Incremento (IC)

El comportamiento para el incremento en longitud es semejante al de las tasas de incremento en peso, con excepción en los días 170 en donde desciende y 185 en donde asciende abruptamente debido a la agresividad observada en esos días, posteriormente vuelve a mantenerse (Fig.36).

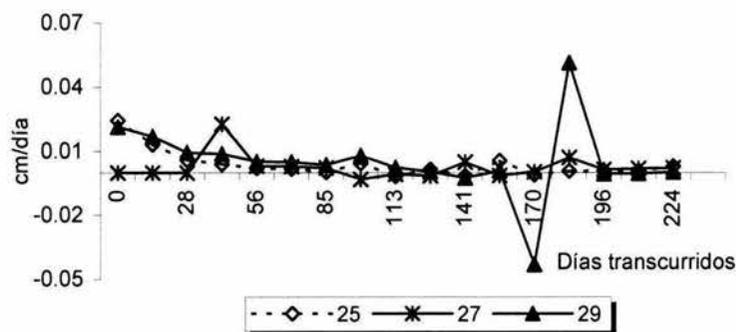


Fig. 36 Incremento en longitud total para los peces de *C. nigrofasciatum*.

El comportamiento en el incremento en peso fue siempre fluctuante. Siendo más notables el descenso y ascenso para los días 170 y 185 para los peces mantenidos a 29° C, que son iguales a los registrados para el incremento en longitud (Fig.37).

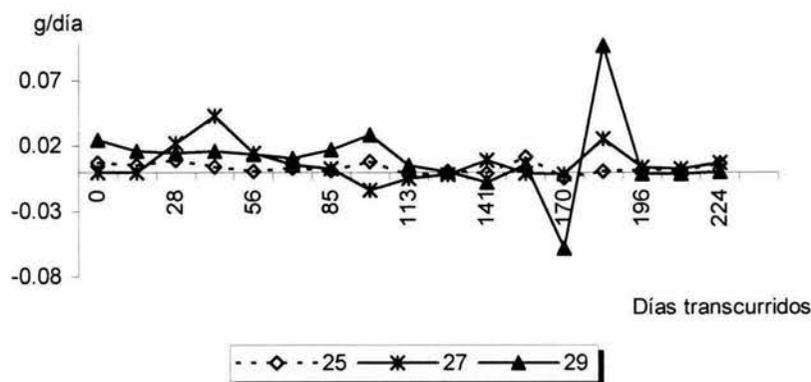


Fig. 37. Incremento en peso total para peces de *C. nigrofasciatum*.

Porcentaje de ganancia.

La temperatura que registró una mayor ganancia en longitud fue 25° C ya que presentó mayores incrementos al inicio y final del experimento. La de menor variabilidad fue 29° C, debido a que los peces más grandes eran los que se encontraban a esta temperatura siendo constante su ganancia a partir de los 170 días hasta finalizar el experimento (Fig. 38).

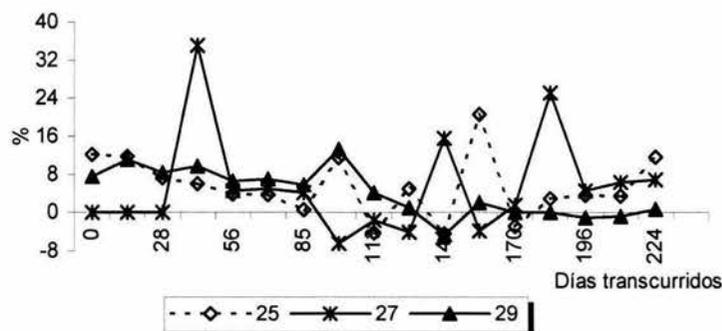


Fig. 38 Porcentaje de ganancia en longitud total para los peces de *C. nigrofasciatum*.

El comportamiento para la ganancia en peso de los peces sometidos a las tres temperaturas fue semejante, con excepción de los dos picos mostrados para 27° C para los días 42 y 185.

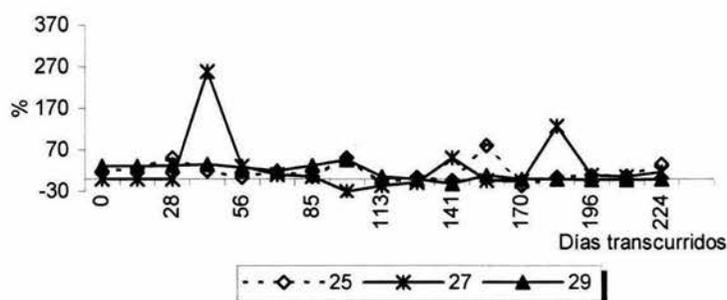


Fig. 39 Porcentaje de ganancia en peso total para peces de *C. nigrofasciatum*.

De acuerdo a las figuras 38 y 39, los adultos de esta especie mostraron un mayor porcentaje de ganancia en peso que en longitud.

Parámetros físicos y químicos.

De acuerdo a la Fig. 40, los parámetros físicos y químicos del agua en donde se desarrollaron los peces registró el intervalo de pH de 8.6 a 10.1 unidades, conductividad de 821 a 984 $\mu\text{S/cm}$ y concentración de oxígeno disuelto de 3.28 a 4.93 mg/l .

