

11
Lej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



CAMPUS "IZTACALA"

PRODUCCION DE CRIAS DE *Gymnocorymbus ternetzi*
(BOULENGER, 1895) EN CONDICIONES DE
LABORATORIO UTILIZANDO ALIMENTO VIVO.

T E S I S

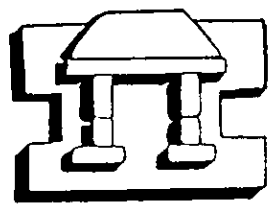
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

BOLAÑOS NÚÑEZ SANDRA

DIRECTOR: BIOL. MARIO ALFREDO FERNANDEZ ARAIZA



IZTACALA TLALNEPANTLA, ESTADO DE MEXICO

1999

278827

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



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.

Mi especial agradecimiento al Biól. Mario Alfredo Fernández Araiza, Jefe del Acuario, por la acertada dirección de este trabajo, por su apoyo incondicional y por permitirme formar parte de su equipo de trabajo; pero sobre todo, por su valiosa amistad y sus atinados consejos que me han impulsado a superarme profesional y personalmente.

Expreso mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas.

Al Biól. José Antonio Martínez Pérez, a la M. en C. Alba Márquez Espinoza y a la M. en C. Mónica González Isaís por sus comentarios y sugerencias que enriquecieron el presente trabajo.

Al Biól. Agustín Vargas Vera por la importante ayuda que me brindó en la parte estadística de este trabajo.

Al Biól. José Luis Gama Flores y al Biól. Nicolás Rodríguez Hernández por su gran ayuda y orientación brindada en la realización del presente trabajo.

Al Biól. Rómulo Amador López por su apoyo incondicional, sus comentarios y por su amistad.

A mis amigos Edgar, Luis, César y Delia; los "Biosferanos", por compartir gran parte de la carrera conmigo y por su sincero deseo de ver concluido este trabajo.

A mis amigos Pepe, Sandra y Miguel por su apoyo incondicional y por su compañía; pero sobre todo por las aventuras, los sueños y por compartir conmigo los mejores momentos.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo. Gracias.

DEDICO ESTE TRABAJO A LAS DOS PERSONAS MÁS IMPORTANTES EN MI VIDA. QUE CON SU ESFUERZO, PACIENCIA, APOYO Y DEDICACIÓN, ME HAN BRINDADO EL IMPULSO Y EL DESEO DE SEGUIR ADELANTE.

A MI MAMÁ: GLORIA NÚÑEZ DOMÍNGUEZ
POR SU INCANSABLE LUCHA.

A MI TÍA: YOLANDA NÚÑEZ DOMÍNGUEZ
POR TODO LO QUE SOY, GRACIAS.

Y A LA MEMORIA DE MI PADRE: ROGELIO BOLAÑOS RAMOS.
PORQUE NUNCA TE OLVIDO.

ÍNDICE

<i>RESUMEN</i>	1
<i>INTRODUCCIÓN</i>	2
<i>ANTECEDENTES</i>	5
<i>OBJETIVOS</i>	10
<i>MATERIAL Y MÉTODOS</i>	11
<i>RESULTADOS</i>	18
<i>DISCUSIÓN</i>	24
<i>CONCLUSIONES</i>	30
<i>LITERATURA CITADA</i>	31
<i>APÉNDICE I</i>	36
<i>APÉNDICE II</i>	37
<i>APÉNDICE III</i>	38

RESUMEN

La producción acuícola, tanto de especies comestibles como ornamentales, se ha incrementado de tal forma que se han generado necesidades que deben ser cubiertas. Tal es el caso de la alimentación, la cual es de vital importancia para el buen desarrollo de los organismos en todas sus etapas. A pesar de que paralelamente con la acuicultura, también se ha desarrollado la industria alimenticia, aún el momento en que los organismos reabsorben el saco vitelino y requieren de alimento para su supervivencia es un momento crítico en la producción, ya que en este período de crianza, existen limitaciones con respecto a la alimentación, por lo que se determinó la cantidad de alimento ingerido, el período requerido por las crías para consumir partículas de mayor tamaño y se evaluó la eficiencia de una dieta comercial, y una dieta a base de alimento vivo. El trabajo se desarrolló en tres fases utilizando en cada una de ellas crías de *Gymnocyribus ternetzi* inmediatamente después de absorber el saco vitelino. En la primera fase se determinó el tiempo requerido para que una cría cambie de alimento considerando su tamaño de boca, así como la cantidad de alimento ingerido con base a su biomasa corporal. Con esta información, en la segunda fase se comparó la eficiencia de *Brachionus calyciflorus* y nauplio de *Artemia salina*, durante la primera etapa de alimentación de los organismos. En la tercera fase, se alimentó a las crías con alimento vivo *B. calyciflorus* durante 14 días, nauplio de *Artemia* los siguientes 28 días y a partir de este momento y por un período de 21 días, se comparó la eficiencia de *Moina macrocopa* con la de un alimento peletizado.

Los resultados obtenidos muestran que se debe suministrar diariamente el 10% de la biomasa del organismo. Las crías tienen que ser alimentadas después de absorber el saco vitelino durante quince días con rotíferos, las siguientes 2 semanas con nauplio de *Artemia*, y las últimas semanas con *Moina macrocopa*. El cambio de alimentación no tiene que ser abrupto, por lo que al substituir el alimento, la proporción de rotíferos, nauplios y cladóceros, debe variarse paulatinamente. Los organismos a los que se mantuvo con alimento vivo tuvieron una tasa de crecimiento de $0.02591 \text{ g.día}^{-1}$ y un factor de condición de 0.0742, mientras que los mantenidos con alimento comercial presentaron valores de $0.0188 \text{ g.día}^{-1}$ y 0.0044 respectivamente, diferencias no significativas estadísticamente ($P > 0.05$), sin embargo analizando las curvas de crecimiento se puede sugerir que el régimen alimenticio a base de alimento vivo, comparado con aquel en que se utilizó un alimento balanceado, tiene como resultado un mejor crecimiento de las crías, debido a que al utilizar microorganismos de diferentes tallas, se garantiza que las crías ingieran partículas acordes a su tamaño de boca.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la comercialización de peces ornamentales en el mundo, ha alcanzado niveles muy altos, estimándose que tan sólo en los Estados Unidos se manejan de 250 a 700 millones de dólares y hasta 4 billones en el mundo al año, lo que representa aproximadamente la comercialización de 2 millones de peces (Hunnam *et al.*, 1982).

Existen agrupaciones internacionales muy importantes y criaderos de peces ornamentales que se encargan de la producción, transporte, venta y distribución en los principales mercados internacionales para satisfacer la creciente demanda (Aguilar, 1993). Por lo cual no es de sorprender que hoy en día, países como Singapur, Alemania y Estados Unidos hayan impulsado el desarrollo de líneas de investigación dedicadas al estudio de peces ornamentales para satisfacer la enorme demanda que éstos tienen (Axelrod, 1970; Axelrod *et al.*, 1987).

La piscicultura es una actividad en la que aún actualmente se presentan problemas en cuanto a producción, mantenimiento, sanidad y principalmente nutrición, por lo que el nivel óptimo de producción aún no se alcanza.

Los alimentos empleados en la producción de organismos, deben satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie en cultivo, por lo que deben agrupar los nutrimentos más importantes como son proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales (FAO, 1989).

Actualmente las dietas empleadas en el cultivo de organismos acuáticos son de dos tipos; 1) dietas a base de alimento vivo y 2) dietas artificiales. Las primeras están constituidas básicamente por microalgas, rotíferos, *Artemia* en etapa de nauplio y adulto, cladóceros, copépodos, *Tubifex*, larvas de mosco, entre

otros (Holt,1993; Person Le Ruyet *et al.*, 1993; Coutteau, *et al.*, 1994; Watanabe, 1994).

Las dietas artificiales son variadas, su presentación actualmente es en hojuela o pellet, sin embargo, cuando se inició su uso, se clasificaron con base a su contenido de humedad. De acuerdo a su aparición cronológica son: 1)alimentos húmedos, hechos principalmente a base de vísceras y deshechos de pesquerías e incluso restos de mataderos y pollerías; 2) alimentos semihúmedos, para su elaboración se emplean harinas de pescado, harinas de carne, harinas vegetales, aceites de pescado, vitaminas, entre otros; 3) alimentos secos, elaborados principalmente a base de harinas, con la característica de que su contenido de agua es mínimo (Castelló, 1998).

El uso de alimentos artificiales en cultivos de peces significa, en muchos casos, una alternativa para sustituir al alimento vivo, ya que se puede manufacturar a gran escala, esterilizar y distribuir fácilmente, simplificando el proceso de producción. Sin embargo, la mayoría de alimentos producidos, no satisfacen los requerimientos nutricionales de las especies alimentadas, teniendo como consecuencia altas tasas de mortandad, desnutrición y/o la digestión incompleta de los componentes de las dietas; en algunos casos los costos de elaboración son elevados y la calidad del agua se deteriora con facilidad debido a la rápida desintegración de los pellets, suministrados en exceso (Watanabe, op.cit.

Si bien la tecnología de alimentos ha tenido un desarrollo considerable, todavía en acuicultura, hay una carencia de productos principalmente en el período larval cuando los organismos comienzan a ingerir alimento. En esta etapa los organismos son delicados, pequeños, presentan una baja capacidad de movimiento y su habilidad para alimentarse es muy reducida. Su dieta es limitada y tienen una baja adaptabilidad al ambiente, lo cual afecta significativamente su capacidad de ingesta de alimento y su nutrición (NACA, 1989). En esta etapa se tienen los mayores índices de mortalidad y la supervivencia de las crías depende en su mayoría de los cultivos de apoyo. Definiendo como "cultivos de apoyo" a

todos aquellos cultivos que se desarrollan de manera paralela o complementaria al cultivo principal y que básicamente cumple con la función de servir de suministro de alimento vivo o fresco (Martínez, *et al.*, 1988). Los cultivos de apoyo promueven un rápido crecimiento en las crías, tienen un alto valor nutricional, además de que contienen ácidos grasos poliinsaturados esenciales para los primeros estadios de vida de un pez, se enriquecen fácilmente actuando como bioencapsulados, por su tamaño, movilidad y desplazamiento en toda la columna de agua, son altamente aceptados y captados por estadios larvarios y son fáciles de cultivar a altas densidades (Martínez, *op. cit.*).