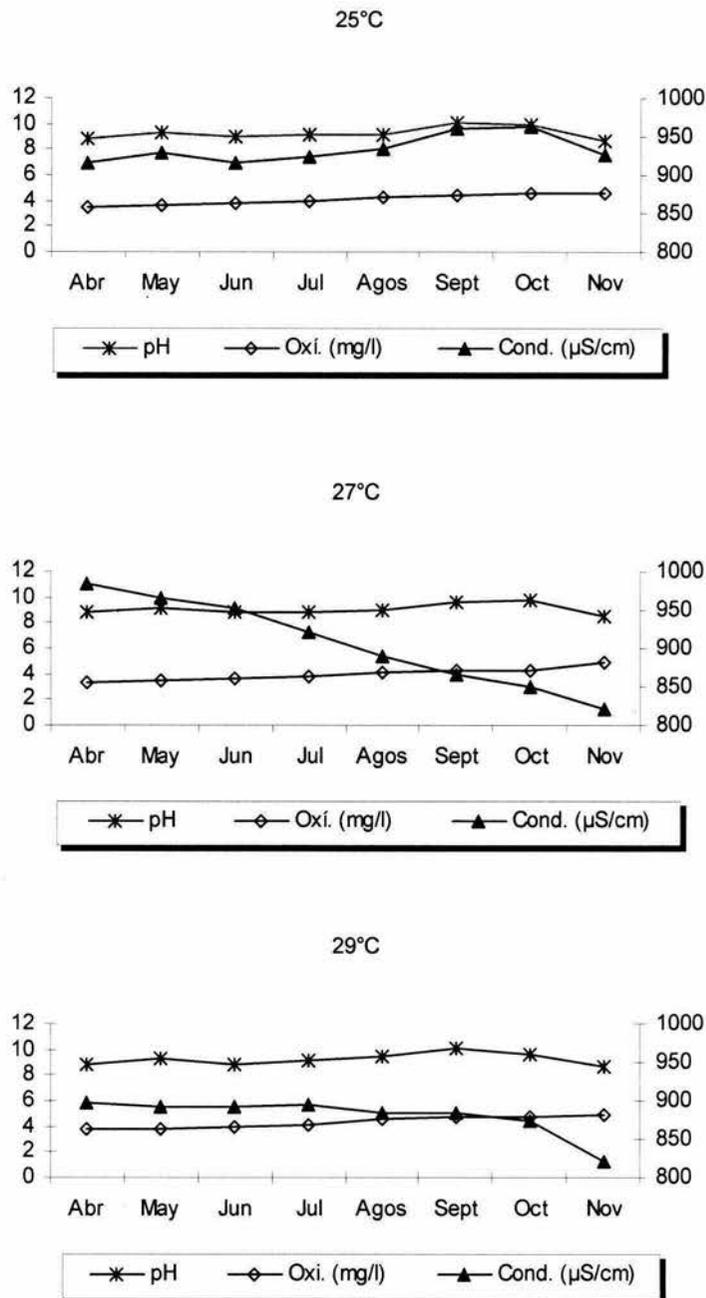


Fig. 40 Parámetros físicos y químico en donde crecieron los peces de *C. nigrofasciatum*.

Talla de primera madurez.

Para esta etapa del trabajo se contó con un total de 279 organismos, de la cual el 54.12 % fue de machos y el 45.88 % hembras, por lo que tuvo una proporción de 1.18♂:1♀.

Con respecto a la talla de primera madurez para las hembras esta fue de 4.6 cm (Fig. 41) y de 5.3 cm (Fig. 42) para los machos.

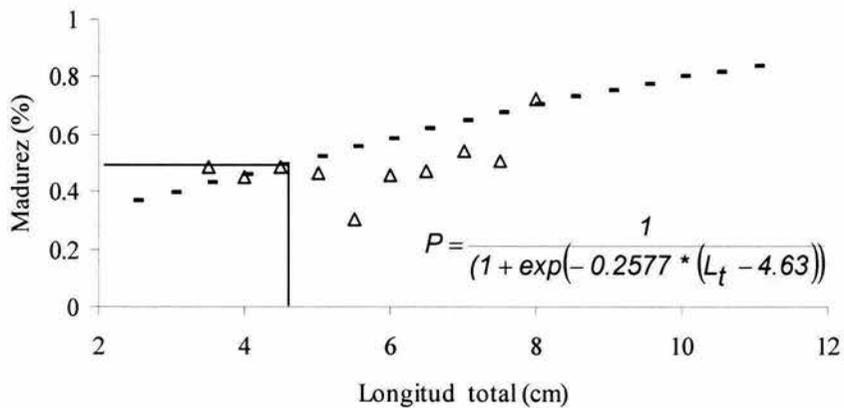


Fig. 41. Talla de primera madurez para las hembras de *Cichlasoma nigrofasciatum*.