Sin embargo, no podemos pasar por alto los inconvenientes que éste presenta; la principal desventaja de los cultivos masivos de alimento vivo al aire libre, radica en la contaminación física y química de los estanques de cultivo (Bardach, *et al.*, 1986), además de que los costos en infraestructura y mano de obra para echar a andar los cultivos de apoyo, representan un desembolso significativo (Sorgeloos, 1980; Watanabe, *et al.*, 1983^a).

La calidad de los alimentos utilizados en la producción se evalúa principalmente a través del crecimiento en los organismos, el cual además de la alimentación, está regido por factores exógenos como las condiciones ambientales (temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH) densidad poblacional y factores endógenos (componentes genéticos) relacionados con la fisiología del pez, de modo que una misma especie puede alcanzar la madurez sexual a diferentes tallas o edades (Ricker, 1979). El crecimiento de los peces tanto en longitud como en peso, presenta un comportamiento de tipo sigmoidal, en el que se involucran periodos de crecimiento rápido alternados con periodos de crecimiento lento. Generalmente el peso y la longitud están muy relacionados, aunque se puede dar el incremento en uno sin necesidad de que se manifieste en el otro (Wootton, 1990). El desarrollo de los peces suele evaluarse también considerando la relación peso-longitud durante diferentes periodos de la vida del pez, a través de varios modelos, sin embargo el más empleado para peces fusiformes es el modelo de Le Creen (Gerkin, 1978).

ANTECEDENTES

A la fecha, los trabajos que abordan aspectos biológicos en peces de ornato en cautiverio son pocos y están enfocados, principalmente, sólo a algunas familias como Poeciliidae, Atherinidae, Cyprinidae, Anabantidae, Cichlidae y Caracidae. Siendo estas dos últimas familias las más estudiadas (Ramírez, 1997).

Para la familia Poeciliidae, Peña (1996), en México, trabajó con el pez espada *Xiphophorus helleri*, obteniendo poblaciones monosexo (hembras) al suministrarles hormonas en el alimento a hembras grávidas, en condiciones de laboratorio.

En cuanto a la familia Atherinidae, Rosas (1970), en México y Aguilar (1993), en el Edo. de México, realizaron experimentos sobre crecimiento, supervivencia y reproducción en el charal de la especie *Chiostoma estor*.

Para la familia Cyprinidae, Arredondo (1986), en México, describió el desarrollo embrionario y evaluó aspectos reproductivos en *Cyprinus carpio*.

Aries (1972), en Argentina, desarrolló estrategias para inducir la reproducción en cautiverio del cíclido *Symphysodon aequifasciata*, así mismo hace mención de la importancia de los parámetros fisicoquímicos del agua en la etapa reproductiva de esta especie.

Watley (1985) y Watley (1991), en Estados Unidos, describe también para *Symphysodon aequifasciata* conducta reproductiva, desove y cuidados parentales.

Chan (1991), en Singapur, abordó generalidades de la conducta reproductiva en *Symphysodon aequifasciata*, además evaluó la composición

química del moco secretado por el cuerpo de los reproductores, el cual es el alimento inicial para crías de esta especie.

Con respecto al cíclido *Pterophyllum scalare*, Aries (1972), en Argentina y Damas y Kamio (1978) en Cuba, señalan que sus estrategias reproductivas son muy semejantes a las de *Symphysodon aequifasciata*.

Azuma (1994), en Estados Unidos, realizó un estudio comparativo de conducta reproductiva entre *P. scalare* y *P. altum*.

Ramírez (1997), en México, realizó un estudio de reproducción y desarrollo embrionario de *P. scalare* en condiciones de laboratorio, al igual que describió la conducta de cortejo, ovoposición, fertilización y cuidados del nido.

Los trabajos referidos al crecimiento y supervivencia en crías de peces están enfocados en su mayoría a especies de importancia alimenticia, tales como carpa, trucha arcoíris, tilapia, bagre, salmón, entre otros.

Una de las familias más estudiadas en este rubro es la de los ciprinidos, para los cuales se cuenta con los trabajos de Bryant y Matty (1980), en Holanda, quienes realizaron experimentos en crías de carpa común *Cyprinus carpio* suministrándoles dietas artificiales y posteriormente evaluando el crecimiento, supervivencia y grado de adaptación a estas dietas. Posteriormente, estos mismos autores (1981) en Inglaterra, evaluaron la calidad nutricional de *Artemia* en el crecimiento de crías de la misma especie.

Dabrowski (1984^a), en Polonia, evaluó el crecimiento y supervivencia en cuatro especies de ciprinidos: *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Ctenopharyngodon idella* y *Aristichthys nobilis*, al cambiar de alimento vivo a una dieta artificial liofilizada.

Lubzens *et al.*, (1984), en Israel, realizaron experimentos utilizando al rotífero *Brachionus plicatilis* como alimento para crías de carpa Koi *Cyprinus carpio* y carpa dorada *Carassius auratus* evaluando el crecimiento en condiciones de laboratorio.

Abi-Ayad y Kestemont (1994), en Francia, evaluaron las tasas de crecimiento y supervivencia en crías de carpa dorada *Carassius auratus* alimentadas con zooplancton, alimento seco y una mezcla de ambas dietas.

Como antecedentes de la relación peso longitud y cantidad de alimento, Kitajima *et al.*, (1976), en Japón, diseñaron una ecuación de la relación longitud total de la larva y el consumo diario de rotíferos.

Kafufu *et al.*, (1983), en Japón, han estimado la cantidad de rotíferos consumidos diariamente por una cría de mero en los primeros 25 días o hasta alcanzar una talla de 10 mm de longitud total.

Shim y Chua (1986), en Estados Unidos, evaluaron los requerimientos proteínicos en crías del poecilido *Poecilia reticulata* (guppy) para obtener un máximo crecimiento, conversión eficiente de alimento y mejor desarrollo gonádico.

Adeyeno *et al.*, (1994), en Nigeria, evaluaron y compararon el crecimiento y supervivencia de crías de tres especies de gato africano: *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus bidursalis* y *Heteroclarias reared*, al alimentarlas con *Moina dubia*, nauplio de *Artemia*, mezcla de zooplancton y una dieta comercial liofilizada.

Ocampo *et al.*, (1994), en México, compararon la tasa de crecimiento en crías del cíclido *P. scalare* (pez Angel) alimentadas con *Daphnia pulex* y dos alimentos comerciales liofilizados.

López (1994), en México, describió conducta reproductiva, desove y cuidados parentales para el anabántido *Betta splendens* en condiciones de laboratorio. Además, evaluó el tipo de crecimiento, el factor de condición y la tasa de crecimiento en las crías, al suministrarles dietas naturales (cladóceros y nauplio de *Artemia*) en comparación con una dieta artificial balanceada.

Amador (1998), en México, evaluó la efectividad de tres alimentos balanceados comerciales en el desarrollo de juveniles de *P. scalare* en condiciones de laboratorio.

Específicamente para la familia Caracidae se tienen los trabajos de Pannevis (1993), en España, quien evaluó el crecimiento en *Paracheirodon innesi* (tetra neón) alimentándolo tres veces al día, comparándolo con una alimentación *ad libitum*.

Whynot (1993), en Estados Unidos, abordó aspectos biológicos y reproductivos de *Gymnocorymbus ternetzi* y de otros carácidos ornamentales como son el Tetra Flama *Hyphessobryon flammeus*, el Aleta de sangre *Aphycharax rubripinnis*, Tetra Neón *Cheirodon innesi* y el Tetra Cardenal *Cheirodon axelrodi*.

Jay (1994), en Estados Unidos, describe aspectos reproductivos y desarrollo embrionario para la especie *Brachidanio rerio* en condiciones de laboratorio.

JUSTIFICACIÓN.

La producción de peces ornamentales se ha incrementado significativamente en la última década en México, debido a su importancia económica y a la actual alternativa como fuente de trabajo. Sin embargo la literatura científica referida a los peces ornamentales en nuestro país es muy escasa, en general la información es de divulgación y solo trata aspectos generales para su mantenimiento en cautiverio; además de que hasta el momento son contados los trabajos científicos que abordan aspectos biológicos y reproductivos de la especie en estudio.

Por otro lado, la utilización de alimento vivo no se ha extendido en la producción de peces ornamentales por lo que aun existe un alto índice de mortalidad en el momento en que termina el período de alevinaje y se inicia la alimentación de crías.

Con base en lo anterior, este trabajo tuvo como finalidad incrementar la información que se tiene acerca de las necesidades nutricionales y establecer cuáles son las dietas con alimento vivo más apropiadas para elevar la supervivencia y el crecimiento, durante la etapa de cría a juvenil, en un pez con importancia ornamental y por consiguiente comercial, a nivel mundial, como es la monja *Gymnocorymbus ternetzi*.

OBJETIVOS

General:

- ❖ Producción de *Gymnocorymbus temetzi* en condiciones de laboratorio.

Particulares:

- ❖ Reproducir al pez monja *Gymnocorymbus temetzy*
- ❖ Determinar fecundidad y % de eclosión, índice gonadosomático y parámetros morfométricos en hembras reproductoras.
- ❖ Evaluar el crecimiento y supervivencia de *Gymnocorymbus temetzi* de la etapa de cría a juvenil, utilizando diferentes dietas.

MATERIAL Y MÉTODO

Este proyecto se desarrolló en las instalaciones del Acuario de la UNAM campus Iztacala, y el trabajo experimental se dividió en las siguientes etapas:

A. REPRODUCCIÓN DE *Gymnocorymbus ternetzi*.

Se utilizaron organismos en edad reproductiva de *Gymnocorymbus ternetzi*, los cuales se obtuvieron de un Acuario comercial. Se colocaron hembras y machos por separado y se aclimataron durante 15 días en acuarios de 40 litros, bajo las siguientes condiciones: agua suave (25 ppm/L CaCO₃), temperatura de 27 ± 2 °C, aireación y filtración constante. En las hembras se registraron la longitud total y la longitud patrón con un ictiómetro graduado en mm, así como el peso, antes y después del desove con una balanza granataria marca Ohaus modelo 700 (0.001g); se determinó la fecundidad, de acuerdo al modelo propuesto por Lagler *et al.*, (1984).

$$\text{FECUNDIDAD} = \frac{\text{No. de huevos ovopositados}}{\text{Peso de la hembra (g)}}$$

El índice gonadosomático (IGS), se obtuvo con el modelo mencionado por (Mendoza, 1985).

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso húmedo de la gónada (g)}}{\text{Peso húmedo total del organismo (g)}}$$

B. PRODUCCIÓN DE CRÍAS DE *Gymnocorymbus ternetzi*.

Después de la fecundación de los huevos, se retiró a los reproductores para evitar que se los comieran. Se evaluó el porcentaje de eclosión considerando la relación entre el número de huevos eclosionados y el número de huevos producidos X 100 (Lagler *et al.*, op.cit.).

C. PRODUCCIÓN DE ALIMENTO VIVO.

Rotíferos

Se utilizó una cepa del rotífero *Brachionus calyciflorus* aislada del Lago de Chapultepec. Se cultivaron masivamente. Los cultivos fueron semi-contínuos con medio EPA en acuarios de 40 litros, a una temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ y aireación constante. Obteniéndose bajo estas condiciones densidades de 150 a 200 org/ml.

Los rotíferos se alimentaron con el alga *Chlorella vulgaris* (Beigerinck); cepa aislada y cultivada en el acuario con la técnica estandarizada en este lugar (Vega, 1996).

Nauplios de *Artemia*

Se utilizaron quistes de *Artemia sp.* de la marca San Francisco Bay Brand y la eclosión se realizó en botellas de 2 litros, con agua salada a 34 ppm de NaCl, y a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, con luz y aireación constantes.

Cladóceros

Se realizaron cultivos estáticos de *Moina macrocopa* en tanques de 80 litros, en los cuales se colocaron fertilizantes inorgánicos agrícolas (Bicarbonato de sodio, Urea y Fosfato triple) y se mantuvieron a una temperatura de 25 ± 2 °C y aireación constante. Los cultivos fueron alimentados con el alga *Chlorella vulgaris* (Beigerinck), durante todo el experimento; y se obtuvieron densidades de 2 a 4 org/ml.

D. EVALUACIÓN DE DIETAS (Crecimiento).

Experimento 1. Comparación de la calidad nutricional de rotífero y nauplio de *Artemia*.

Después de la reabsorción del saco vitelino, las crías se distribuyeron aleatoriamente en 6 peceras con capacidad de 4 litros formando 2 lotes (A, B) con 3 repeticiones cada uno (1, 2, 3), teniendo una densidad de 10 crías por pecera, y en las condiciones ambientales reportadas por Axelrod (1987).

Antes de iniciar la aplicación de las dietas, se determinó el peso promedio inicial, a partir de la biomasa total de las crías en peso húmedo, por lote, la que se obtuvo con una balanza analítica marca Aisnworth modelo A-A 160 (0.0001).

Ambos lotes, al iniciar el experimento, fueron alimentados con el rotífero *B. calyciflorus*, alimento mantenido en el lote (A) durante todo el experimento mientras que al lote (B) a partir de la tercera semana y hasta finalizar el experimento, se le alimentó con nauplio de *Artemia sp.*; debido a que la talla de la boca del pez fue muy pequeña y no se les pudo suministrar al nauplio de *Artemia*

como dieta inicial. Las dietas se suministraron diariamente a razón del 10% de la biomasa total, porcentaje determinado a través de un bioensayo (Apéndice 2).

Cada semana se registraron los datos de peso y longitud durante dos meses y medio (10 semanas), se evaluó el porcentaje de supervivencia durante todo el experimento, así como la eficiencia de las dietas en los organismos con un análisis de tasas de crecimiento, que se determinaron mediante el incremento de peso húmedo en un lapso de tiempo de experimentación, expresado en gramos peso húmedo/etapa/pez (Olvera, *et al*, 1993) que se expresa como:

$$TC = \frac{W_f - W_i}{T - t}$$

Donde: W_f = peso final.
 W_i = peso inicial.
 $T - t$ = la duración en días.

y de la relación peso longitud de la ecuación de Le Creean (Gerkin, 1978) que se expresa como:

$$W = aL^n.$$

Donde: W = Peso del organismo
 L = Longitud del organismo
 n = Tipo de crecimiento (Pendiente).
 a = Factor de condición (Ordenada al origen)

Experimento 2. Comparación del crecimiento de organismos alimentados con un régimen a base de alimento vivo y con alimento comercial.

Con base en los resultados obtenidos en los bioensayos que se describen en los apéndices I y II, y en el primer experimento, se dividió el crecimiento de los organismos en etapas, y con base al tamaño de sus bocas y a sus requerimientos nutricionales, se realizaron combinaciones de dietas y se ajustaron los tiempos de consumo para cada una de ellas.

Las crías se distribuyeron aleatoriamente en 6 peceras de iguales características y bajo las mismas condiciones que las descritas anteriormente, para formar 2 lotes (A, B) con 3 repeticiones cada uno (1, 2, 3), teniendo una densidad de 10 crías por pecera.

Para ambos lotes, durante las 2 primeras semanas del experimento las crías fueron alimentadas con el rotífero *B. calyciflorus*. Durante la tercera semana, se cambió paulatinamente el alimento, variando la proporción rotífero-nauplio de *Artemia* diariamente en la siguiente forma 85/15, 70/30, 55/45, 40/60, 25/75, 0/100; ya que no es recomendable cambiar súbitamente las dietas porque cuando se hace, las crías experimentan una disminución temporal en la ingesta de alimento (Hunter, 1972). A partir del momento en que ya no se suministró rotífero, y durante las siguientes 3 semanas, las crías fueron alimentadas con nauplio de *Artemia sp.* A partir de la sexta semana de experimentación, se inició otro cambio de alimentación y al lote A se le suministró con una combinación de nauplio de *Artemia sp.* y el cladócono *M. macrocopa*; y el lote B fue alimentado con una mezcla de nauplio de *Artemia sp.* y un alimento balanceado y peletizado marca Tetra bits. En ambos lotes, las dietas se suministraron en las siguientes proporciones 85/15, 70/30, 55/45, 40/60, 25/75, 0/100 manteniendo la alimentación con la nueva dieta durante 4 semanas.

Se registraron semanalmente los datos de peso y longitud durante un período de dos meses y medio; se evaluó el porcentaje de supervivencia, y la eficiencia de las dietas en los organismos mediante el análisis de las tasas de crecimiento (Olvera, *et al.*, op. cit.) y de la relación peso longitud de la ecuación de Le Creean (Gerkin, op. cit.).

E. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron a través de gráficas y se determinó el tipo y tasa de crecimiento obtenido en cada dieta. Para determinar si las diferencias encontradas fueron significativas, se realizó un análisis de comparación de pendientes con una significancia de $P < 0.05$ (Zar, 1990).

En la figura 1 se describe esquemáticamente la metodología seguida en este trabajo.