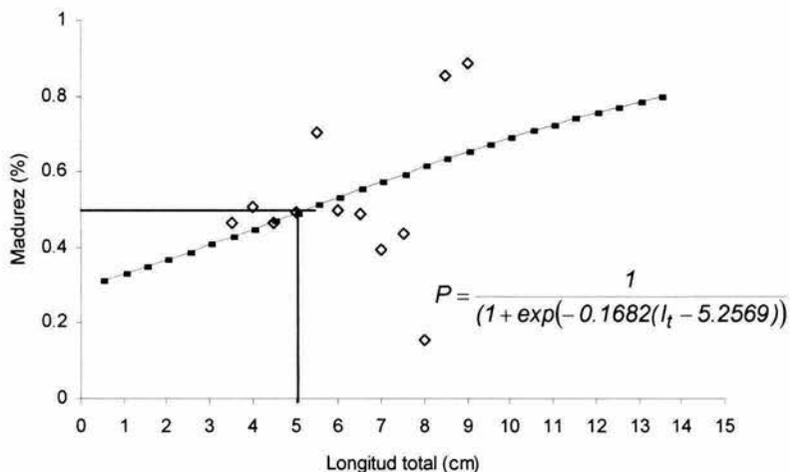


Fig. 42. Talla de primera madurez para machos de *Cichlasoma nigrofasciatum*.

Fecundidad Relativa.

Para determinar la fecundidad relativa se utilizaron solo 8 hembras en estadio de maduración gonádica IV, por lo que se realizó una regresión lineal entre la longitud total y número total de folículos. (Fig.43)

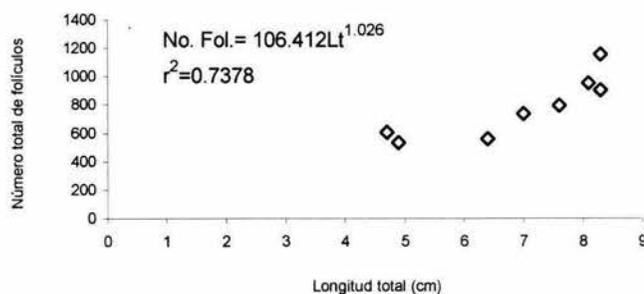


Fig. 43. Fecundidad relativa para *C. nigrofasciatum*.

Fecundidad Media.

La fecundidad media obtenida fue de 774 folículos, resultado que se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\hat{\Phi}_{DS} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 106.412L_t_j^{1.026}$$

DISCUSIÓN

Se realizó la identificación de la especie en función de las características morfométricas y merísticas, lo que en su mayoría corresponde a lo reportado por Regan (1905) y el Sistema de Información Taxonómica Integral, quienes coinciden que se refiere a *Cichlasoma nigrofasciatum*, resultados que fueron corroborados por el responsable del Museo de Peces del Instituto de Biología de la UNAM.

McKaye (1977, citado en Froese y Pauly, 2004), Bussing (1987), Cichlids (1992) y Ávila (2003) mencionan que ésta especie es omnívora. Sin embargo, el tracto digestivo indica que es carnívora, ya que durante el cultivo en el laboratorio se observó que si no se complementaba su alimentación con alimento vivo (*Daphnia* sp.) ó balanceado (El Pedregal) se daba el canibalismo, característica que coincide con Fraser *et al.* (1993), quienes hacen notar que estos organismos son principalmente piscívoros, incluso con los más pequeños de su especie, razones por las cuales se puede suponer que su tipo de alimentación es preferentemente carnívora con tendencia a la omnívora.

En esta especie el dimorfismo sexual en su etapa adulta es más evidente que en la etapa de cría y juvenil, ya que la diferencia en tamaño y el gran colorido que presentaron las hembras durante el desarrollo del presente estudio, concuerda con lo mencionado por Ávila (2003); además, en que este trabajo se detectó que cuando presentaron la coloración más llamativa coincidía en que la etapa de desarrollo la madurez gonádica era avanzada, aunado con el aumento en el volumen de la papila genital y del abdomen.

Las características antes mencionas fueron parte fundamental en este trabajo, ya que el inicio de dicho comportamiento dio la pauta para establecer el momento de sacrificar o separar a los peces para reproducción.

Como se sabe, la acumulación de grasa es un factor importante para el periodo de reproducción ya que el gasto energético es enorme. Es por ello, que los peces disecados previamente a la ovoposición (hembras) y espermiación (machos) mostraron una gran

cantidad de grasa entre los intestinos y gónadas, así como la contracción del aparato digestivo, esencialmente por el volumen que habían alcanzado los ovarios y por la falta de alimento, aunque en la mayoría de los casos no dejaron de comer. Sin embargo, se sabe que otros cíclidos dejan de alimentarse para dedicarse completamente a la incubación y cuidado de sus crías, principalmente en aquellas especies de incubación bucal (como en el caso de la tilapias del género *Oreochromis*).

Así mismo, la mayoría de los cíclidos presentan conducta de defensa y agresividad entre los machos con la finalidad de que predomine el más fuerte y mejor dotado en características genéticas para heredarlas a su descendencia. Así, una vez determinado cual es el mejor macho se procede con el cortejo, pero en este trabajo al inicio del cortejo se dieron casos de peleas entre las hembras sexualmente maduras por los machos, ya que la hembra que lograba aparearse primero era la que mayor colorido y agresividad presentaba, lo que concuerda con lo reportado por Beeching *et al.* (1998) y Ruffner y Beeching (2000) acerca de la agresividad. Sin embargo, estos autores refieren que los machos son los que compiten por las hembras, mientras que en el presente estudio se llevó a cabo de manera inversa, lo que se supone fue debido a la existencia de un mayor número de hembras en la misma pecera, comportamiento que podría ser el resultado de la competencia por espacio y pareja, ya que si se encontraban muchas hembras la más agresiva era la que predominaba no importando su tamaño, pero si el grado de desarrollo gonádico para asegurar la perpetuación de la especie.