Gymnocrimbus ternetzi

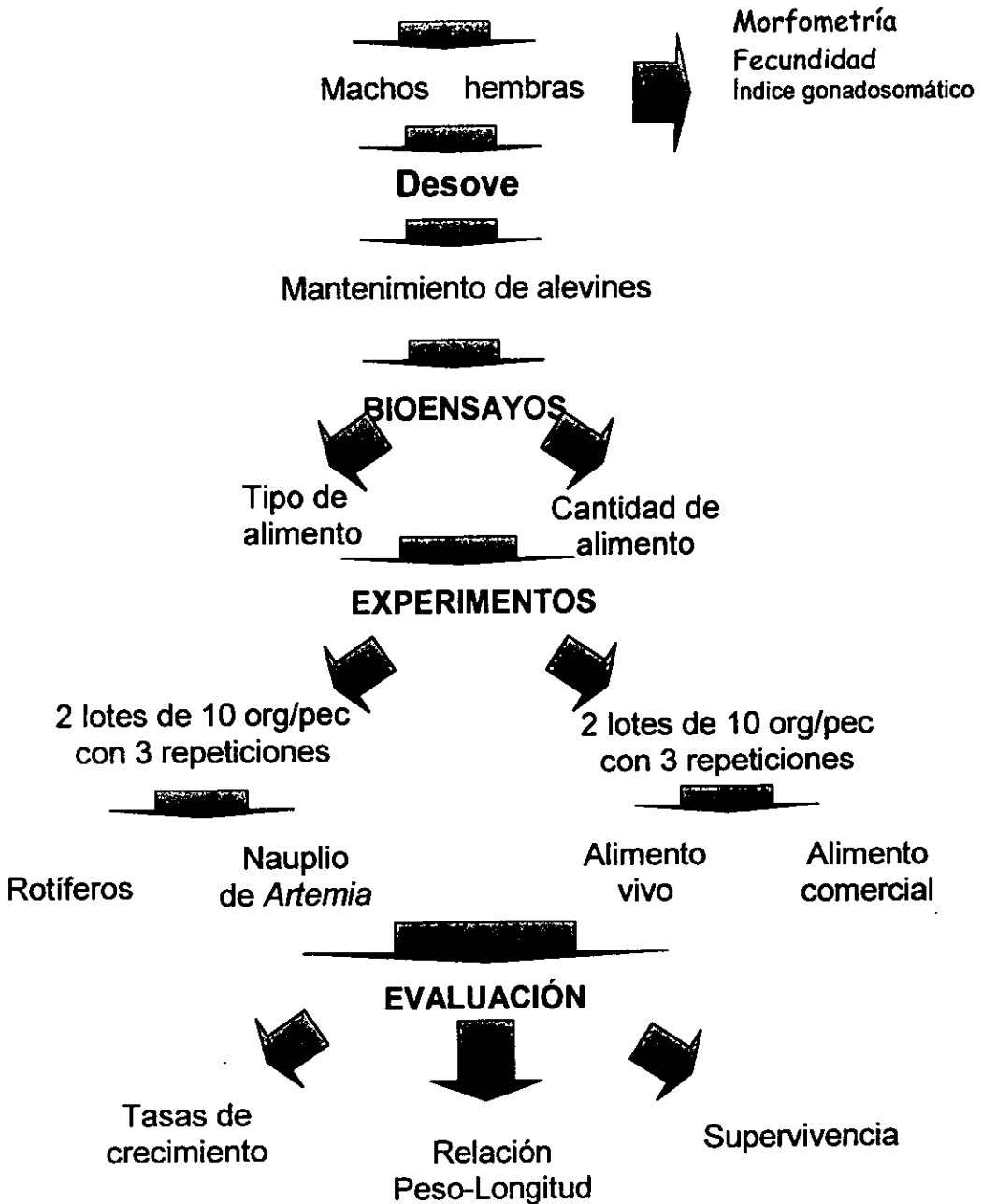


FIG 1. Diagrama de flujo que describe esquemáticamente el trabajo realizado.

RESULTADOS

En las siguientes tablas se presentan los resultados promedio y sus desviaciones estandar obtenidos en los experimentos.

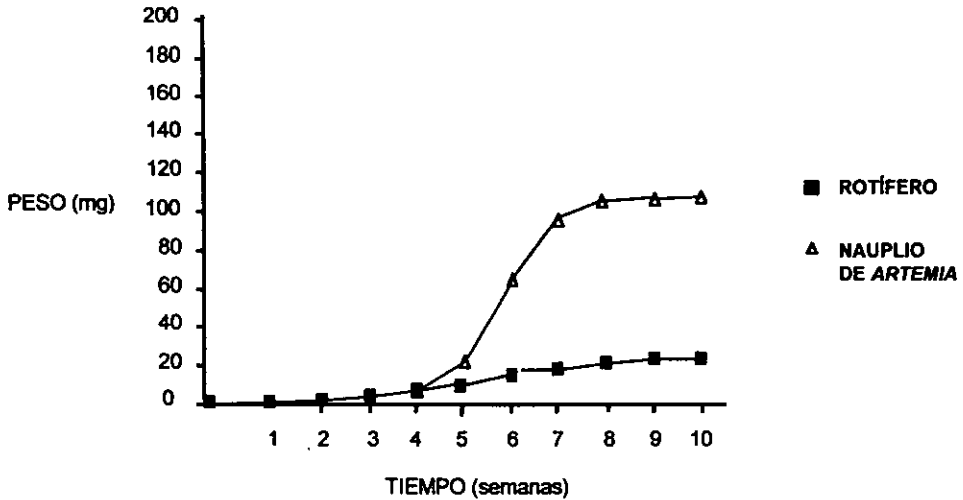
PARÁMETROS	X y SD
LONGITUD PATRÓN (mm)	45 ± 0.2
LONGITUD TOTAL (mm)	56 ± 0.5
PESO (g)	3.5 ± 0.1
FECUNDIDAD (huevos/g)	247.05 ± 0.02
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)	0.05 ± 0.006
% DE ECLOSIÓN	69.90 ± 0.008

TABLA 1. Valores promedio de variables morfométricas y reproductivas en hembras reproductoras de *Gymnocorymbus ternetzi*.

PARÁMETROS	DIETAS			
	PRIMER EXPERIMENTO		SEGUNDO EXPERIMENTO	
	ROTIFEROS	NAUPLIO DE ARTEMIA	ROTIFEROS, NAUPLIO DE ARTEMIA, PULGA	ALIMENTO SECO BALANCEADO Y PELETIZADO
NUMERO INICIAL/LOTE	60	60	60	60
NUMERO FINAL/LOTE	45	58	60	60
SUPERVIVENCIA (%)	75	96.7	100	100
TIEMPO (DÍAS)	70	49	70	21

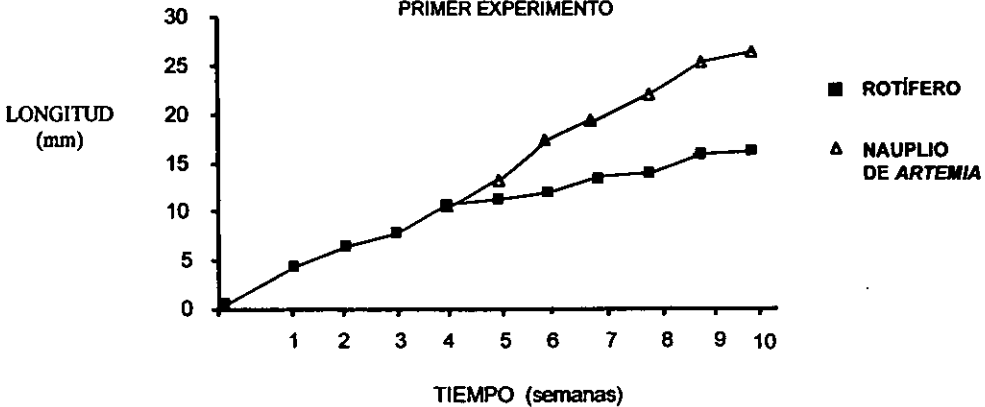
TABLA 2 Supervivencia de crías de *Gymnocorymbus ternetzi* durante los experimentos 1 y 2 alimentadas con diferentes tipos de alimento vivo

CRECIMIENTO EN PESO
PRIMER EXPERIMENTO



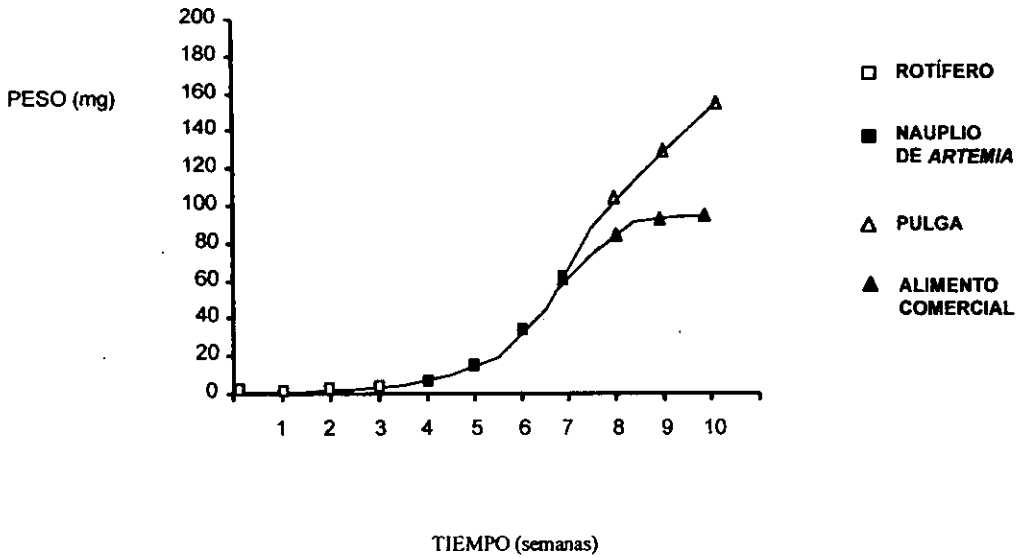
Graf. 1 Representación del crecimiento en peso en crías de *Gymnocorymbus ternetzi* alimentadas con rotífero (lote A) y nauplio de *Artemia* (lote B).

CRECIMIENTO EN LONGITUD
PRIMER EXPERIMENTO



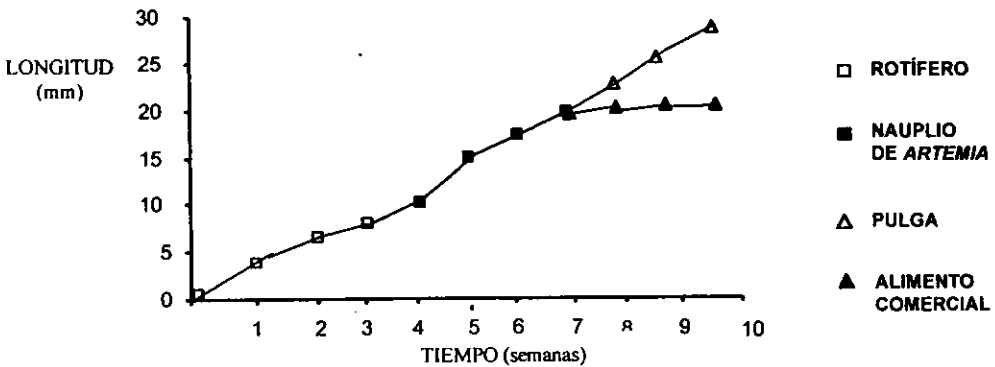
Graf. 2 Representación del crecimiento en longitud en crías de *Gymnocorymbus ternetzi* alimentadas con rotífero (lote A) y nauplio de *Artemia* (lote B).

CRECIMIENTO EN PESO
SEGUNDO EXPERIMENTO



Graf. 3 Representación del crecimiento en peso en crías de *Gymnocorymbus ternetzi* alimentadas con alimento vivo (rotífero, nauplio de *Artemia* y pulga), lote C y Tetra Bits (alimento comercial) lote D.

CRECIMIENTO EN LONGITUD
SEGUNDO EXPERIMENTO



Graf. 4 Representación del crecimiento en longitud en crías de *Gymnocorymbus ternetzi* alimentadas con alimento vivo (rotífero, nauplio de *Artemia* y pulga) lote C y Tetra Bits (alimento comercial) lote D.

Al evaluar la tasa de crecimiento en peces alimentados durante los diferentes tiempos y dietas experimentales, se obtuvieron los siguientes resultados.

	DIETA	TASA DE CRECIMIENTO EN PESO (BASE HÚMEDA) g / día / ind.
PRIMER EXPERIMENTO	ROTÍFERO	0.0023
	NAPLIO DE ARTEMIA	0.0141
SEGUNDO EXPERIMENTO	ROTÍFERO	0.00142
	NAPLIO DE ARTEMIA	0.02620
	PULGA	0.02591
	ALIMENTO PELETIZADO	0.0188

TABLA 3. Tasa de crecimiento del pez *Gymnocorymbus ternetzi* en cada dieta experimental.

	DIETA	TIPO DE CRECIMIENTO	FACTOR DE CONDICIÓN	FACTOR DE CORRELACIÓN
PRIMER EXPERIMENTO	ROTÍFERO	3.189563346	0.0422	0.98653714
	NAUPLIO	3.063026519	0.0732	0.97982090
SEGUNDO EXPERIMENTO	ROTIFERO. NAUPLIO PULGA	3.231895709	0.0742	0.99326977
	ALIMENTO SECO	2.58351812	0.0044	0.99696889

TABLA 4. Tipo de crecimiento y factor de condición en crías de *Gymnocorymbus ternetzi* durante los dos experimentos, alimentadas con las diferentes dietas.

CRECIMIENTO RELATIVO EN PESO

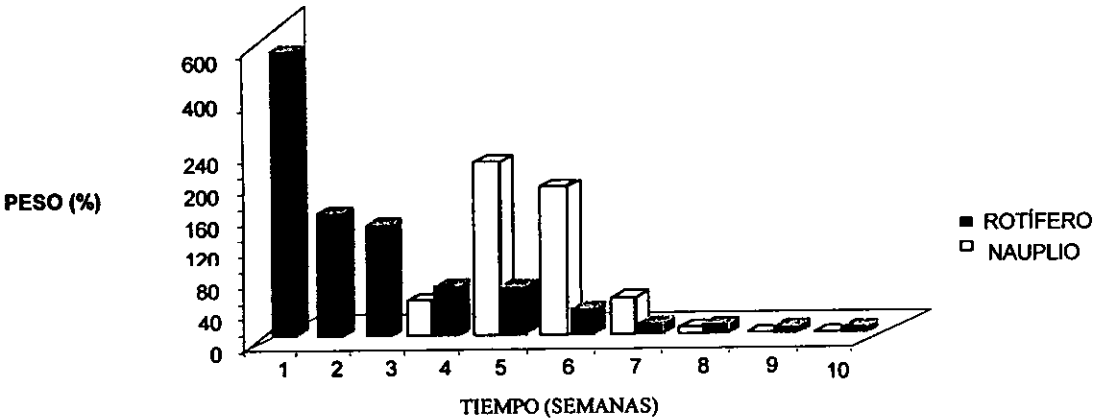


Fig. 2 Representación del crecimiento relativo en peso en crías de *Gymnocyribus ternetzi* alimentadas con rotífero (lote A) y nauplio de *Artemia* (lote B).

CRECIMIENTO RELATIVO EN LONGITUD

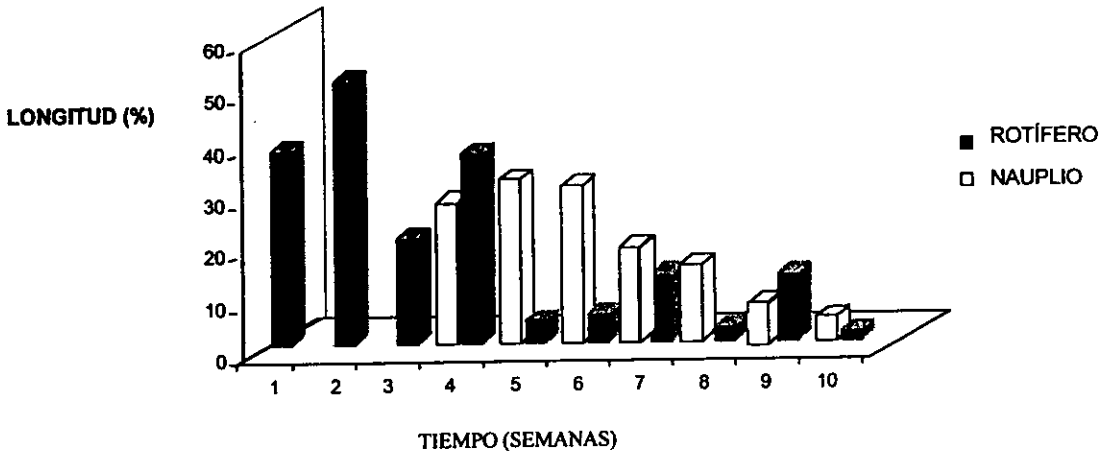


Fig. 3 Representación del crecimiento relativo en longitud en crías de *Gymnocyribus ternetzi* alimentadas con rotífero (lote A) y nauplio de *Artemia* (lote B).

CRECIMIENTO RELATIVO
SEGUNDO EXPERIMENTO

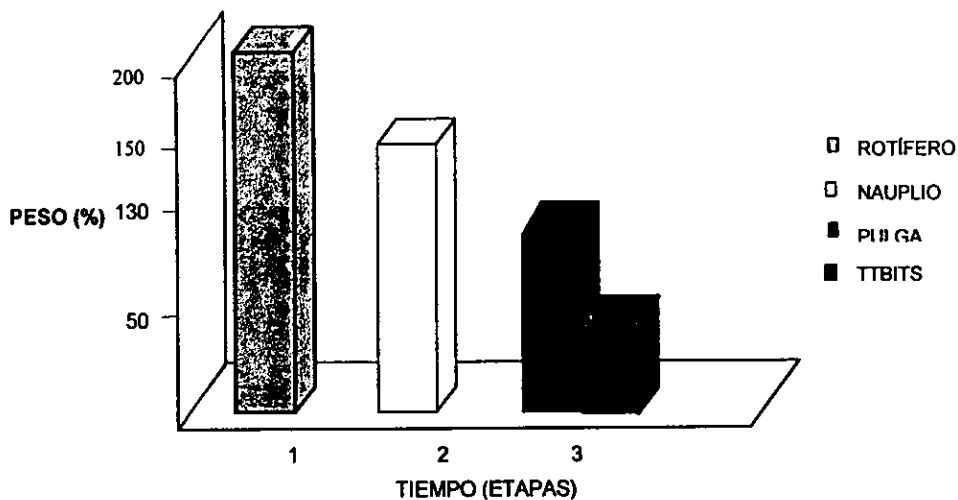


Fig. 4 Representación del crecimiento relativo en peso en crías de *Gymnocorymbus ternetzi* alimentadas con alimento vivo y alimento seco balanceado.

INCREMENTO EN LONGITUD
SEGUNDO EXPERIMENTO

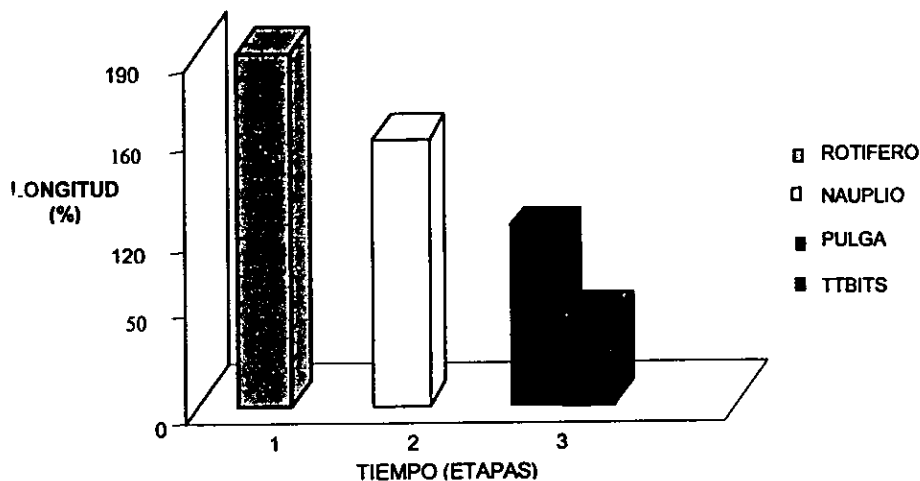


Fig. 5 Representación del crecimiento relativo en longitud en crías de *Gymnocorymbus ternetzi* alimentadas con alimento vivo y alimento seco balanceado.