Lee *et al.* (1980), Lorenz y Taylor (1992), Fraser *et al.* (1993) y Hauck (2000), hacen referencia a la agresividad de la especie existe agresividad inter e intra-específica por parte de los adultos cuando están engendrando (la que se corroboró en este trabajo), lo que en su vida libre suele limitar las áreas de crianza disponibles para peces nativos, por lo que de acuerdo a Contreras-MacBeath (1997) se puede alterar la estructura de la comunidad (o ensamble) local. Lo anterior responde al porque los pescadores de las zonas aledañas al Río Amacuzac a la altura del puente de la Fundición, así como en la Presa Emiliano Zapata y en el Lago Coatetelco, al encontrarlos en sus redes los eliminan, además de que por

comunicación personal mencionan que los convictos se tragan a las crías de otros peces (de interés económico), lo que concuerda con lo mencionado por Fraser *et al.* (1993).

Coleman (1999), Wisenden (1994, 2001) y Salas y Garrido (1997-2004) mencionan que es una especie de cuidado biparental, conducta que se confirmó en algunas ocasiones; sin embargo, en otras se dio el caso en que quien atacó y se comió a los alevines fue el macho pese a los esfuerzos de la hembra por protegerlos, quedando algunos sobrevivientes. Además, solo una vez se presentó el caso en que la hembra se comiera a los alevines y esa ocasión el macho le provocó graves daños a la hembra en su cuerpo, dejándola inutilizada para su desplazamiento, arrinconándola y no le permitió acercarse al nido, lo que seguramente provocó un gran gasto energético del macho por cuidarlos y poca la supervivencia. En este caso se elimina el factor de la falta de alimento ya que diariamente se les proporcionaron raciones de alimento *ad libitum*.

La mayoría de las ocasiones los huevos fueron colocados en los huecos o cavidades de las piedras evitando que quedaran al descubierto, aunque se presentaron casos en que la hembra prefería colocarlos en la esquina de la pecera. Sin embargo, al sentirse amenazados cambiaban a las crías de lugar tomándolos con su hocico, comportamiento similar cuando era necesario agruparlos, lo que concuerda con lo mencionado por Crawford y Balon (1996). De acuerdo a Lavery (1991) la preferencia de colocar los huevos en un lugar cerrado es para reducir la probabilidad de intrusión y además de favorecer el manejo de las crías para su cuidado. A pesar de que se presentaron algunos casos aislados de agresividad, ambos padres participan en la protección y aireación de los huevos en desarrollo, lo que concuerda con lo mencionado por Crawford y Balon (1996) y McKaye (1977, citado en Froese y Pauly, 2004).

Con respecto al número de huevos en cada puesta este varió entre 100 y 300, aún cuando en una ocasión se contaron más de 450, lo cual está dentro del intervalo reportado por Contreras-MacBeath (1997) y Yamamoto y Tagawa (2000). Los huevos de *C. nigrofasciatum* al igual que los de muchas otras especies tienen forma ovoide y van de 1.6 a 1.9 mm de longitud, lo que concuerda con Coleman (1991) quien indica que tienen longitud

de 1.8 mm y ancho de 1.50 mm en 170 casos. Y en algunos casos se pudo observar que están unidos entre sí y presentan una coloración entre transparente y blanquizca previa fecundación, coincidiendo con lo mencionado por Martínez y Murillo (1987) y de color amarillo claro a ámbar posterior a la fecundación.

Por otra parte, durante el desarrollo y maduración gonadal se establecieron cinco etapas, con características bien definidas tanto para hembras como para machos, que de manera general se pueden comparar en tablas propuestas para diferentes especies por algunos autores. Sin embargo, habría que ajustarse a la diferenciación por características de coloración y aspecto de las gónadas y no como en el presente trabajo en donde se especifica el número de folículos y el tamaño que alcanzaron según el grado de maduración.

Aunque a simple vista y al inicio de la fecundación fue posible notar una diferenciación entre el polo animal y el vegetativo (ya que solo se observaban burbujas de lípidos), Martínez y Murillo (1987) mencionan que estas son pequeños glóbulos de lípidos con un diámetro de 0.02 y 0.06 mm en distintos puntos de su interior.

Transcurridas las primeras 24 horas se observaron bien diferenciados los dos polos (vegetativo y animal) así como incremento en el tamaño que fue de 1.8 a 2.0 mm y las burbujas de lípidos comenzaron a concentrarse en el centro.

A las 33 horas post-fecundación se observó el disco germinal en el polo animal en donde comienzan a darse los diversos movimientos celulares para dar paso a la formación del pez como tal, el cual eclosiona transcurridas de 72 a 96 horas, lo que concuerda con lo mencionado por McKaye (1977, citado en Froese y Pauly, 2004) y Martínez y Murillo (1987). Después de pasar pocos minutos se observa un organismo con su columna recta pero sin presentar bien desarrollado el hocico y ojos, etapa en la cual los alevines tienen de 4.2 ± 0.2 mm de longitud total. Así mismo, se observa una pequeña protuberancia en la cabeza que va desapareciendo conforme avance el desarrollo del pez, lo que hace pensar que hasta ese momento se forma el cerebro. En estas fases el movimiento de los alevines es nulo, solo vibran un poco y no presentan desplazamiento.