DISCUSIÓN

I. Parámetros reproductivos de *Gymnocorymbus ternetzi*.

El índice gonadosomático en hembras de *Gymnocorymbus ternetzi* fue de 0.05 con una fecundidad promedio de 250 huevos/g de hembra (tabla1), resultados buenos desde el punto de vista productivo, tomando en cuenta que se obtuvieron en condiciones de laboratorio. En condiciones controladas, de una hembra de 3.5 g de peso promedio, se obtuvieron 600 crías por desove. En un ciclo anual, se tienen aproximadamente 15 desoves por hembra, lo que representa una producción anual de 9000 juveniles por hembra. Valores que transformados a ingresos económicos pueden ser excelentes dependiendo del tamaño del criadero, el número de reproductores que se utilice así como el cuidado que se tenga de los organismos.

Hasta el momento son pocos los trabajos enfocados a parámetros reproductivos en peces ornamentales, debido a que en su mayoría se hacen para especies comestibles. Sin embargo, se cuenta con algunos trabajos como el de López (1994) quien reporta para el anabántido ornamental *Betta splendens* un índice gonadosomático de 0.1 con una fecundidad de 228.28 huevos/g de peso de hembra, en organismos con peso y longitud promedio semejantes a los de *G. ternetzi* (tabla 1). Mientras que Ramírez (1997) señala que para el cíclido ornamental *P. scalare* aproximadamente el 81% de los huevos eclosionan, además de que estos organismos presentan cuidados parentales bien definidos, lo que puede aumentar el porcentaje de eclosión; además tienen una frecuencia de desove de 6 días, lo que compensa su baja fecundidad de apenas 25.2 huevos/g de hembra.

A pesar de que en cada caso los organismos son de especies diferentes, comparten algunos parámetros ambientales como el vivir en aguas con pH bajo y a temperaturas de 27 ± 2 °C, además de que se trabajó bajo condiciones de laboratorio.

II. Experimento 1.

El crecimiento tanto en peso como en longitud (gráficas 1 y 2), tuvo una lógica tendencia ascendente durante de todo el período experimental. Sin embargo, a partir de la semana 5, se observaron gráficamente diferencias marcadas en los organismos, debidas al tipo de alimentación.

Las crías del lote B, tuvieron un crecimiento exponencial a partir del momento en que se inició su dieta con nauplio de *Artemia* (Graf. 1), lo que evidencia que el nauplio de *Artemia* satisface totalmente los requerimientos de las crías durante este período, en comparación con la dieta de rotífero. Por su parte, los organismos alimentados con rotífero (Graf. 1 lote A), mantuvieron una tendencia relativamente lineal, con un crecimiento lento, característica notoria en la curva de peso y debida a que conforme el organismo se desarrollaba, sus requerimientos nutricionales no fueron satisfechos por los alimentos. Por su parte, la tasa de crecimiento (Tabla 3), de los organismos alimentados con rotíferos, fue menor que la de los organismos alimentados con nauplio de *Artemia*.

A pesar de que el análisis de pendientes realizado no refleja diferencias significativas ($P > 0.05$), la respuesta de los organismos observada en las curvas de crecimiento tanto en peso como en longitud (graf. 1 y 2), evidencia una marcada diferencia en la eficiencia nutricional de las dietas utilizadas que repercutieron en el organismo desde el punto de vista biológico. De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento, se considera, que durante el desarrollo de las primeras etapas de vida de los peces, el alimento vivo tiene un papel importante, siendo el tamaño de la boca de la larva el principal limitante en la ingesta de alimento (Shirota, 1970). También interviene en esta respuesta la relación entre el tamaño de la presa y la del depredador, ya que de acuerdo con Hoff y Snell (1987), el incremento en talla de la cría debe de ser proporcional al incremento en talla de la presa. Considerando que en la naturaleza, la cría está adaptada a consumir presas específicas como son microalgas, protozoarios, bacterias, rotíferos y algunos estadios larvales de crustáceos, en cautiverio, los rotíferos son gracias a sus características, la dieta ideal para iniciar la alimentación exógena

que permite incrementar la supervivencia y el crecimiento de los peces en las primeras etapas de vida (Sarma, 1998). Y posteriormente el nauplio de *Artemia* por su alto contenido proteínico que alcanza el 61.6% (Watanabe 1994), en comparación con el rotífero que tiene el 38.3% (Fernández-Reriz *et al.*, 1993).

III. Experimento 2.

Con base en el análisis anterior, se utilizó al rotífero *B. calyciflorus* como alimento inicial para larvas de *Gymnocorymbus ternetzi* durante los primeros 14 días de vida en este segundo experimento (Graf. 3 y 4); en el que los organismos alcanzaron una longitud promedio de 10 mm. Resultados similares a los reportados por Watanabe *et al.*, (op. cit.) quien señala que durante los primeros 30 días de vida o hasta que la cría alcance una longitud de 9.8 mm, se debe alimentar con rotíferos.

A partir de la tercera semana, se utilizó una presa de mayor tamaño que fue el nauplio de *Artemia* (Graf. 3 y 4), ya que para este momento los peces han alcanzado un tamaño de boca que les permite capturar alimento más grande y que es mayormente preferido por los organismos. Además de que Watanabe *et al.*, (op. cit) sugieren que después de la primera etapa, el mejor alimento es el nauplio de *Artemia* por sus características nutricionales; posteriormente a partir de la semana 6 se observa un incremento muy marcado en las curvas de peso y longitud (Graf. 3 y 4) de los organismos del lote C alimentado con pulga de agua, comparado con los organismos del lote D, alimentado con Tetra bits; alimento seco balanceado comercial. El mejor resultado obtenido en el lote C, fue principalmente por la calidad nutricional del cladóceros que de acuerdo con Watanabe y Kiron (1994) contiene el 71.6% de proteína en peso seco, además de que la pulga fue altamente preferida por las crías de peces en esta etapa donde el tamaño de boca del pez es mayor que el de la presa. Mientras que Tetra bits no fue la mejor dieta para crías de *Gymnocorymbus ternetzi*, ya que a pesar de

tener un contenido de proteína en base seca de 47.16%, no es un alimento específico para crías de peces y por lo tanto, no contiene los requerimientos nutricionales esenciales para un pez en sus primeras etapas de vida (Amador, 1998).

Para explicar la baja efectividad de los alimentos secos empleados como dietas sustitutas de alimento vivo en peces, Bergot (1986) menciona que las dietas artificiales alteran la relación natural que existe entre el pez y su medio al deteriorar principalmente la calidad del agua y afectar tanto a la supervivencia como al crecimiento de los peces. Además se han propuesto algunas hipótesis como la establecida por Flutcher (1982) que menciona que los diferentes estadios por los que atraviesa un pez, presentan necesidades nutricionales específicas y sólo los alimentos vivos contienen las sustancias necesarias para la metamorfosis de la larva de pez. Otra hipótesis sugiere que los ácidos grasos poliinsaturados son esenciales para la larva de pez (Dabrowski and Kaushik, 1982).

Hofer (1985) y Dabrowski (1984^b) mencionan que la influencia directa de la composición bioquímica del alimento vivo en la digestión de la larva y la asimilación puede ser muy importante durante la ontogénesis. Por otro lado, algunos autores han sugerido que las crías utilizan las enzimas proteolíticas que se encuentran en el alimento vivo para facilitar el proceso digestivo hasta que éste se desarrolla y diferencia plenamente (Dabrowski, 1984; Lauff and Hofer, 1984).

Para fines prácticos, las dietas artificiales requieren menos esfuerzo físico humano y son menos costosas a corto plazo que las dietas constituidas por alimento vivo, sin embargo, es bien sabido que los alimentos artificiales no contienen los nutrientes necesarios para el buen desarrollo de los peces en sus primeros estadios, por lo que desde el punto de vista productivo, es importante que el acuicultor defina sus objetivos, si lo que busca es calidad en los organismos o sólo llevarlos a una talla comercial para su venta. Ya que desde el punto de vista biológico, las dietas a base de alimento vivo garantizan la calidad de las crías y de los futuros reproductores a bajos costos una vez que se ha montado la infraestructura para la producción de alimento vivo.

En el análisis de pendientes realizado no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) para este experimento, debido probablemente a que el tiempo de experimentación no fue suficiente para detectar diferencias entre estas dietas. Sin embargo, es importante mencionar que los alimentos utilizados tienen marcadas diferencias nutricionales y que desde el punto de vista biológico, repercuten en el organismo.

IV. Crecimiento relativo en crías de *Gymnocorymbus ternetzi*.

El crecimiento relativo en crías de *Gymnocorymbus ternetzi*, tanto para el primer experimento (fig. 2), como para segundo (fig. 4), alcanzó sus valores más altos en las primeras etapas de vida, debido a que en este período, los organismos presentan un metabolismo muy acelerado. Este mismo comportamiento se observó en las curvas de crecimiento relativo en longitud para ambos experimentos (figs. 3 y 5). Por lo que en las primeras etapas de vida de las crías, la dieta suministrada debe proporcionarles la energía necesaria para satisfacer la acelerada actividad metabólica. Conforme la cría crece, su velocidad metabólica disminuye, debido a que su crecimiento es menos rápido; este comportamiento se observa en crecimiento en peso y longitud para ambos experimentos (figs. 2, 3, 4 y 5).

V. Supervivencia, tipo de crecimiento y factor de condición.

La supervivencia (tabla 2), en estos experimentos fue alta para las dietas D2 (nauplio de Artemia), D3 (alimento vivo) y D4 (alimento vivo y Tetra bits) donde en promedio se obtuvo un 100%. Sin embargo la D1 (rotífero) tuvo una supervivencia del 75% y además se presentó el fenómeno de canibalismo. Lo anterior se debió a que el rotífero fue la dieta ideal para la primera etapa de alimentación de las crías, debido a su tamaño y características, sin embargo, con el paso del tiempo, el rotífero fue una presa muy pequeña y difícil de localizar;

además de que su calidad nutricional ya no satisfizo los requerimientos de los organismos, ocasionando así que se presentara el fenómeno de canibalismo.

El tipo de crecimiento, en las dietas D1 (rotífero), D2 (nauplio de *Artemia*), D3 (alimento vivo) fue isométrico al término del experimento, debido a que se hizo un análisis general promedio de todo el período experimental, manteniéndose una relación proporcional entre el peso y la longitud. El crecimiento isométrico indica que las características del organismo permanecen constantes o uniformes en el tiempo, lo cual se observa claramente en las gráficas (1, 2, 3 y 4) para los lotes A, B y C.

Para los organismos alimentados con la dieta D4 (alimento vivo y Tetra bits), el tipo de crecimiento fue alométrico, lo que indica que una característica física o fisiológica del organismo fue desproporcional con relación a su tamaño (Bergot, op. cit). Obteniéndose así, organismos largos y flacos.

Desde el punto de vista nutricional y con base en los resultados obtenidos, es conveniente para fines prácticos utilizar una estrategia alimenticia en donde en los primeros 14 días de vida de los organismos se alimenten con rotíferos, posteriormente se alimenten con nauplio de *Artemia* durante los 21 días siguientes, y por último alimentarlos con pulga durante 21 días. Es muy importante tomar en cuenta que los cambios de alimento deben hacerse paulatinamente, de lo contrario las crías experimentarán una disminución temporal en la ingesta de alimento. Se sugieren mezclas de alimento en las siguientes proporciones; 85/15, 70/30, 55/45, 40/60, 25/75, 0/100.

CONCLUSIONES

- ❖ Se logró la producción de *Gymnocorymbus ternetzi* bajo las condiciones de laboratorio.
- ❖ Los resultados de los parámetros biológicos obtenidos en hembras reproductoras de *Gymnocorymbus ternetzi*, fueron buenos desde el punto de vista productivo, considerando que se trabajó bajo condiciones de laboratorio.
- ❖ Los rotíferos fueron el mejor alimento durante los primeros 14 días de alimentación, después de que los organismos reabsorben el saco vitelino.
- ❖ La cantidad de alimento diaria que debe suministrarse a las crías es del 10% de su biomasa.
- ❖ La dieta constituida por alimento vivo (rotíferos, nauplio de *Artemia* y pulga) fue la mejor para alcanzar el estado juvenil en organismos de *Gymnocorymbus ternetzi* en un periodo de 60 días.
- ❖ Las dietas peletizadas balanceadas, no son el mejor alimento para crías de *Gymnocorymbus ternetzi* durante las primeras etapas de vida.

LITERATURA CITADA

- Abi-Ayad A., y Kestemont, P. 1994. Comparison of the nutritional status of goldfish (*Carassius auratus*) larvae fed with live, mixed or dry diet. *Aquaculture*. 128: 163-176.
- Adeyeno, A.A., Oladasu G.A. and Oyinla, O.A. 1994. Growth and survival of fry of African catfish species, *Clarias gariepinus* Burchell, *Heterobranchus bidorsalis* Geoffery and *Heteroclaris* reared on *Moina dubia* in comparison with other first feed sources. *Aquaculture*. 119: 41-45.
- Aguilar, V.M. 1993. Estudio preliminar de peces dulceacuicolas tropicales de uso ornamental (Pisces; Osteichthyes) incluyendo procedencia, legislación, comercialización y especies cultivadas que se comercializan en el Distrito Federal. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Biol. Univ. Del Noroeste, Tamps. 35 pp.
- Amador, L.R. 1998. Evaluación de tres dietas balanceadas comerciales en el desarrollo de juveniles de pez Angel *Pterophyllum scalare* (Heckel, 1840), en condiciones de laboratorio. Tesis Profesional. UNAM campus Iztacala, México. 40 pp.
- Aries, S.S. 1972. Discus y Scalares. Littec. Fondo de literatura técnica. Suplemento 6. Argentina. 72 pp.
- Arredondo, J.L. 1986. Manual de Ciprinicultura. Parte I. Secretaría de pesca. 121 pp.
- Axelrod, H.R. 1970. Breeding aquarium fishes. Book 1. TFH Publications. USA 667 pp.
- Axelrod, H.R., Warren, E.B. and Cliff, W.E. 1987. Mini-Atlas of freshwater aquarium fishes. TFH. USA. 720 pp.
- Axelrod, H.R., Schultz, P.L. 1992. Handbook of tropical aquarium fishes. TFH. Publications. USA.
- Axelrod, H.R. 1993. Characoids of the Pantanal. *Tropical Fish Hobbyist*. (41):12. pp. 110-115.
- Azuma, H. 1994. Spawning Altum Angels. *TFH*. 42:(10)70-76.
- Bardach, E. J. Ryther, H. J. Mclamey, O. W. 1986. Acuicultura crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor, S. A. México. 741 pp.
- Bergot, P., 1986 Elevage larvaire de la carpe comune (*C. Carpio*):alimentation artificielle. In: R. Billard and J. Marcel (Editors). *Aquaculture of Cyprinids*. INRA, Paris, pp. 227-234.
- Bryant, P.L. and Matty, A.J. 1980. Optimisation of Artemia feeding rate for carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. *Aquaculture*. 21: 203-212.

- Bryant, P.L. and Matty, A.J. 1981. Adaptation of Carp (*Cyprinus carpio*) Larvae to Artificial Diets. *Aquaculture*. 23:275-286.
- Castelló, O.F. 1998. Alimentos y estrategias de alimentación para reproductores y juveniles de peces marinos. *Acuicultura Marina*. Barcelona. 167 pp.
- Chan, C. 1991. Singapore Discus. TFH. Publications. USA.
- Coutteau, P., Sorgeloos, P., Lavens, P. 1994. Progress in use of live food in larviculture of marine fish. *Aquaculture*, 124: 275-283
- Damas, T., Kamio, H. 1978. Cultivo de Escalar (*Pterophyllum scalaris*, Lichtenstein, 1825), en estanques de cemento y fibrocemento. *Revista Cubana de Investigación Pesquera*. 128 pp.
- Dabrowsky, K. and Kaushik, S.J., 1982 The concept of pyrimidine essentiality in fish. *Speculat. Sci. Technol.*, 5:447-457.
- Dabrowsky, K., 1984^a. The feeding of fish larvae: present state of the art and perspectives. *Reprod. Nutr. Develop.* 24, 807-833.
- Dabrowsky, K. 1984^b. Influence of initial weight during the change from live to compound feed on the survival and growth of four cyprinids. *Aquaculture*, 40: 27-40.
- FAO. 1989. Freshwater fish farming. How to begin. FAO Better Farming Ser., (27):43 1979 pp.
- Fernández-Reiriz, M.J., Labarta. U., Ferreiro. M.J., 1993. Effects of commercial enrichment diets on the nutritional value of the rotifer (*Brachionus plicatilis*). *Aquaculture* 112. 195-206.
- Flutcher, J., 1982. Substance essential for metamorphosis of fish larvae extracted from *Artemia*. *Aquaculture*, 27:83-85.
- Gerkin, A., 1978. Ecology of freshwater fish production. Blackwell Scientific Publications. London.
- Hofer, R. 1985. Digestive process during the development of the roach (*R. Rutilus*). *J. Fish Biol.*, 26:683-689.
- Hoff, F.H. y Snell, T.W. 1987. Plancton Culture Manual. Florida Aqua Farms, Inc. Florida. 125 pp.
- Hunnam, P., Milney, A., Stebbing, P. y Larson, J.E. 1982. El acuario vivo. Raíces. España. 345 pp.
- Hunter, J.R. 1972 Swimming and feeding behavior of larval anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin* U.S. 70:821-838.

- Holt, G.J. 1993 Feeding larval red drum on microparticulate diets in a closed recirculating water system. *J. World Aquacult. Soc.* 24, 225-230.
- Jay, S.J. 1994. Development of the fish embryo. *TFH*. 42:(11)70-75.
- Kafufu, T., H. Ikenoue. 1983. Modern methods of aquaculture in Japan. Developments in aquaculture and fisheries science, 11. Kodansha Ltd., Tokyo and Elsevier, Amsterdam. 216 pp.
- Kitajima, C., K. Fukusho, H. Iwamoto, H. Yamamoto. 1976. Amount of rotifers *Brachionus plicatilis* consumed by red sea bream larvae, *Pagrus major*. *Bull. Nagasaki Pref. Inst. Fish.*, 1: 105-112.
- Lagler, F. K. Bardach, E. J. Miller. R.R. 1984. Ictiología. AGT. Editor, S. A. México. 567 pp.
- Lauff, M. and Hofer, R., 1984. Proteolytic enzymes in fish development and importance of dietary enzyme. *Aquaculture*, 37:335-346.
- Legge, R., Jessopp, A., and Cook, D. 1982. Guía Completa de los Peces Tropicales de Agua Dulce. Libro Joya del Acuarismo. Vida Acuática. Barcelona, España. 234 pp.
- López, C.M. 1994. Utilización de cultivos de apoyo (invertebrados) en la producción de *Betta splendens*, Regan, 1909. Tesis Profesional. UNAM campus Iztacala, México. 53 pp.
- Lubzens, E., Sagie, G., Minkoff, G., Meragelman, E., and Schneller, A. 1984. Rotifers (*Brachionus plicatilis*) improve growth rate of carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Bamidgeh*. 36: 41-46.
- Martínez, J.F. Ramírez, G.R. Villaseñor, C.R. 1988. Cultivos de apoyo para la acuicultura. Producción de alimento vivo. Acuavisión. Revista Mexicana de Acuicultura. FONDEPESCA. No. 14. México. 43 pp.
- Mendoza, A.R. E. 1985. Observaciones sobre la producción de nauplios a partir de poblaciones cultivadas, silvestres y mixtas de camarón azul (*Penaeus stylirostris*) Tesis Profesional. UNAM campus Iztacala, México. 68 pp.
- NACA. 1989. Integrated fish farming in China. Naca Technical. Network of aquaculture centres in Asia and the Pacific. Manual 7. Bangkok, Thailand. 56 pp.
- Ocampo, H.D., Soriano, M.B., Figueroa, T. Y Luna, F. 1994. Alimentación y crecimiento de *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. Memorias del Congreso Nacional de Ictiología. México. 245 pp.
- Olivera, N.M., Martínez, P.C. y Real de L.E. 1993. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. Proyecto Aquila II. FAO. México. 21 pp.