Después de la eclosión el alevín comienza a sufrir cambios: 1) la formación del hocico, donde la parte inferior de la mandíbula es la primera en formarse y la abertura del hocico es muy corta, 2) la formación de los ojos, 3) la reducción del saco vitelino y 4) el movimiento comienza a hacerse más visible, etapa en la cual los padres tienen más problemas para mantenerlos juntos, ya que empiezan a salir del nido a partir de los tres días de vida a diferencia de lo que citó McKaye (1977, citado en Froese y Pauly, 2004) que es a los cinco días.

Después de 15-20 días de la eclosión el saco vitelino ha desaparecido contrario a lo mencionado por Balon (1960, citado en Potts y Wootton, 1984) y Martínez y Murillo (1987), quienes dicen que es a los siete días después de la eclosión. Asimismo, Chen (2002) menciona que tardan de 3 a 4 días después de la eclosión para consumir el saco vitelino. En esta etapa el pez está prácticamente bien formado como individuo independiente y empiezan a alimentarse, siempre bajo el cuidado de los padres. De acuerdo a Martínez y Murillo (1987) a los 24 días el pez alcanza el número común de espinas y radios de todas las aletas a una longitud total promedio de 7.4 ± 1.21 mm, siendo la secuencia de formación de las aletas el siguiente orden: pectorales, caudal, pélvicas, anal y dorsal.

McKaye (1977, citado en Froese y Pauly, 2004) menciona que los alevines tienen 10 mm aproximadamente y que un promedio de 30 crías alcanzan la independencia. Contrario a lo observado en el presente trabajo en donde el 72% fueron los que alcanzaron su independencia y crecieron hasta juveniles. Esto concuerda con lo reportado por Wisenden (2001), quien cita que la especie gasta más energía en la defensa que en la fecundidad y que cuanto tienen menos crías, mayores cuidados y éxito de alevines a juveniles se tiene.

En general, la especie presenta un tipo de crecimiento alométrico positivo, es decir creció más en peso que en longitud, excepto en los adultos sometidos a 25 y 27° C en donde se registró un crecimiento con tendencia a la isometría. Esto debido a que los organismos capturados en el río Amacuzac para su adaptación a acuarios, fueron los que se dejaron a estas dos temperaturas y su crecimiento a lo largo del experimento fue casi imperceptible.

Información sobre este aspecto no se tiene al alcance, ya sea porque no existe o porque no se encuentra disponible en la literatura revisada.

Con respecto a la talla de primera madurez sexual para la especie se registró para hembras a los 46 mm y de 53 mm para macho, valores cercanos a lo mencionado por Contreras-MacBeath (1997) que es de 48 mm para hembras.

El incremento en peso fue muy notable cuando llegó a adulto, ya que al registrar su biometría quincenalmente, la longitud prácticamente no incrementó y en cambio el peso sí, aspecto que se corroboró con el comportamiento de las gráficas para las tasas de crecimiento e incremento en peso y longitud, en las cuales se observó claramente que la longitud tiende a mantenerse casi constante hasta el final del estudio. Caso contrario fue el comportamiento del peso, que tiende a incrementarse conforme avanza la madurez gonádica y disminuye después de la puesta.

De acuerdo a los valores de la concentración de oxígeno disuelto, temperatura y conductividad bajo los cuales se desarrollaron y crecieron los peces de *Cichlasoma nigrofasciatum*, éstas se encuentran dentro del intervalo adecuado para el desarrollo de la familia Cichlidae; sin embargo, mostraron una gran adaptabilidad a las condiciones ya que el pH registrado durante el desarrollo del trabajo fue muy alcalino, a diferencia de lo reportado que es neutro. Por lo que se refiere, a las condiciones para efecto de reproducción se puede mencionar que esta se llevó a cabo cuando los animales fueron sometidos a temperaturas entre 25 y 27° C.

CONCLUSIONES

- La especie con la que se trabajó es *Cichlasoma nigrofasciatum* corroborada por el M. en C. Xavier Valencia Días, del Laboratorio de Peces del Instituto de Biología de la UNAM y registrada con el número de catálogo IBUNAM-P-12939.
- Por comunicación personal con el Dr. Salvador Contreras Balderas, la especie queda como *Archocentrus nigrofasciatum*.
- Los peces se desarrollaron en un intervalo de pH que va desde 8.2 a 10.1 unidades, conductividad de 821 a 1187 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y concentración de oxígeno disuelto de 3.28 a 5.96 mg/l.
- En la etapa adulta el dimorfismo es más evidente, siendo la hembra quien presenta menor tamaño y coloración más llamativa que aumenta en la etapa de reproducción.
- La coloración de la hembra coincide con la madurez gonádica, el aumento en el volumen de la papila genital y del abdomen.
- La talla de primera madurez fue de 46 mm para hembras y 53 mm para machos.
- La conducta en el proceso reproductivo, se caracterizó por: 1) la selección de pareja por parte de la hembra, 2) el baile de cortejo entre la pareja, 3) la selección del lugar para la ovoposición, fertilización y crianza, 4) limpieza y aireación del nido, 5) cuidado biparental hasta que las crías fueron independientes.
- La agresividad de la pareja aumenta conforme avanza el proceso reproductivo.
- El número de óvulos fue de 100 a 300, tienen forma ovoide y varían de 1.6 a 1.9 mm de longitud, con coloración blanquecina previa a la fecundación y color amarillo claro a ámbar posterior a la fecundación.

- La fecundidad media obtenida fue de 774 folículos
- Se reconocieron cinco etapas de desarrollo para ovarios con las siguientes características: 1) indiferenciadas, translucidas y muy delgadas; 2) presentan folículos inmaduros entre 100-200 μm , transparentes, ovarios en el extremo anterior vacíos; 3) predominan los folículos en maduración (200-500 μm , de color crema y ámbar) y maduros (500-2000 μm de color ámbar); poca cantidad de inmaduros (100-200 μm). Se detectó acumulación de grasa en la parte visceral (probablemente para la temporada de apareamiento); 4) predominan folículos maduros (500 – 2000 μm) con muy pocos folículos en maduración y rara vez se encontraron inmaduros. Los ovarios ocupan prácticamente toda la cavidad visceral por lo que el tracto digestivo es muy pequeño y con un pequeño estímulo los óvulos son expulsados, el peso del hígado no es superior al de la gónada; y 5) ovarios flácidos, con algunos folículos maduros.
- Para los testículos son: 1) testículos blanquecinos y delgados; 2) presentan color blanco y son más o menos simétricos; 3) presentan color blanco a crema y son gruesos; 4) los testículos aumentan su tamaño, son de color crema blanquecino y consistencia blanda y 5) los testículos se encuentran contraídos, son muy delgados, flácidos y translúcidos.
- Al inicio de la fecundación el huevo presenta una gran cantidad de glóbulos de lípidos, 24 horas después se da un incremento de 0.2 mm y los glóbulos comienzan a concentrarse en el centro dándose una diferenciación entre el polo animal y el vegetativo. A las 33 horas, se observó el disco germinal en el polo animal donde se dieron diversos movimientos celulares hasta formarse el pez, el cual eclosiona transcurridas de 72 a 96 horas, moviéndose solo por vibración.
- Después de la eclosión los alevines sufren los siguientes cambios: 1) la formación del hocico, donde la parte inferior de la mandíbula es la primera en formarse y la abertura del hocico es muy corta 2); la formación de los ojos. 3) la reducción del

saco vitelino, 4) El movimiento comienza a hacerse más visible a partir de las 72 horas de vida. De 360-480 horas después de la eclosión el saco vitelino ha sido reabsorbido.

- La supervivencia de los alevines fue del 72% hasta alcanzar la etapa juvenil.

- Los alevines sometidos a las tres temperaturas (25, 27 y $29 \pm 1^\circ \text{C}$) en los acuarios presentaron un crecimiento de tipo alométrico negativo, igual que los adultos sometidos a 29°C y con tendencia a la isometría los peces mantenidos a temperaturas de 25 y 27°C .

- La alimentación de acuerdo al tipo de estómago y tracto digestivo que presenta la especie es carnívora con tendencia a la omnívora

SUGERENCIAS.

- Es importante continuar con los estudios sobre cortes histológicos de las gónadas para verificar el tipo de desarrollo gonadal asincrónico.
- Continuar con los estudios sobre el desarrollo embrionario para diferenciar las etapas con más precisión.
- Determinar en el ámbito del laboratorio el tipo de alimentación que tiene la especie.
- Estudiar el crecimiento y la reproducción a nivel de campo.

REFERENCIAS

- Álvarez del Villar, J. (1970). Peces Mexicanos. Claves. Comisión Nacional Consultiva de la Pesca, I.N.I.P. 166 p.
- APHA-AWWA-WPCF. (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos (Ed.) 18ª. American Public Health Association. Washington, D.C. 1576p.
- Aquarelax (1996). Chronique mensuelle: La Science au service de l'Aquariophile. 26: Noviembre.
<http://www.aquarelax.org/26-11-1996.htm>
- Arredondo-Figueroa, J.L. y M. Guzmán-Arroyo (1986). Actual situación taxonómica de las especies de la Tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. An. Inst. Biól. U.N.A.M., 56, Ser. Zool. (2): 555-572.
- Artiagas, A.J.M. (1993). The king of the Balsas, "*Cichlasoma istlanum*". Originalmente publicado en: The Cichlids Yearbook 4; 1990; Cichlid Press, Germany.
- Artiagas, A.J.M. (1996). *Paratheraps brehidori*. Werner & Stawikowski 1989.
<http://www.cichlidae.com/articles>
- Ávila, G.A. (2003). Pezpersonaje: El ciclido convicto. Revista Aqua Guía. Ed. Antártida. Jul-Ago: 4-12.
- Babiker, M.M y H. Ibrahim, (1979). Studies on the biology of reproduction in the cichlid *Tilapia nilotica* (L.): gonadal maturation and fecundity. J. Fish Biol. 14: 437-448.
- Beeching, S.C.; S.H. Gross, H.S. Bretz y E. Hariatis (1998). Sexual dichromatism in convict cichlids: the ethological significance of female ventral coloration. Anim. Behaviour. 66: 1021-1026.
- Blanco, J.L. y H. Ascanio (1998). Reproducción del ciclido convicto *Archocentrus nigrofasciatum* (Günther 1869). Julio/98.
<http://www.ciclid.org/>
- Bonetto, A.A. y H.P. Castello (1985). Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C. 86 p.
- Bussing, W.A. (1998). Peces de las Aguas Continentales de Costa Rica. 2º edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 468 p.

- Chen, C. (2002). Pandora's Aquarium.
<http://www.2cah.com/pandora/Convict>
- Cichlids (1992). <http://cichlids.com>
- Cybercichlids (2001). [www. Cybercichlids.com/convict.htm](http://www.Cybercichlids.com/convict.htm)
- Coleman, R. (1991). Measuring parental investment in nonspherical eggs. *Copeia*: 1092-1098.
- Coleman, R. (1999). Who Kids Are Those Anyway?. Originalmente publicado en "Cichlids News magazine" 6(2) April 1997:30-31.
- Conkel, D. (1993). Cichlids of North and Central America. T.F.H. Publications, Inc., USA. 186 p.
- Contreras-MacBeath, T. (1995). Ecosistemas acuáticos del estado de Morelos: con énfasis en los peces. *Ciencia y Desarrollo*; 20(122): 42-51.
- Contreras-MacBeath, T. (1997). *Cichlasoma (Parapetenia) istlanum* vs. *Cichlasoma (Archocentrus) nigrofasciatum*, Evidencia directa de competencia reproductiva. XIV Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Guanajuato, México. p. 28.
- Courtenay, W. R. y J. N. Taylor (1986). Strategies for reducing risks from introductions of aquatic organisms: a philosophical perspective. *Fisheries* 11(2): 30-33.
- Crawford, S.S. y E.K. Balon, (1996). Cause and effect of parental care in fishes: an epigenetic perspective. p. 53-107. *Advances in the study of behavior*. Vol. 25. Academic Press, Inc.
- Fact Sheet (1998) Gulf States Marine Fisheries Commission
http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=177 - 17k -
- FAO. (1998) 31.Register Of International Introductions Of Inland Aquatic Species (c). Fishery Resources and Environment Divisions. FAO Fisheries Department.
<http://www.fao.org/docrep/x568e/x5628e09.htm>
- Feldberg, E. y L.A.C. Bertollo (1985). Karyotypes of 10 species of neotropical cichlids (Pisces: Perciformes). *Caryologia*. 38(3-4): 257-268
- Fraser, S.A. (1996). The influence of predators on adoption behaviour in adult convict cichlids (*Cichlasoma nigrofasciatum*) *Can. J. Zool.* 74: 1165-1173.
- Fraser, S.A., B.D. Wisenden y M.H.A. Keenleyside (1993) Aggressive behaviour among convict cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*) fry of different sizes and its importance to brood adaption. *Can. J. Zool.* 71: 2358-2362.

- Froese, R. y D. Pauly. (Eds.) (2004) FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2004)
- García, M.E. (1978). Apuntes de climatología. UNAM, México. 153 p.
- Granado, L.C. (1996). Ecología de Peces. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, España. 353 p.
- Grier, H.J. y R G. Taylor, (1998) Testicular maturation and regresión in the common snook. J. Fish. Biol. 53: 521-542.
- Günther, A. (1862) Catalogue of the fishes in the British Museum. London. 4: 1-534
- Günther, A. (1867). On the fishes of the states of Central America, founde upon specimens collected in fresh and marine waters of various parts of that country by Messrs. Salvani, Goodman In: Capt. J. M. Dow. Proc. Zool. Soc. London. 6:377-494.
- Hauck, C.R. (2000) The effects of residency duration and gender of intruder on aggression in the convict cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*). Tesis. Allegheny Biology Department. Biology Comprehensive. Projects-2000.
- Herper, B. (1993). Nutrición de peces comerciales en estanques. Limusa. México. D.F. 406 p.
- Herrera, M. (2001). El cíclido convicto: *Archocentrus nigrofasciatum*. Atlas de peces La Atlántida. Septiembre de 2.001. <http://www.la-atlantida.com>
- Holden, M.J. y D.F.S. Rait (Eds)(1975). Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación: Doc. Téc., FAO Pesca, 115. Rev. 1, 211: 124-138.
- INEGI (1986). Carta de uso de suelos y vegetación. Ciudad de México. E14-2
- INEGI (1989). Guía para la interpretación de cartografía. Uso de suelo. México: 16-18.
- INEGI (1993). Anuario estadístico del Distrito Federal. México: 272p.
- Kanasawa, A.G., G. Ojeda y S. Toshima (1978). Nutritional Requeriments of Tilapia. Utilization of Dietary Protein by *Tilapia zilli*, Menn. Facc. Fish. Kagoshima Univ. 27: 40-50.
- Konings, A. (1989). Cichlids from Central America. T. F. H Publications. 175 p.
- Kullander, S.O. (1998). A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). 461-498. In L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M.

- Lucena y C.A.S. Lucena (eds.) Phylogeny and classification of neotropical fishes. Porto Alegre, Edipucrs. 603 p.
- Kullander, S.O. (2001). A revision of the S.A. cichlid genus *Cichlasoma* (Teleostei: Cichlidae). Guide to the South American Cichlidae. Swedish Museum of Natural History. Sweden.
<http://www.nrm.se/ve/pisces/acara/cichlaso.shtml>
- Lavery, R.J., 1991 Physical factors determining spawning site selection in a Central American hole nester, *Cichlasoma nigrofasciatum*. Environ. Biol. Fish. 31(2): 203-206.
- Lee, D. S., C. R. Gilbert, C. H. Hocutt, R. E. Jenkins, D. E. McAllister, and J. R. Stauffer, Jr. (1980) et seq. Atlas of North American freshwater fishes. North Carolina State Museum of Natural History, Raleigh, NC. In: Fact Sheet 1998.
- Mackereth, R.W., y M.H.A. Keenleyside (1993). Breeding territoriality and pair formation in the convict cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*). Can. J. Zool. 71: 960-967
- Martínez, S.G.A. y R.E Murillo (1987). Desarrollo larval de *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther, 1868) (Pisces: Cichlidae) en cultivos de laboratorio. Rev. Biol. Trop. 35: 113-119.
- McCann, A.J., L N. Arkin y J.D. Williams (1996). Nonindigenous Aquatic and Selected Terrestrial Species of Florida. Status, Pathway and Time of Introduction, Present Distribution, and Significant Ecological and Economic Effects. Chapter 6. Section 5. Cichlidae. Gainesville. Florida.
<http://aquat1.ifas.ufl.edu>
- Nelson, S.J. (1994). Fishes of the World. Wiley. New York. 600 p.
- Patiño, R. Y Sullivan, C. V. (2002). Ovarian follicle growth, maturation, and ovulation in teleost fish. Fish Physiology and Biochemistry 26: 57-70.
- Pauly, D. (1984) Fish populations dynamics in tropical waters. A manual for use with programable calculators. International Center for Living Aquaculture Resources. Manegement ICLARM. Estudios and Reviews. Philipinas. 325p.
- Potthoff, T. (1984). Clearing and staining techniques.: 35-37. In.: Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall y S.L. Richardson. (Eds.). Ontogeny and systematics of fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Spec. Publ. No. 1. Lawrence, Allen Press.
- Potts, G.W. y R.J. Wootton.(1984) Fish Reproduction: Strategies and Tactics. Academic Press. London, Great Britain. 410 p.

- Regan, C.T. (1905). A revision of the fishes of the american cichlid genus *Cichlasoma* and of the allied genera. Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 7, 16: 60-77
- Ricker, E.W. (1968). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canadá. (191): 145-157.
- Rodríguez, M.G. (1992). Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT Editor. México. 79 p.
- Rosas, M.M. (1976). Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. I. N. P. México. 135 p.
- Ruffner, G. y S.C. Beeching. (2000). Female mate preference and size-assortative pairing in the convict cichlid. Slippery Rock University of Pennsylvania, Slippery Rock, PA, 1657.
- Salas, J. y C. Garrido (1997-2004). El *Archocentrus nigrofasciatum*. España.
<http://www.drpez.com/index.html>
- SARH, (1982). Manual de técnicas de análisis fisicoquímicos para aguas. 5ª edición. 319 p.
- Siewers, R.G. (2000). Environmental estrogens and reproductive behavior: the effects of nonylphenol on the parental care of *Cichlasoma nigrofasciatum*. Tesis: Licenciatura. Allegheny Biology Department. Biology Señor Comprehensive. Projects-2000. webpub.allegheny.edu/dept/bio/BioInfo/BioCompAbstractList2000
- Shöwsmith, E. (1990). A comparasion of methods for estimating mean fecundity. Journal Fish Biology. 33: 181-188
- Sutton, D.B. y N.P. Harmon (1985). Fundamentos de Ecología. Ed. Limusa. México, 171 p.
- Swaison, W. (1839). The natural history of fishes, amphibians & reptiles, or monocardian animals. Vol. II Lardner's Cabinet Cyclopaedia, Longman, Orme, Brown, Green & Longmans, London. 452 p.
- Torres, O.B.R. (1991). Los peces de México. AGT, Editor. México, D.F. 191 p.
- Uribe-Alcocer, M; C. T. Vargas y P. J. Díaz (1999). Chromosomes of *Cichlasoma istlanum* (Perciformes: Cichlidae) and karyotype comparasion of two presumed subspecies. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM .
- Vives, S.P. (1988). Parent choice by larval convict cichlids, *Cichlasoma nigrofasciatum* (Cichlidae, Pisces). Anim. Behaviuor. 36: 11-19.
- Wisenden, B.D. (1994). Factor affecting reproductive success in free-ranging convict cichlids (*Cichlasoma nigrofasciatum*). Can. J. of Zoology 72: 2177-2185.

Wisenden, B.D. (2001). Brood defense and optimal brood size in convict cichlids *Cichlasoma (Archocentrus) nigrofasciatum*, a species with biparental care. *Journal of Aquaculture & Aquatic Sciences*. 9: 303-320

Yamamoto, M.N. y A.W. Tagawa (2000). Hawaii's native and exotic freshwater animals. Mutual Publishing, Honolulu, Hawaii. 200 p.
<http://www.fishbase.org/references.cfm>