- Pannevis, M. C. 1993. Alimentación de los peces ornamentales. *Waltham International Focus*. 3(3):17-22.
- Peña, A.F. 1996. Obtención de una población monosexo (hembras) de *Xiphophorus helleri* (Heckel, 1848) mediante la administración de Diethylstilbestrol en el alimento a hembras grávidas. Tesis Profesional. UNAM campus Iztacala, México. 67 pp.
- Person Le Ruyet, J., Alexandre, J.C. Thébaud, L., Mugnier, C. 1993. Marine fish larvae feeding: Formulated diets or live prey. *J. World Aquacult. Soc.* 24, 211-224.
- Ramírez, P.T. 1997. Reproducción y desarrollo embrionario del pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Heckel, 1840), en condiciones de laboratorio. Tesis Profesional. UNAM campus Iztacala, México. 96 pp
- Ricker, W.E. 1979. Growth rates and models In: W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett, *Fish Physiology*, Academic Press. London, Vol. VIII. 677-743.
- Rosas, M.M. 1970. *Pescado Blanco. (Chirostoma estor)*. Secretaría de Industria y Comercio y Comisión Nacional de Pesca. México. 29 pp.
- Sarma, S.S.S. 1998 Workshop Rotifer-Fish larvae Interactions. Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala, México: 38-41.
- Shim, K.F. and Chua, Y.L. 1986. Some studies on protein requirement of the guppy *Poecilia reticulata* (Peters). *J. Aquaricult. & Aqu. Sci.* 4:79-84.
- Shirota, A., 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 36:353-368.
- Sorgeloos, P. 1980. The use of the brine shrimp in aquaculture. In: G. Persoone. P. *Aquaricult. & Aqu. Sci.* 6:78-94.
- Vega, S. 1996. Caracterización y análisis bromatológico de una cepa monoalgal: *Clorella vulgaris* Beijerinck colectada de la atmósfera con posible uso en Acuicultura. Tesis Profesional. UNAM CAMPUS Iztacala. México. 46 pp.
- Watanabe, T., C. 1983*. Improvement of dietary value of live foods for fish larvae by feeding them on w3 highly unsaturated fatty acids and fat-soluble vitamins. *Bulletin Japanese Society Scientific Fisheries* 49:471-479.
- Watanabe, T., C. Kitajima and S. Fujita. 1983a. Nutritional value of live food organisms used in Japan for mass culture of fish: A review. *Aquaculture* 34:115-143.
- Watanabe, T., Kiron, V. 1994. Prospects in larval fish dietetics. *Aquaculture*. 124: 223-251.
- Wattlely, J. 1985. Handbook of Discus. TFH Publications. USA 367 pp

- Wattley, J. 1991. *Discus for the perfectionist*. TFH Publications. USA 278 pp
- Whynot, G. 1993. Spawning tetras. *J. Fish Cult.* Vol. 72. 97-99 pp.
- Wootton, R.J. 1990. *Ecology of Teleost. Fishes*. Chapman & Hall, London, 404 pp.
- Zar, H. J. 1990. *Bioestatical Analysis*. Prentice Hall.

APÉNDICE I

BIOENSAYO 1 (Edad de las crías y tipo de alimento consumido en relación al tamaño de su boca)

Después de la eclosión y una vez reabsorbido el saco vitelino (día cero) se realizó un bioensayo para determinar el momento en el que las crías de peces podían consumir un alimento más grande. Se dividieron aleatoriamente 100 organismos por partes iguales en dos peceras de 40 litros en las condiciones mencionadas en la metodología. Los tipos de alimento utilizados fueron rotífero (*B. calyciflorus*), nauplio de *Artemia sp.* y pulga de agua (*Moina macrocopa*); los cuales se suministraron como se describe en la siguiente tabla.

TIPO DE ALIMENTO	% DE ALIMENTO SUMINISTRADO	INGESTIÓN	% DE MORTALIDAD	PESO PROMEDIO INICIAL (g)	PESO PROMEDIO FINAL (g)	TASA DE CRECIMIENTO
ROTÍFERO <i>B. calyciflorus</i>	5	Total	4.6	0.0007	0.0013	0.0001
	10	Total	0	0.0007	0.0018	0.000183
	15	Parcial	0	0.0007	0.0020	0.000216
	20	Parcial	0	0.0007	0.0021	0.000233
NAUPLIO DE <i>Artemia sp.</i>	5	Total	60	0.00480	0.00581	0.000168
	10	Total	0	0.00480	0.00700	0.000366
	15	Parcial	3.3	0.00480	0.00726	0.00041
	20	Parcial	0	0.00480	0.00798	0.00053
PULGA <i>Moina macrocopa</i>	5	Total	67	0.0880	0.10011	0.00383
	10	Total	0	0.0880	0.11610	0.00468
	15	Parcial	0	0.0880	0.11718	0.00486
	20	Parcial	0	0.0880	0.11815	0.00502

Ingestión, mortalidad y tasa de crecimiento (TC) de *Gymnocorymbus ternetzi* con 3 dietas a 4 concentraciones cada una durante una semana.

Los resultados del Bioensayo 1 mostraron que el suministro ideal de alimento en cada dieta fue del 10% con relación a la biomasa de las crías.

APÉNDICE II

BIOENSAYO 2 (Cantidad de alimento suministrado con relación a la biomasa de las crías).

Para determinar la cantidad de alimento que se debía agregar a los organismos de acuerdo a su biomasa, se realizó un segundo bioensayo. 240 crías de la misma edad se distribuyeron aleatoriamente en 24 peceras con capacidad de 4 litros para formar 3 lotes (A, B, C) con una densidad de 10 crías por pecera y bajo las condiciones ya mencionadas. En cada lote se utilizaron 4 concentraciones de alimento.

TIEMPO (DÍAS)	TIPO Y CANTIDAD DE ALIMENTO	% DE ALIMENTO REMANENTE DESPUÉS DE 4 HORAS.
0 al 10	50 rotíferos	0
11 al 15	50 rotíferos	0
16 al 20	25 rotíferos 25 nauplios	80 10
21 al 27	50 nauplios	0
28 al 35	25 nauplios 25 pulgas	60 50
36 al 50	50 pulgas	0

A partir del día 21 (tercera semana) las crías de *Gymnocorymbus temetzi* consumieron en su totalidad el nauplio de artemia. Y hasta el día 36 (sexta semana) lograron consumir en su totalidad a la pulga. Lo anterior está relacionado con el tamaño de la boca de las crías y el tamaño de las presas. Resultados del bioensayo 2 para determinar el porcentaje de alimento remanente en los diferentes tiempos.

APÉNDICE III

Biología del pez monja

Reino: Animalia

Filo: Cordata

Clase: Osteichthys

Orden: Cypriniformes

Familia: Characidae

Género: *Gymnocorymbus*



Especie: *G. tetmetzi* Boulenger, 1895.

(Axelrod *et al.*, 1992).

La especie *Gymnocorymbus tetmetzi* (pez monja, monja aletas de velo, tetra negro), es un carácido que se distribuye en la región de Mato Grosso, en los Ríos Paraguay y Negro, así como en Bolivia y en Argentina. Son peces sociables que viven en la vegetación ribereña donde las plantas semisumergidas brindan un ambiente muy protegido y donde las aguas son ácidas (pH 6.0 a 7.5), blandas (< 25 ppm CaCO₃), poco profundas y cálidas (27.5°C a 30°C). La dieta natural de estos peces está constituida básicamente por crustáceos de agua dulce, pequeños artrópodos y gusanos de cristal (Legge, 1982).

Los juveniles tienen los flancos negros, mientras que los adultos presentan un gris claro a oscuro. Tienen dos bandas negras distintivas que corren

verticalmente a través del cuerpo y por detrás del opérculo. La parte posterior del cuerpo tiene una coloración verdosa oscura, mientras que el abdomen es blanco o plateado (Axelrod, *et al.* op. cit.).

Todas las aletas (a excepción de las ventrales y pectorales que son incoloras), son de color negro translúcido y ligeramente redondas. Una característica diacrítica de los carácidos es la presencia de dientes, así como de una pequeña aleta adiposa desprovista de radios, ubicada entre la aleta dorsal y la aleta caudal (Axelrod, *et al.* 1987).

Alcanzan la madurez sexual entre los 12 y los 15 meses de edad, el dimorfismo sexual no es muy evidente, sin embargo, la hembra se diferencia del macho porque es más larga y grande, y presenta la aleta anal más redondeada, mientras que el macho puede presentar manchas blanquecinas en la aleta caudal (Axelrod *et al.*, op. cit.).

Estos peces no presentan cuidados parentales, su huevo es adherente y en el desove se pega en rocas, troncos, raíces, tallos y hojas. La hembra es capaz de poner hasta 2000 huevos en 3 horas (Axelrod, 1993).

Por último, es importante mencionar que la especie *Gymnocorymbus ternetzi* comprende a tres variedades el tetra negro (monja común), el tetra blanco (monja albina) y el tetra aletas de velo que se caracteriza, como su nombre lo dice porque sus aletas dorsal y anal son muy grandes y largas. Las 3 variedades son idénticas en todos sus aspectos biológicos, y son genéticamente compatibles, ya que a su vez, la progenie es viable (Legge, op. cit.).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA