



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

CAMPUS "IZTACALA"

EFICIENCIA DE DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTO  
VIVO EN EL PEZ CONVICTO Cichlasoma  
nigrofasciatum (Gunter)

293473

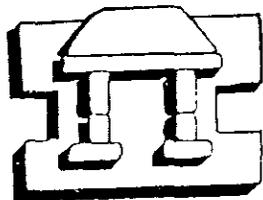
**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A :**

**OMAR RUBEN MEZA GONZALEZ**



IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS: BIOL. MARIO ALFREDO FERNANDEZ ARAIZA

TLALNEPANTLA, EDO. MEX.

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

### A MI MADRE:

Con cariño y respeto, ya que siempre me ha apoyado a salir adelante en la vida.

### A MI HERMANA:

Por su apoyo y compañía.

### A MIS PROFESORES:

Por compartir su tiempo y su sabiduría

### A MIS SINODALES:

Agradezco principalmente a mi asesor **Biol. Mario Alfredo Fernández Araiza** por su apoyo en la realización y dirección de este proyecto y por la amistad brindada.

A mis sinodales.- M en C. Arturo Rocha Ramírez  
Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela.  
Biol. Rafael Chavez López.  
Biol. Angel Moran Silva.

Por sus observaciones y comentarios sobre el trabajo escrito.

A mis compañeros y amigos de la carrera en especial a **Leandro, Manuel, Nico, Javier, Alejandro, Carlos, Miguel, Toño, Beny, More, Juanita, Berta, Ericka, Paty, Vero, Olivia, Lilia**, por que siempre me tendieron una mano amiga y por los buenos momentos que pasamos.

## **INDICE.**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>6.1</b>	<b>PRIMERA ETAPA.....</b>	<b>27</b>
<b>6.2.</b>	<b>SEGUNDA ETAPA.....</b>	<b>30</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>9.</b>	<b>APENDICE 1.....</b>	<b>50</b>
<b>10.</b>	<b>APÉNDICE 2.....</b>	<b>51</b>
<b>11.</b>	<b>APENDICE 3.....</b>	<b>52</b>
<b>12.</b>	<b>PEZ CONVICTO.....</b>	<b>53</b>

## INTRODUCCION.

La acuicultura engloba todas las actividades que tienen por objeto la producción, crianza y comercialización de organismos acuáticos ya sea animales y vegetales, de agua dulce, salobre o salada. Los esfuerzos de esta biotécnica se han enfocado principalmente a obtener proteína para consumo humano, haciendo de lado la propagación de peces y plantas con fines ornamentales, que constituye una importante fuente de recursos económicos. La producción acuícola puede llegar a ser sustento de empresas como las de producción y abastecimiento de alimento ya sea vivo o manufacturado, de origen vegetal o animal. A pesar de que es una técnica antigua, no ha sido reconocida su importancia como fuente barata y relativamente fácil de obtención de proteínas (Barnabé, 1991; Pannevis, 1993; López, 1994).

Hasta nuestros días y a pesar del auge que ha tenido en los últimos años, la producción y crianza de organismos acuáticos de ornato, en condiciones controladas, continua siendo incipiente en nuestro país, no así en Norteamérica y varios países asiáticos en donde los niveles de producción son muy altos. Actualmente, la demanda comercial de peces tropicales dulceacuícolas para ornato en México como en el resto del mundo, ha alcanzado niveles muy altos, se estima que al año se comercializan de 250 a 700 millones de dólares tan solo en Estados Unidos y hasta 4 billones de dólares en el resto del mundo, estos datos representan cerca de dos mil millones de ejemplares comercializados (Aguilar, 1993).

La mayoría de los peces ornamentales en el mercado nacional tienen su origen en el continente asiático, africano y algunos otros son de procedencia amazónica, ya que la producción y comercialización de especies en México no es muy extensa, aunque es evidente que la empresa acuafila es altamente redituable (Aguilar, 1993.), simplemente la importación de peces de ornato al país en 1997 fue de 43, 560, 960 organismos de diferentes especies (Dir. Graf. Acuicultura, 1998).

Un aspecto de vital importancia en el cultivo de especies es la alimentación, con la cual se deben proporcionar los nutrientes requeridos para el desarrollo de los organismos. Si bien el empleo de alimento vivo en las prácticas acuaculturales es tan antiguo como la acuicultura misma, hoy en día, se observa la tendencia hacia la formulación de alimentos balanceados que simplifican el proceso de producción; no obstante, estos alimentos se ven limitados ante las demandas nutricionales específicas de un gran número de especies, además de que resultan muy costosos, aun cuando la biotecnología ha tenido un gran desarrollo. A pesar del desarrollo biotecnológico el alimento vivo es indispensable en ciertas fases del desarrollo, particularmente en crías, de casi todas las especies que se cultivan (De la Higuera *et al.*, 1981; Bardach *et al.*, 1986; Barnabé, 1991; Schreiber, 1993).

El alimento vivo es indispensable, no solo por sus características nutricionales sino también por las conductas alimenticias presentes en la cría, por lo que en la última década convencidos de las ventajas que el alimento vivo representa, los grandes productores han buscado elevar el valor nutricional de las especies cultivadas como alimento mediante técnicas de enriquecimiento, mejorando la cantidad y calidad de los ácidos grasos poliinsaturados o más conocidos como HUFAs (por sus siglas en inglés), ya que estos son los de mayor participación en el desarrollo y sobrevivencia de las crías (Watanabe *et al.*, 1983; Kissil y Koven, 1990; Watanabe y Kiron, 1994).

Dentro de la clasificación de los peces, la familia Cichlidae (Orden Perciformes), es una de las mejor representadas en México que de acuerdo a Nelson (1994), esta compuesta de 101 géneros con 443 especies, aproximadamente. En nuestro país se reconoce la presencia de dos géneros: *Herichthys* y *Cichlasoma* (Álvarez Del Villar 1950; Conkel, 1994; Nelson, 1994).

El género Cichlasoma, tiene distribución desde el río De la Plata en Argentina hasta la parte norte del estado de San Luis Potosí, en la parte del golfo y hasta el sur de Sinaloa, en el pacífico mexicano este género y en particular la especie Cichlasoma nigrofasciatum han sido muy poco estudiados ya que los trabajos revisados al respecto abordan aspectos reproductivos y de conducta, y debido a que esta especie tiene un potencial de comercio pueden hacerse trabajos al respecto.

Por lo anterior, el presente trabajo pretende contribuir en el conocimiento del efecto de diferentes especies de invertebrados utilizados como cultivo de apoyo para el crecimiento de Cichlasoma nigrofasciatum (Günther) y con esto optimizar el uso comercial de esta especie.

## ANTECEDENTES.

Los trabajos referidos a *Cichlasoma nigrofasciatum* son extensos en algunos aspectos como los referidos a conducta y reproducción tales como los de Martínez y Murillo (1987) quienes describen el desarrollo larval del pez convicto, reportando la desaparición del saco vitelino a los siete días de la eclosión y un completo desarrollo de las espinas a los 24 días de la eclosión.

Vives (1988) prueba la capacidad de adopción que tienen las parejas de convictos en presencia y ausencia de depredadores. Waslavec y Figler (1989) valoran las conductas territorialistas del convicto en presencia de intrusos de diferentes tamaños y especies. Lavery *et al.* (1990) determinaron las preferencias paternas de las crías de convicto, observando una preferencia por la hembra en la mayoría de los casos. Lavery (1991) determina los factores físicos que influyen en la selección del nido en poblaciones silvestres, encontrando que la intensidad de la luz y el número de entradas a la caverna son factores determinantes.

Lorenz y Taylor (1992) prueban los efectos del pH como estresante en la conducta paternal, y observaron una conducta agresiva principalmente en el macho a pH ácido y una disminución de la conducta paternal en la hembra. Ratnasabapathi *et al.* (1992) analizaron el efecto de la temperatura en la conducta agresiva y territorialista, observando un aumento de la agresividad a temperaturas de 30°C relacionadas con factores reproductivos. Fraser *et al.* (1993) encontraron que las parejas de convictos adoptan crías de otras parejas para reducir así la mortalidad de su propia nidada, determinando los factores que intervienen en la adopción. Smith y Wootton (1995) investigan el costo en proveer cuidados paternos y la respuesta reproductiva en parejas emparentadas y no emparentadas, encontrando que las parejas emparentadas toman más tiempo para un nuevo desove. Finalmente Fraser (1996) describe cuales son las conductas adoptadas de los adultos en presencia de depredadores y los factores que determinan estas conductas.

Con relación a los estudios hechos con alimento vivo en peces ornamentales, estos no son muchos y se restringen a solo algunas especies con potencial alimenticio, así, Attack y Matty (1979) utilizan bacterias metanófilas como única fuente de energía en trucha arcoiris. Por otra parte Kaushkin y Luquet (1980) trabajan con una dieta bacteriana con amino ácidos azufrados en carpas.

En lo referente al uso de levaduras Ogino y Chen (1973) utilizan levaduras crecidas en hidrocarburos y prueban su digestibilidad en carpas, mientras Cowey *et al.* (1974) lo hacen en platijas. Matty y Smith (1978) utilizan Candida sp. para evaluar su conversión alimenticia en truchas y la comparan con Pseudomonas y microalgas. Attack y Matty (1979) evalúan dos tipos de levaduras en trucha arcoiris, una crecida en hidrocarburos y la otra es levadura de cerveza. Mahnken *et al.* (1980) prueban a Candida sp. en la digestibilidad de la trucha arcoiris.

Las microalgas, organismos microscópicos fotosintéticos que forman parte del plancton de todas las aguas del planeta, han sido poco explotadas como alimento para cultivos acuícolas aunque se encuentran interesantes trabajos como los de Stanley y Jones (1976) en el que evalúan a Spirulina maxima en tilapias y en el pez búfalo. Smith (1976) menciona que la inclusión de hasta un 40% de Spirulina sp. en la dieta de truchas no induce alteraciones patológicas. Hepher *et al.* (1979) utilizan Oocystis, Scenedesmus sp., Euglena sp. y Ankistrodesmus sp en carpas haciendo una comparación con la harina de pescado. Reitan *et al.* (1993), prueban el efecto nutricional de Isochrysis galbana y Tetraselmis sp. durante la primera fase de alimentación del pez turbo Scophthalmus maximus y a su vez estas algas son proporcionadas como alimento para rotíferos, los cuales son evaluados posteriormente en este pez.

Los rotíferos han sido un importante alimento vivo para la mayoría de las larvas de peces y crustáceos que se cultivan, principalmente en especies marinas en las cuales se utiliza con éxito el rotífero Brachionus plicatilis que en esta última década ha servido como vehículo para elevar el contenido de ácidos grasos y nutrientes esenciales (vitaminas) en las larvas, mediante técnicas de enriquecimiento ya que se ha probado ampliamente lo

esencial que son para el desarrollo de las larvas (Ito, 1973. en Hirata, 1980; Mock, 1975; Kitajima *et al.*, 1976; Salvatore, 1981. en James y Ahí-Rezequi, 1988; Watanabe *et al.*, 1983; Lubzens, 1987; Lubzens *et al.*, 1987; García, 1988; Fukusho, 1989; Kissil y Koven, 1990; Villegas, 1990; Walford *et al.*, 1991; Polo *et al.*, 1992; Rimmer *et al.*, 1994; Whyte *et al.*, 1994). Sin embargo, las especies de agua dulce no han desarrollado gran interés comercial, aunque se han probado en peces comestibles como carpas, percas, truchas y tilapias especies como *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus rubens* y *Brachionus patulus* (Rottman *et al.*, 1991; Awais *et al.*, 1992; Wang *et al.*, 1992; Awais *et al.*, 1993; Mookerji y Rao, 1993; Pavón, 1993; Mookerji y Rao, 1995), ya que se han estandarizado técnicas para su cultivo masivo (Schlüter y Groeneweg, 1981; Ríos y Ramírez, 1987; Fukusho, 1989; Sarma, 1989; Rico y Dodson, 1992; Pavón, 1993).

El uso de crustáceos como alimento ha sido extenso en gran número de especies y para muy variados cultivos, llegando a ser el grupo de organismos más ampliamente utilizado en acuicultura y dentro de estas especies la de mayor distribución y éxito comercial ha sido el anostraco *Artemia salina*, se calcula que más del 85% de las especies marinas que se cultivan se alimentan con *Artemia* (Kinne, 1977), ya sea en estado adulto o larvario, dada su buena calidad nutricional en ambos estadios de desarrollo, su fácil cultivo y altos rendimientos poblacionales, principalmente en la etapa de nauplio, el cual se utiliza intensamente en la alimentación de crías de peces (Scale, 1933; Rollesfen, 1939; Bryant y Matty, 1980; Dabrowski y Rusiecki, 1983; Watanabe *et al.*, 1983; Izquierdo *et al.*, 1992; Günter *et al.*, 1992; Reitan *et al.*, 1993; Schreiber, 1993; Adeyemo *et al.*, 1994; Watanabe y Kiron, 1994; Whyte *et al.*, 1994; Abi-Ayad y Kestemont, 1994; Kim *et al.*, 1996; Coutteau *et al.*, 1997; Rainuzzo *et al.*, 1997). Otros crustáceos utilizados constantemente son los del orden cladocera, principalmente de las familias Daphniidae y Moinidae, que son fáciles de cultivar a altas densidades, observándose también un buen aprovechamiento y aceptación en las crías de peces y crustáceos superiores (Lauff y Hofer, 1984; Holm y Moller, 1984; Fermín, 1991; Fermín y Bolívar, 1991; Villegas y Lumasag, 1991; Webster *et al.*, 1991; Mookerji y Rao, 1993; Adeyemo *et al.*, 1994; Fermín y Bolívar, 1994; López, 1994; Mookerji y Rao, 1994).

En cuanto a la utilización de otros crustáceos Akiyama *et al.* (1984) reportan el uso alimenticio del krill (pequeños organismos planctónicos marinos), en truchas.

Los oligoquetos son los organismos mas estudiados y usados ya que han tenido los mejores resultados desde principios de siglo como lo reporta el trabajo de Leger (1924), el observa que el oligoqueto *Branchiura sowerbyi* constituye gran parte de la alimentación de los peces de lagunas.

A lo largo del tiempo se han utilizado a los oligoquetos acuáticos y terrestres en diferentes especies de peces sin reportar alguna especie en particular, así podemos mencionar a Ivlev y Protazov (1948) quienes prueban lombrices en 15 especies de peces y en particular con la especie *Lesbistes reticulatus*.

Karsinkin (1951) utiliza a estos en peces como única fuente de alimento, pero reporta resultados no satisfactorios ya que observó a los peces con gran cantidad de grasa y menciona que pueden tener anomalías en la sangre. Hubbs y Stavenhagen (1958) hacen uso de estos en el pez *Etheostoma lepidum* y encuentran que pueden ser utilizados como alimento complementario debido a su contenido de ácidos grasos.

A partir de los años 60 se inicia el uso de especies específicas en la alimentación de peces de acuario. La especie *Tubifex tubifex* es utilizada en los peces *Megalop cyprinoides* y *Ophiocephalus striatus* (Pandian, 1967). Pandian y Raghuraman (1972) la prueban con *Tilapia mossambica*. Arunachalam y Reddy (1981) la evalúan en *Mystus vittatus*. y por último Buddington y Doroshov (1984), la comparan con varios alimentos vivos y comerciales en el esturión blanco *Acipenser transmontanus*.

Dabrowski *et al.* (1987) la utilizan como alimento para analizar la excreción de amonio en el esturión *Acipenser baeri*; Krishnan y Reddy (1989), prueban la calidad y cantidad de estas lombrices en la especie *Channa qachua*; Hashim *et al.* (1992), evalúan diferentes alimentos complementados con *Tubifex sp.* en un pez gato híbrido.

Con la especie Lumbricus rinalis trabaja Kirk y Howell (1972) probándola en tres formas seco, fresco y congelado en la platija Solea solea. Lumbricus terrestris es utilizada por Kirk (1973) en varios peces marinos como Pleuronectes platea y Solea solea.

Branchiura sorwerbyi Aston y Milner (1981) la prueban por primera vez en peces, Tacon (1981) prueba la harina de Eisenia foetida en trucha arcoiris, y Tacon *et al.*, (1983) utilizan a Allobophora longa, Lumbricus terrestris y a Eisenia foetida en harina y congelada en los mismos peces. Con la especie Perionix excavatus Guerrero (1983) evalúa su calidad nutricional en peces y guacamayas.

Utilizando harina de Dendrolarium policondus Stafford y Tacon (1984) la comparan con alimento comercial en truchas. Por último Bouguenec (1992) evalúa a Enchytraeidae *sp.* y a organismos de la familia Tubificidae en el pez ornamental Brachydanio rerio, en el pez herbívoro Rutilus rutilus y en la especie carnívora Perca fluviatilis.

Los alimentos vivos pueden ser tan variados que no solo se ocupan invertebrados acuáticos, sino también insectos, sean acuáticos o terrestres como lo menciona el trabajo de Reyes (1976) en el cual utiliza insectos colectados en trampas de luz y los prueba en el bagre Ictalurus punctatus. Salgado (1995) utiliza una mezcla de insectos de las familias Corixidae y Notonectidae a la cual comúnmente se le llama "mosco" y la prueba en la tilapia Oreochromis niloticus.

Bell *et al.* (1994) determinan la composición de ácidos grasos que tienen nueve especies de insectos acuáticos utilizados como alimento vivo para el salmón Salmo salar. Por último Vázquez (1998) evalúa la calidad nutricional y la eficiencia de larvas de mosca común (Musca domestica) en crías de trucha arcoiris Oncorhynchus mykiss.

## OBJETIVOS.

### Objetivo General:

EVALUAR LA EFICIENCIA DE LOS ALIMENTOS Brachionus calyciflorus, Brachionus rubens, Moina macrocopa, Artemia sp. Y Tubifex tubifex EN DOS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CICLIDO CONVICTO Cichlasoma nigrofasciatum (Günther).

### Objetivos Particulares:

DETERMINAR LA TASA DE CRECIMIENTO EN LAS DOS FASES DE DESARROLLO DEL PEZ CONVICTO.

DETERMINAR EL TIPO DE CRECIMIENTO Y EL FACTOR DE CONDICIÓN EN AMBAS ETAPAS DE DESARROLLO.

## MATERIALES Y METODOS.

En el desarrollo de este trabajo se utilizó como alimento vivo a rotíferos de la especie Brachionus rubens y Brachionus calyciflorus cultivados monoespecíficamente a partir de una población aislada en el acuario de la E.N.E.P.I., el cultivo se desarrolló en peceras de 40 l de capacidad con luz continua fluorescente a temperatura ambiente y aireación constante, el alimento suministrado a estos rotíferos fue la microalga Chlorella vulgaris (Beigerinck) cepa aislada y cultivada en el acuario con la técnica estandarizada en este lugar (Sarma, 1996; Vega, 1996.). Las poblaciones de rotíferos se mantuvieron con las condiciones mencionadas en una densidad de 200- 300 ind/ml.

Se utilizó también el cladocero Moina macrocopa el cual fue cultivado en recipientes de plástico con capacidad para 200 l, en los cuales se colocaron fertilizantes inorgánicos agrícolas (bicarbonato de sodio, urea y fosfato triple) y se inoculó alga Chlorella vulgaris la cual sirvió de alimento para el cladocero, el cultivo fue externo bajo condiciones ambientales de luz y temperatura con una aireación constante, con estas condiciones de cultivo se mantuvo una población de 2 a 5 org/ml.

Otro crustáceo utilizado fue el anostraco Artemia sp. en estado adulto el cual fue obtenido comercialmente.

También se utilizó al oligoqueto Tubifex tubifex obtenido comercialmente y mantenido vivo en cajones de plástico los cuales contenían una capa de lodo activado, el cual proporcionó el alimento al tubifex, el cultivo se mantuvo con un reflujó de agua constante que doto de movimiento al sistema, el cual se tuvo bajo condiciones ambientales de luz y temperatura.

Se obtuvieron crías a partir de una pareja de reproductores del pez convicto (Cichlasoma nigrofasciatum) que se mantuvo en una pecera de 40 l de capacidad bajo condiciones controladas de temperatura ( $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ), pH ( $7 \pm 0.1$ ), oxígeno ( $6 \pm 1$  ppm) y un fotoperíodo de 12 hrs utilizando luz artificial (Luz blanca fluorescente de 45 watts), a las crías para su prueba se les colocó en peceras con capacidad de 2.5 l en la primera fase y de 15 l en la fase posterior con condiciones controladas de temperatura ( $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ ),

pH ( $7 \pm 0.1$ ), aireación constante con un aireador de  $\frac{1}{2}$  H.P. y un fotoperiodo de 12 hrs con lámparas fluorescentes de 45 watts.

Ya que las crías de peces tienen diferentes requerimientos nutricionales en diferentes etapas de su desarrollo (Drabrowski y Bardega, 1984; Lovell, 1989; Watanabe y Kiron, 1994), el diseño experimental se dividió en dos etapas, la primera de ellas se inició una vez que los alevines consumieron el vitelo y fueron capaces de comer por sí mismos con un peso y talla inicial de  $0.92 \times 10^{-3} \text{ g} \pm 0.21 \times 10^{-3} \text{ g} - 4\text{mm} \pm 0.178$ ; el experimento se desarrolló durante cuatro semanas, ya que es el tiempo reportado en el que el alimento vivo es más fácil de ingerir por el tamaño de boca (Dabrowsky y Bardega, 1984; Lubzens *et al.*, 1987), Se utilizaron 360 crías repartidas a razón de 180 organismos por lote, teniendo tres réplicas por lote y en cada réplica un número de 60 crías, de las cuales 15 se sacrificaron cada semana para registrar la talla y peso correcto, ya que su tamaño y peso tan pequeño, además de la fragilidad de la cría no permitió obtener los parámetros de manera indirecta. La frecuencia de alimentación en esta fase fue tres veces al día proporcionando los alimentos de acuerdo al siguiente diseño experimental.

El alimento *Brachionus calyciflorus* (Pallas) al lote A.

El alimento *Brachionus rubens* (Ehrenberg) al lote B.

Se realizó una prueba para determinar la preferencia alimenticia de las crías de *Cichlasoma nigrofasciatum* con respecto a las especies de rotíferos utilizados, para lo cual se utilizaron 50 crías que fueron mantenidas en una pecera con capacidad de 5 l en condiciones controladas de temperatura ( $26^\circ \pm 1^\circ \text{C}$ ), pH ( $7 \pm 0.1$ ), aireación constante con un aireador de  $\frac{1}{2}$  H.P. y un fotoperiodo de 12 hrs. Con lámparas fluorescentes de 45 watts. fueron alimentados con una mezcla 1:1 de los rotíferos *Brachionus calyciflorus* y *Brachionus rubens*, desde que pudieron alimentarse por ellos mismos y hasta las dos semanas, tiempo al que fueron seleccionadas al azar 7 crías las cuales fueron dejadas sin alimento y bajo condiciones ambientales durante cuatro horas, para asegurar un nivel alto

de voracidad, al término de ese tiempo se colocaron individualmente en recipientes de acrílico con dimensiones 5x4x2 cm de profundidad, en los que previamente fueron inoculadas ambas especies de rotíferos (50 individuos por especie). Se dio un tiempo de 5 minutos para la ingesta del alimento, pasado este tiempo se procedió a fijar el contenido de los recipientes con formol al 4% vol. Y finalmente se contaron los rotíferos restantes de ambas especies (Sarma, 1996).

La segunda fase se realizó en un período de cuatro semanas, tiempo en el que los organismos alcanzaron la talla comercial. Se utilizó una cantidad de 135 organismos repartidos a razón de 45 crías por lote, con tres réplicas por lote y en cada réplica un número de 15 organismos, estos organismos con cuatro semanas de edad fueron alimentados previamente con una dieta balanceada, que consistió en una mezcla de rotíferos durante las dos primeras semanas y nauplios de Artemia franciscana, eclosionados en agua al 30% de NaCl de quistes de la marca San Francisco Bay Brand, para las siguientes dos semanas. En la formación de los diferentes lotes se seleccionaron a los organismos aleatoriamente para tener una talla homogénea, probando los alimentos en la siguiente forma:

El alimento Tubifex tubifex (Muller) en el tratamiento C.

El alimento Moina macrocopa. (Strauss) en el tratamiento D.

El alimento Artemia sp. (Linnaeus) en el tratamiento E.

A cada lote se le proporcionó una cantidad de alimento vivo equivalente (peso seco) al 20% del peso promedio de los organismos (Murai *et al.*, 1979). Para determinar la cantidad de alimento que se proporcionó a las crías se obtuvo para el caso de rotíferos y pulgas tomando alicuotas de 1 ml (10 repeticiones) y contando el número de organismos presentes, posteriormente se peso en una malla seca (previamente pesada), se dejó secar y finalmente se obtuvo el peso seco promedio de nuestro organismo (Yúfera, 1982). Para el caso de Artemia y Tubifex se tomaron muestras de 10 organismos (5 repeticiones) realizando la técnica descrita anteriormente.

Se registró la longitud y el peso de las crías de *Cichlasoma nigrofasciatum* una vez por semana, la longitud con una escala graduada en milímetros y el peso con una balanza analítica marca "Ainsworth" modelo AA-160. con una capacidad de registro máxima de 100g y una mínima de 0.8 mg, para el registro del peso los organismos fueron manipulados fuera del agua y colocados sobre el plato de la balanza una vez que se le retiró el exceso de agua con un papel secante.

Con base a los parámetros de peso y longitud de las crías, se evaluó la eficiencia de cada alimento en cada fase, para lo cual se determinó la relación peso—longitud utilizando el modelo de Le Creen 1951 en (Wootton, 1990).

$$\underline{W = a L^b}$$

En donde: **W** = peso

**L** = longitud

**a** = factor de condición

**b** = tipo de crecimiento

Se determinó la tasa instantánea de crecimiento T.I.C.  
(Allen, 1950, en Wootton, 1990).

$$\frac{X_2 - X_1}{T_2 - T_1}$$

En donde:

**X** = peso o talla

**T** = tiempo

Se determinó la tasa de crecimiento específica o S.G.R. =  $100 \times \frac{\ln W_f - \ln W_i}{T - t}$

Bryant y Matty, 1980.

T — t

En donde:

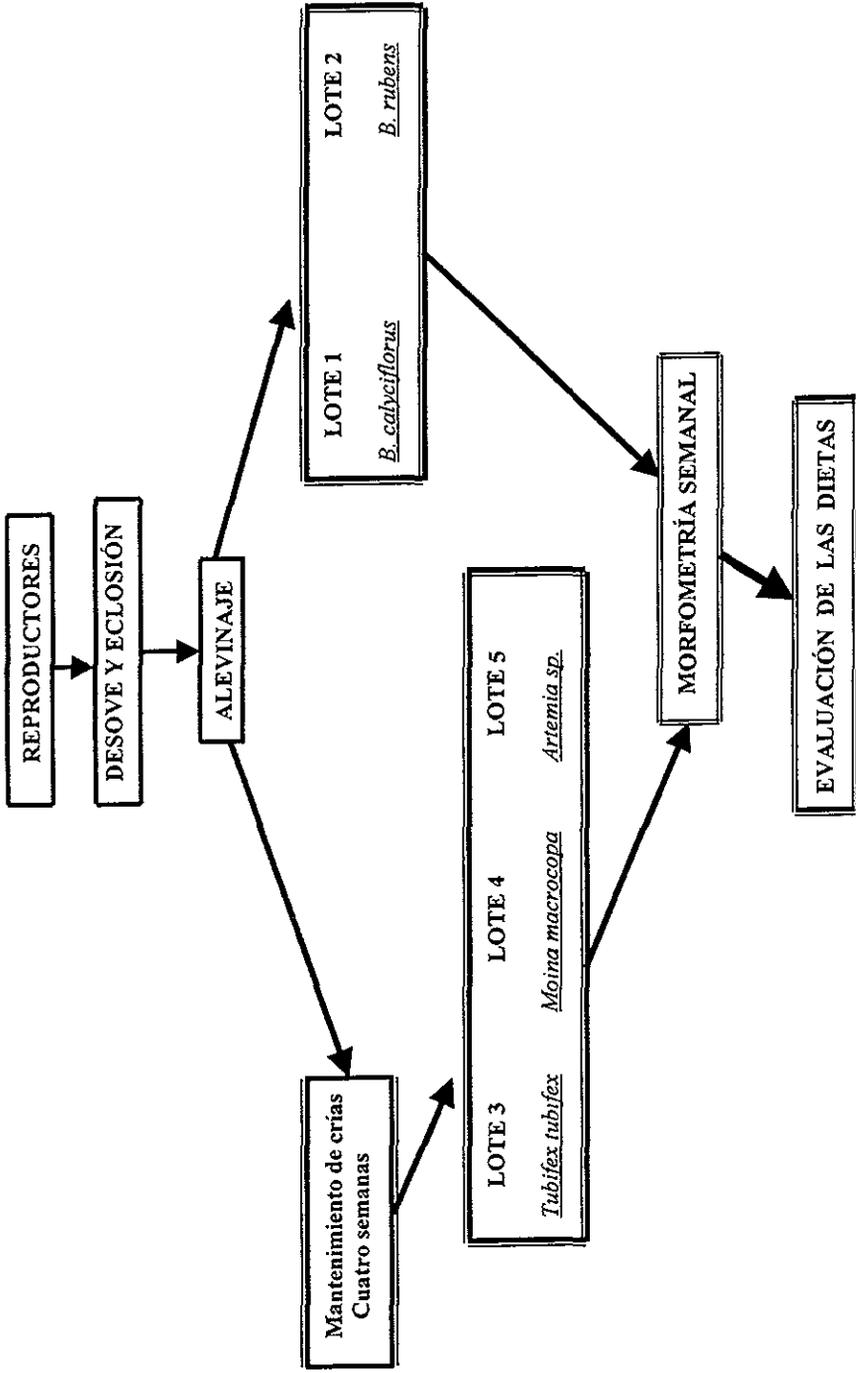
$W_f$  = peso final.

$W_i$  = peso inicial.

T — t = la duración en días.

Los resultados se trabajaron estadísticamente mediante una prueba paramétrica, t Student ( $p < 0.05$ ) para la primera fase y análisis de varianza (ANOVA factorial con  $p < 0.05$ ) y análisis de pendientes contra cada alimento en la segunda fase (Sokal, 1978).

DIAGRAMA SINTÉTICO DE LA METODOLOGÍA.



## RESULTADOS.

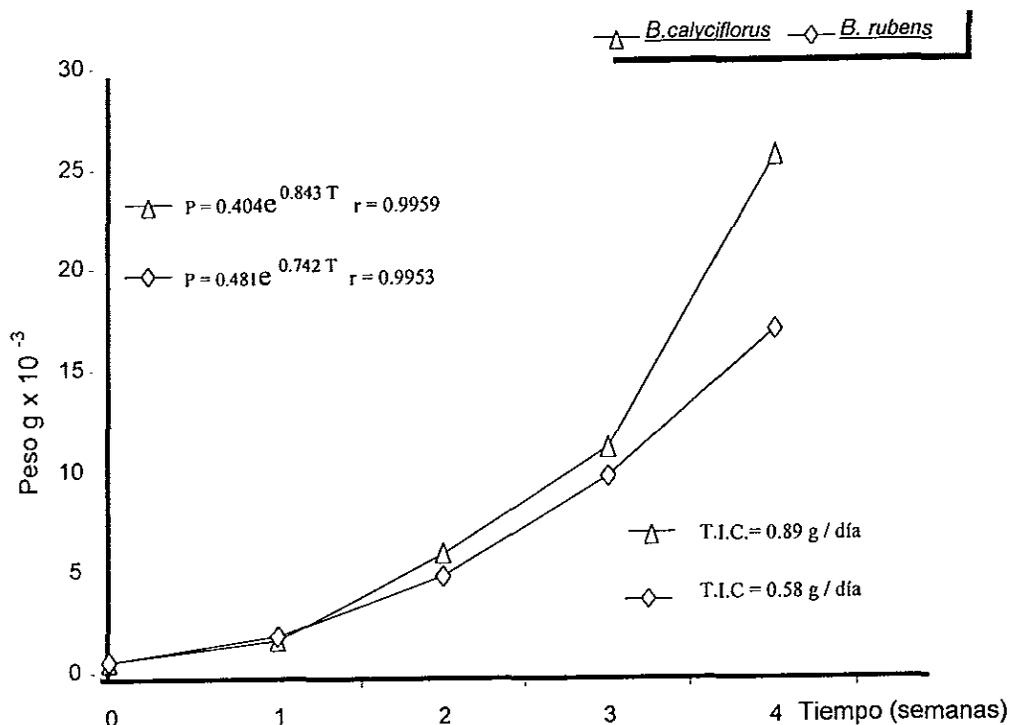


Fig. 1. Crecimiento promedio en peso ( $g \times 10^{-3}$ ), tasa neta de crecimiento y ecuación de la gráfica en la primera fase de alimentación.

Al iniciar el primer periodo de alimentación los organismos de ambos lotes tenían un peso y longitud homogéneos ( $0.92 \times 10^{-3} g \pm 0.02 \times 10^{-3} g$  —  $4mm \pm 0.17 mm$ ), transcurrida la primera semana los resultados en el peso promedio mostraron una mínima diferencia entre los tratamientos *B. calyciflorus* y *B. rubens*, diferencia que se incrementó gradualmente en la segunda y tercera semana, siendo la cuarta semana en donde se observó un crecimiento superior en el lote alimentado con *B. calyciflorus*, así mismo la velocidad de crecimiento T.I.C. obtenida para la primera fase de prueba fue mayor para el alimento *B. calyciflorus* en comparación al alimento *B. rubens* (Fig. 1).

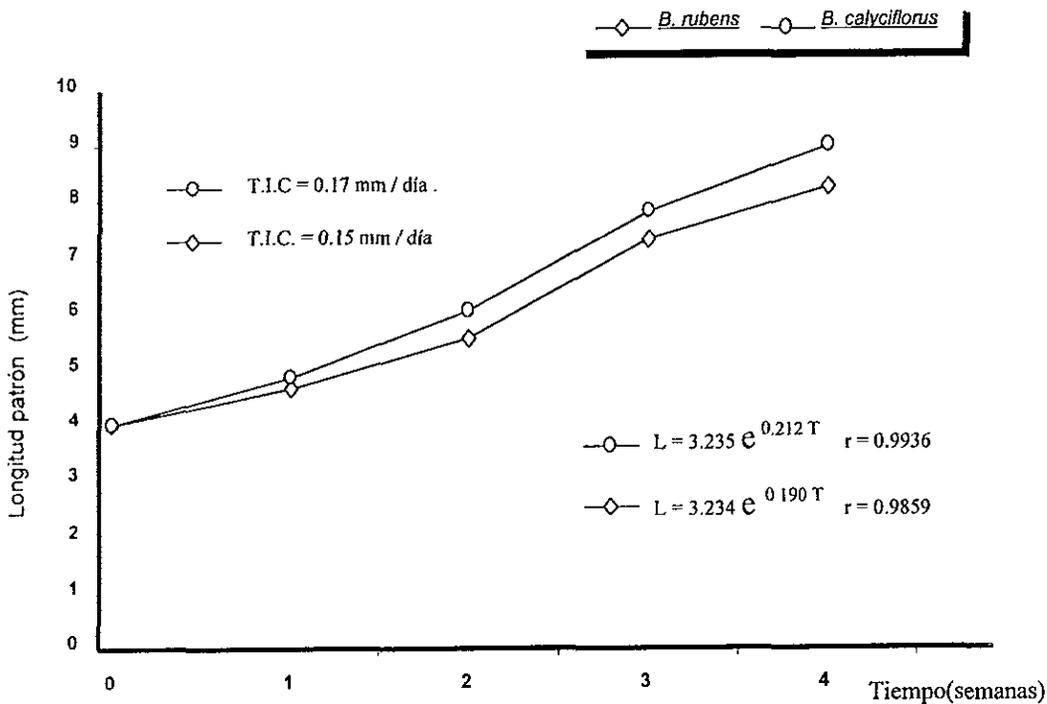


Fig. 2. Crecimiento promedio en longitud (mm), tasa neta de crecimiento y ecuación de la gráfica de la primera fase de prueba.

En cuanto al crecimiento promedio en longitud registrado con base en la longitud patrón se observó una diferencia mínima entre los tratamientos que aumento gradualmente hasta el final del tratamiento, respecto a la tasa de crecimiento neta en longitud T.I.C. mostró el valor más alto en el lote alimentado con *B. calyciflorus* (Fig. 2).

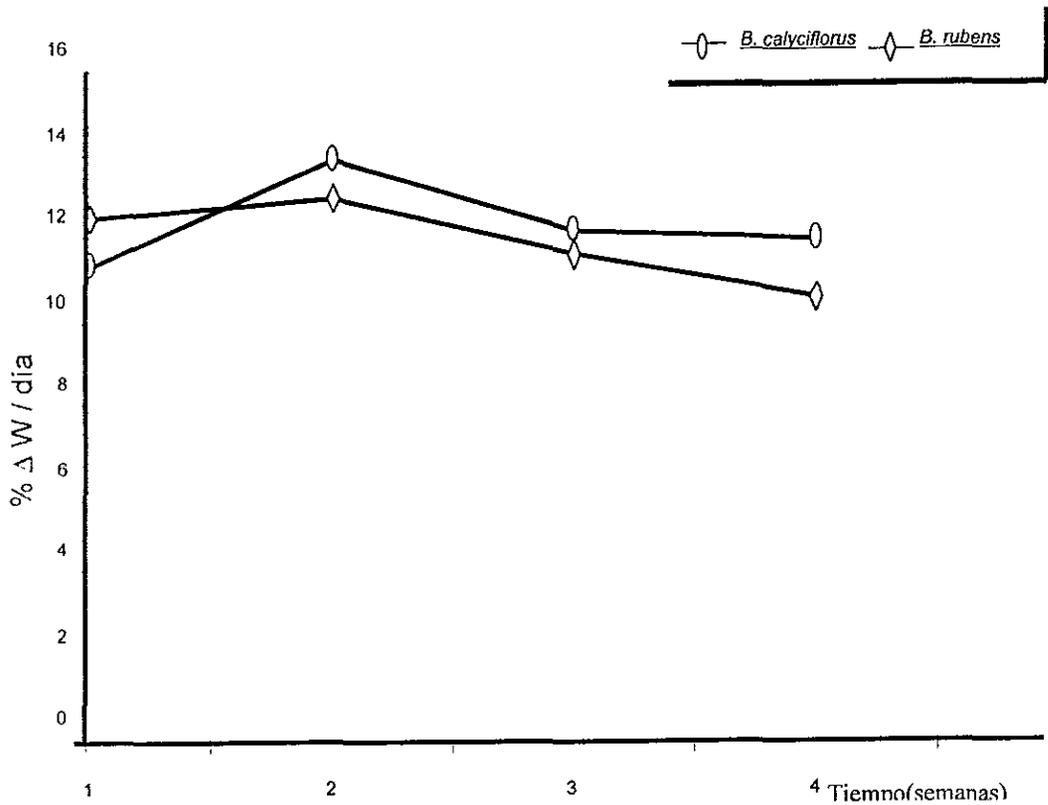


Fig. 3. Tasa de crecimiento específica S.G.R., mostrando el crecimiento semanal promedio en porcentaje de incremento diario en peso (%  $\Delta$  W/ día).

La tasa de crecimiento específica observó en general valores más altos para las crías alimentadas con *B. calyciflorus*, sin embargo en la primera semana el lote con *B. rubens* presentó un porcentaje de crecimiento más alto, aunque las diferencias no fueron muy grandes se pudo observar un mayor porcentaje de crecimiento en las crías alimentadas con *B. calyciflorus* que probablemente hubiera aumentado de haber continuado más tiempo con el tratamiento (Fig. 3).

Se aplicó un estadístico de t de Student ( $p < 0.05$ ) en el que se encontraron diferencias significativas para el incremento en longitud de las dietas probadas, es decir, que los alimentos empleados provocaron un comportamiento diferente entre los lotes (Apéndice 1).

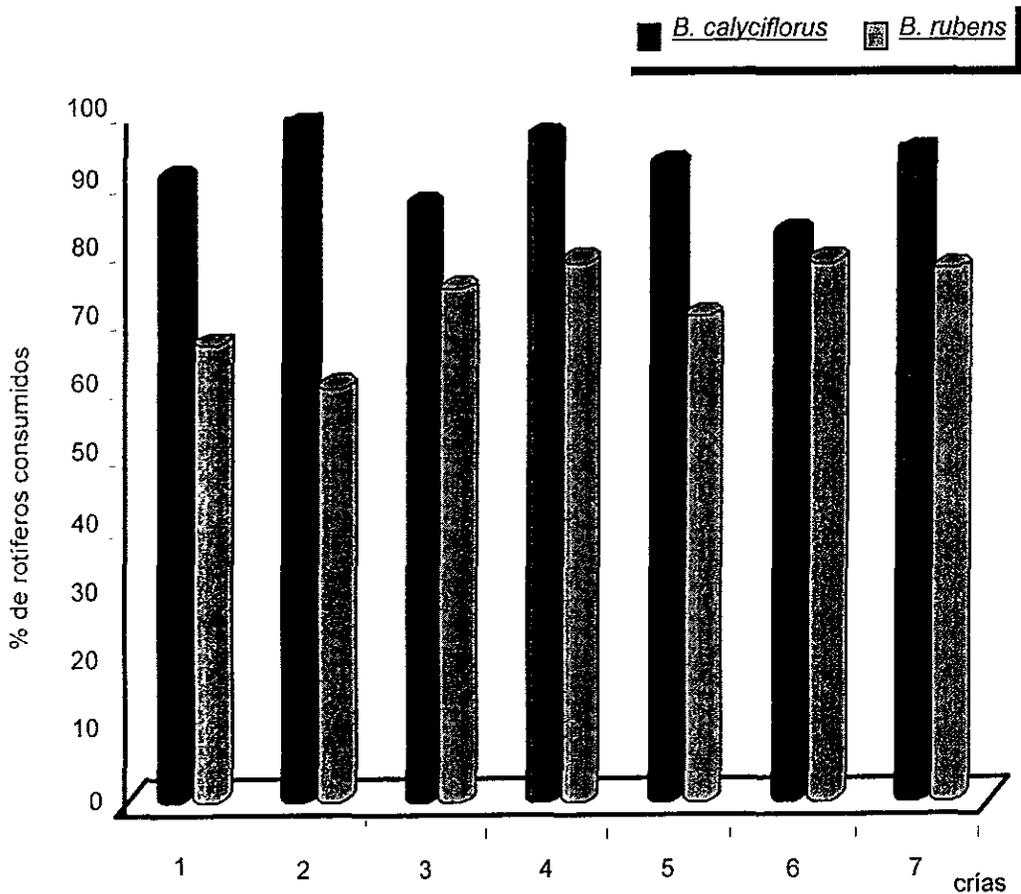


Fig. 4. Porcentaje de rotíferos consumidos de ambas especies por las crías, observándose una mayor preferencia por rotíferos de la especie *B. calyciflorus*.

El estado fisiológico de las crías representado por el factor de condición, presentó en esta fase de crecimiento el valor más alto en el lote alimentado con B. calyciflorus (0.00757) en contraste al encontrado para B. rubens (0.00242), este margen de diferencia nos deja ver la probabilidad de una diferencia nutricional entre los alimentos (Wooton, 1990).

De esta relación también se deduce que el crecimiento presentado por las crías alimentadas con B. calyciflorus en este período experimental fue alométrico ( $p < 0.05$  Apéndice 2) que significó un mayor incremento de biomasa respecto a la longitud a lo largo del tiempo, que probablemente se debió a la formación de músculo aunque se tendría que disponer de un estudio bromatológico de los alimentos junto con un estudio histológico de las crías para corroborar esto. En cuanto a las crías alimentadas con B. rubens se manifestó un crecimiento de tipo isométrico en esta etapa de prueba ( $p < 0.05$  Apéndice 2), lo cual indica que a lo largo de esta etapa las crías manifestaron una proporción directa en el aumento de biomasa y longitud (Wooton, 1990; Watanbe y Kiron, 1994).

Cuadro 1. Relación Peso-longitud para las crías de Cichlasoma nigrofasciatum en la primera etapa de alimentación.

<p><u>Brachionus calyciflorus</u></p> <p>W= 0.00757 L<sup>3.657</sup></p> <p>n = 180    r = 0.9943</p>	<p><u>Brachionus rubens</u></p> <p>W= 0.00242 L<sup>3.053</sup></p> <p>n = 180    r = 0.9879</p>
--	--

Tabla 1. Muestra las medias y desviación estándar del peso y la talla de las crías en los dos lotes a lo largo de las cuatro semanas de la primera fase.

<i>Brachionus calyciflorus</i>		1ª semana.	2ª semana	3ª semana.	4ª semana.
Peso	0.001983 d.e. ± 0.000342		0.00625 d.e. ± 0.00158	0.01151 d.e. ± 0.002056	0.02591 d.e. ± 0.00387
Talla	4.866 d.e. ± 0.434		6.05 d.e. ± 0.379	7.8 d.e. ± 0.815	9.033 d.e. ± 0.937
<i>Brachionus rubens</i>		1ª semana.	2ª semana.	3ª semana.	4ª semana.
Peso	0.002146 d.e. ± 0.000263		0.005146 d.e. ± 0.000495	0.010113 d.e. ± 0.00195	0.01731 d.e. ± 0.00244
Talla	4.633 d.e. ± 0.369		5.533 d.e. ± 0.345	7.316 d.e. ± 0.564	8.266 d.e. ± 0.520
Peso inicial	0.00092 g d.e. ± 0.000213.			Talla inicial 4.0 mm d.e. ± 0.178	

Para la segunda fase de prueba el crecimiento promedio en peso mostró en las dos primeras semanas de alimentación una ventaja para el lote alimentado con Tubifex, es en la tercera semana que el lote alimentado con Artemia obtiene los valores más altos conservando esta ventaja hasta el final del tratamiento, en cuanto al lote alimentado con Moina este mostró los valores más bajos de crecimiento a lo largo del tratamiento. (Fig. 5)

Respecto al crecimiento promedio en longitud patrón se manifestó muy similar en las tres dietas para la primera semana de alimentación, para las semanas posteriores el crecimiento promedio en las crías alimentadas con Moina macrocopa mostraron diferencias crecientes respecto a los dos grupos restantes cosa contraria entre las dietas Tubifex y Artemia en donde las diferencias mantuvieron un rango mínimo a lo largo del tratamiento (Fig. 6).

—△— *Artemia* —○— *Tubifex* —◇— *Moina*

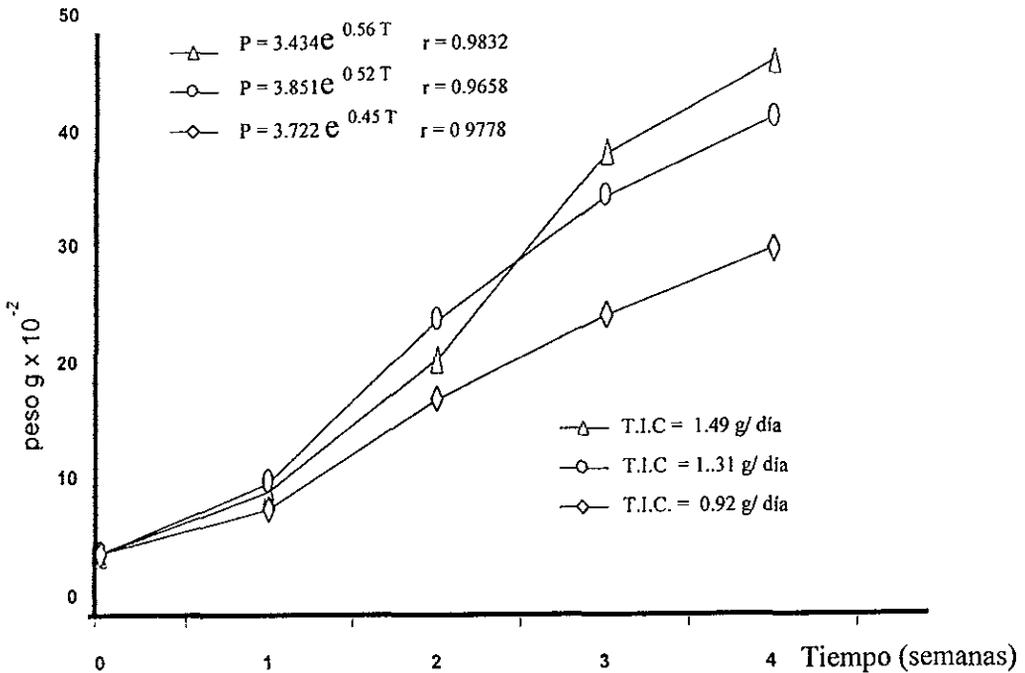


Fig. 5. Crecimiento promedio en peso ( $g \times 10^{-2}$ ), tasa intrínseca decrecimiento y ecuación de la gráfica para la segunda fase de prueba.

La velocidad de crecimiento neta (T.I.C.) observada en esta etapa de crecimiento mostró los valores más altos en el lote alimentado con *Artemia* en ambos parámetros peso y longitud seguido por el lote alimentado con *Tubifex* y en último nivel el tratamiento con *Moina* (Fig. 5 y 6).

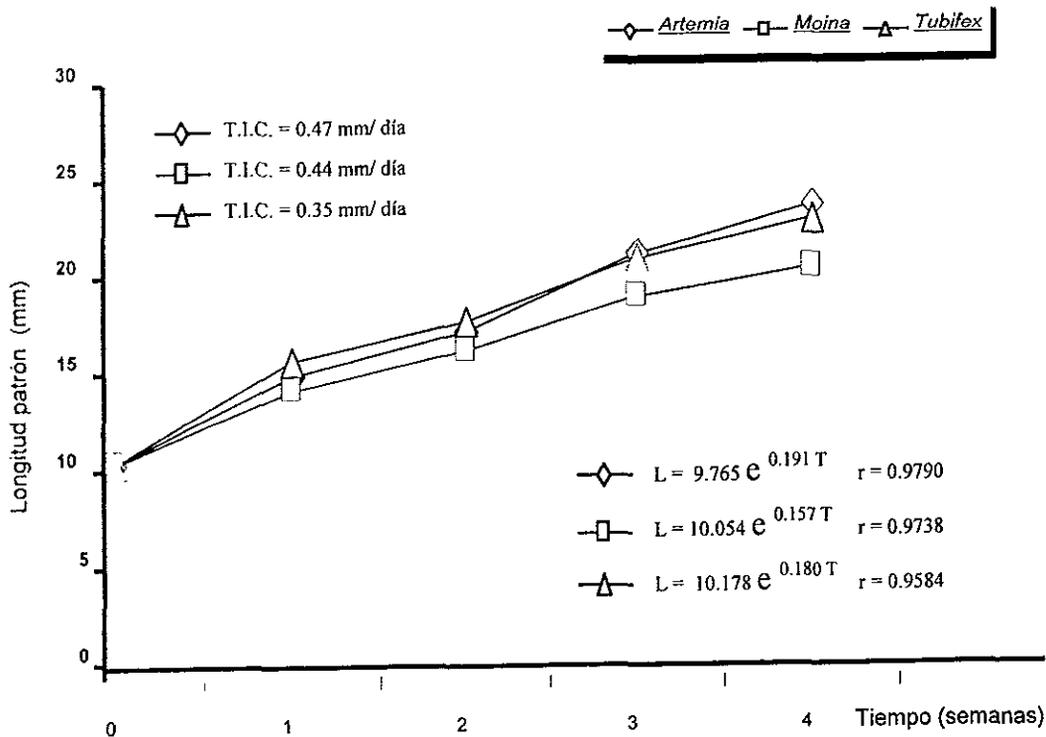


Fig. 6. Crecimiento promedio en longitud (mm), tasa intrínseca de crecimiento y ecuación de la gráfica para la segunda fase de prueba.

La prueba estadística realizada a estos tres lotes de alimentos (Apéndice 1) mostró diferencias significativas entre estos, diferencias a las que se le cuantificó la distancia entre lotes mediante una prueba de F para análisis de pendientes (Apéndice 2), en el que se encontró la mayor diferencia estadística entre el tratamiento *Moina vs Tubifex*, seguido por el de *Moina vs Artemia* y por último se aprecia que entre los lotes *Artemia* y *Tubifex* la diferencia estadística no es significativa lo que nos indica que ambos alimentos ofrecieron un rendimiento nutricional similar en las crías de ambos lotes.

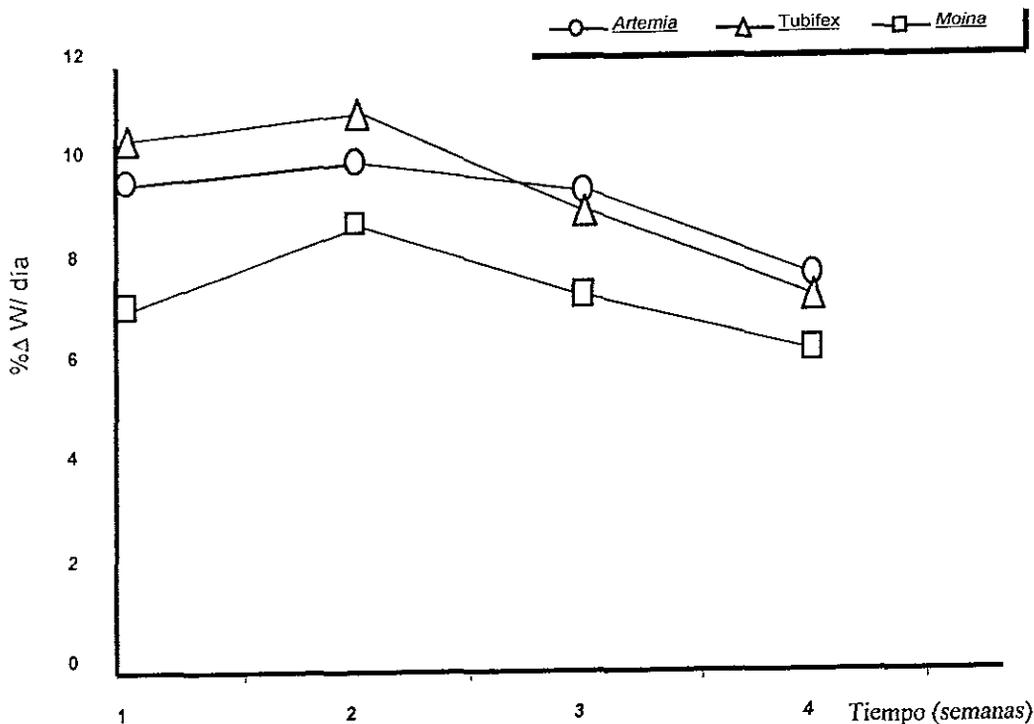


Fig. 7. Tasa de crecimiento específica, mostrando la velocidad de crecimiento semanal ( $\% \Delta W/\text{día}$ ), dada como incremento de peso diario.

En cuanto a la relación peso-longitud encontrada para los tratamientos en esta fase de crecimiento, se encontró que los tres lotes mostraron un crecimiento de tipo alométrico, esto es que las crías de esta etapa de experimentación tuvieron un mayor incremento en longitud que en biomasa a lo largo de su desarrollo, así mismo el gasto energético en los tres lotes pudo cubrir las funciones fisiológicas, aunque con diferentes estados fisiológicos como lo muestra el factor de condición, el cual registró para el lote con *Tubifex* el valor más alto seguido de cerca por el lote alimentado con *Artemia* y en último nivel el lote con *Moina* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Relación Peso-longitud establecida para las crías de *Cichlasoma nigrofasciatum* en la segunda etapa de alimentación.

<i>Tubifex tubifex</i>	<i>Artemia sp.</i>	<i>Moina macrocopa</i>
W= 0.000253 L <sup>2.30</sup> n= 135 r= 0.9937	W= 0.000210 L <sup>2.38</sup> n= 135 r= 0.9915	W= 0.000141 L <sup>2.49</sup> n= 135 r= 0.9864

Tabla 2. Muestra las medias y desviación estándar del peso y la talla de las crías en los tres lotes a lo largo de las cuatro semanas de la segunda fase de crecimiento.

<i>Artemia salina</i>		1ª semana.	2ª semana	3ª semana.	4ª semana.
Peso	0.10577 ± 0.34486		0.21935 ± 0.07114	0.39290 ± 0.12170	0.47392 ± 0.15722
Talla	15.4888 ± 1.67362		17.7111 ± 1.66863	21.6888 ± 2.30436	24.1777 ± 2.6568
<i>Moina macrocopa</i>		1ª semana.	2ª semana.	3ª semana.	4ª semana.
Peso	0.06904 ± 0.02464		0.18442 ± 0.04846	0.25573 ± 0.06996	0.31273 ± 0.08635
Talla	14.6888 ± 1.08339		16.6444 ± 1.24061	19.3777 ± 1.69610	20.9777 ± 2.18973
<i>Tubifex tubifex</i>		1ª semana.	2ª semana	3ª semana.	4ª semana.
Peso	0.11250 ± 0.03852		0.25372 ± 0.08577	0.35811 ± 0.12414	0.42337 ± 0.14953
Talla	16.2222 ± 2.05480		18.2 ± 1.88167	21.4222 ± 2.25115	23.4888 ± 2.53719
Peso inicial. 0.05397 ± 0.00768			Talla inicial 10.9662 ± 1.00351		

## DISCUSIÓN.

Tratar de explicar el crecimiento de una población en condiciones ambientales controladas puede ser difícil, mas aun si se toma en cuenta que los peces presentan un patrón de crecimiento indeterminado que les permite canalizar el exceso de energía a través de la vida al crecimiento, aunque la tasa de crecimiento tienda a disminuir con la edad, por lo que, factores como la conducta alimenticia de las crías y las propiedades físicas y nutricionales del alimento son los que nos pueden ayudar en la interpretación de este tipo de poblaciones (Wooton, 1990; Sarma, 1998).

Una vez que el saco vitelino ha sido absorbido, la cría requiere de nutrientes externos que son proporcionados por las especies planctónicas que le sirven de alimento y en este proceso la cría debe superar algunos aspectos como el tamaño de boca tan pequeño que en la mayoría de las especies acepta alimentos menores a 100  $\mu\text{m}$  (Watanabe y Kiron, 1994), la movilidad de la presa que limita su captura (Dabrowski y Bardega, 1984) y un incompleto sistema digestivo en la cría, requiriendo un alimento fácil de digerir que cubra las necesidades energéticas de la misma (Dabrowski y Glogowski, 1977a; Lauff y Hofer, 1984; Watanabe y Kiron, 1994).

Siendo en este caso el alimento el factor principal en el desarrollo de las crías, las propiedades organolépticas y nutricionales del mismo son importantes para explicar el desempeño de las dietas. De las propiedades organolépticas (tamaño de partícula, color, sabor, textura y movilidad), el tamaño y la movilidad del alimento parecen ser los factores que intervinieron de manera importante, ya que propiedades como el sabor y la textura no fueron limitantes para la aceptación del alimento, aunque, las espinas ornamentales del rotífero pudieran constituir una textura difícil de ingerir para la cría, en condiciones de cultivo estables y sin depredadores (principalmente rotíferos del género *Asplanchna*), las poblaciones de rotíferos utilizadas tienden a reducir estas ornamentaciones hasta prácticamente desaparecerlas (Sarma, 1998).

En cuanto al color que pueda percibir la cría en el rotífero, es debida al alimento y dado que a ambas especies de rotíferos se les proporcionó un mismo tipo de alimento, no existió ventaja alguna que incrementara la posibilidad de captura en alguna de estas especies utilizadas como alimento (Barnabé, 1991; Mookerji y Rao, 1993).

El tamaño de *B. rubens* pudo ser el factor principal que determinó el mayor crecimiento en las crías de este lote en la primera semana de alimentación, ya que en la cría el tamaño de la boca y el grado de apertura de la misma se relacionan linealmente con su longitud total (Dabrowski y Bardega, 1984), en las primeras semanas de alimentación exógena el tamaño de la presa está limitado a tallas muy pequeñas que como ya se mencionó no pasan de 100 micras, por lo que fácilmente el tamaño de *B. rubens* (60–85µm) resultó muy adecuado para las capacidades morfológicas y fisiológicas de la cría, en comparación a *B. calyciflorus* (75 - 95µm), reflejándose en el crecimiento obtenido para la primera semana de alimentación.

Por otra parte, el movimiento que presenta la presa puede ser un factor que limite o bien que favorezca la captura de la misma, esto de acuerdo a la velocidad y experiencia de captura que la cría pueda desarrollar (Buskey *et al.*, 1993. En Sarma, 1998; Mookerji y Rao, 1993), ya que los movimientos evasivos de la presa resultan en pérdida de tiempo y gasto de energía (Sarma, 1998).

Al parecer el movimiento que manifiestan estas dos especies de rotíferos utilizados como alimento no fue un obstáculo para las crías ya que en la primera semana cuando la experiencia es casi nula y la velocidad de la cría es mínima, debido al incompleto desarrollo de sus aletas laterales (Martínez y Murillo, 1987), se presentó un mayor nivel de crecimiento en el lote alimentado con *B. rubens*, siendo que este rotífero manifiesta movimientos evasivos de mayor velocidad que el rotífero *B. calyciflorus* (Sarma, 1998).

Aunque no se dispone de un análisis bromatológico para poder hacer una evaluación de las posibles diferencias nutricionales presentes en cada especie de rotífero utilizado en este trabajo, puede ser factible inferir que ambas especies poseen propiedades nutricionales semejantes, de acuerdo a lo reportado por Watanabe *et al.* (1983) y Watanabe

y Kiron, (1994), ya que fueron alimentadas ambas especies de rotíferos con la misma especie de alga y cultivadas bajo las mismas condiciones ambientales, pero los resultados indican lo contrario mostrando una clara ventaja nutricional a la especie *B. calyciflorus*, dado que un menor número de individuos fue suficiente para superar el desempeño de *B. rubens*.

Las propiedades nutricionales de las especies de rotíferos utilizados como alimento han sido escasamente reportadas, ya que aun se siguen buscando y probando especies de rotíferos, pero en las pocas especies analizadas se ha encontrado que la cantidad de nutrientes difiere mínimamente de una especie a otra ya que esta en función al tipo de alimento consumido por el rotífero (Watanabe *et al.*, 1983; Watanabe y Kiron, 1994; Whyte *et al.*, 1994).

Tratándose de alimento vivo el tamaño de partícula no es del todo decisivo para la ingestión del alimento, pues como se muestra en los resultados las crías de *Cichlasoma nigrofasciatum* tuvieron una preferencia por el rotífero *B. calyciflorus* (Fig. 4), esto en contra de la facilidad que presenta el ingerir otro alimento como el rotífero *B. rubens* dado su pequeño tamaño, como se ha reportado también en crías de *Labeo rohita* (Cyprinidae) y en crías de *Heteropneustes fossilis* (Siluridae). Aunque no se han determinado las causas de esta preferencia se ha sugerido que puede estar en función de la densidad y movimiento de la presa, aun en condiciones de oscuridad (Mookerji y Rao, 1993), así como la edad y el nivel de voracidad (Polo *et al.*, 1992), estas preferencias de acuerdo a Sarma (1998) le permiten a la cría seleccionar aquellas presas que le proporcionen más cantidad de nutrientes, en este caso *Brachionus calyciflorus* desarrolla una menor velocidad que *B. rubens* lo cual como ya sea mencionado pudo ser un factor que favoreciera su captura.

Además, se observó que la cantidad de energía obtenida por presa fue mayor en el lote alimentado con *B. calyciflorus* dado que al establecer un nivel de alimentación (20%) el peso del alimento determina el número de presas disponibles en el medio y a su vez se puede calcular el número de rotíferos consumidos por cría diariamente, esto nos muestra que en el lote alimentado con *B. calyciflorus* (0.29 µg) la densidad de presas era menor a la encontrada en el lote con *B. rubens* (0.15 µg) así mismo en el número calculado de

rotíferos que cada cría consumió en promedio diariamente hasta el final del tratamiento, fue de 712 para el lote con B. calyciflorus y de 1210 para el lote con B. rubens, este número de presas consumidas puede parecer mínimo al compararlo con otras especies como la carpa ornamental Koi (Cyprinus carpio) que puede consumir hasta 2400 rotíferos por día (Lubzens *et al.*, 1987), o bien con las crías del robalo (Dicentrarchus labrax) que puede consumir 3000 rotíferos diariamente en sus primeros 30 días de vida (Barnabé, 1990), pero si tomamos en cuenta que son especies con crías de mayor talla y por lo tanto con una mayor capacidad de ingestión (Shirota, 1978), el nivel de alimentación proporcionado a las crías de Cichlasoma nigrofasciatum, tuvo un buen rendimiento, principalmente en las crías alimentadas con B. calyciflorus.

## Segunda Fase.

El rendimiento observado para el alimento Artemia es similar a lo reportado en crías del pez ornamental Betta splendens (López, 1994), en donde los mayores crecimientos se registraron con Artemia salina superando al alimento Moina macrocopa y alimentos balanceados, así mismo en crías de salmón Oncorhynchus kisutch (Kim *et al.*, 1996), reportaron los mayores rendimientos con Artemia adulta superando alimentos balanceados y nauplios de Artemia

De los nutrientes que un alimento debe proporcionar (proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales) para un óptimo desarrollo, las proteínas y los lípidos desempeñan un papel primordial en el crecimiento de las crías de pez (Sargent *et al.*, 1989; Watanabe y Kiron, 1994), aunque no se han reportado los rangos óptimos de nutrientes para peces del género Cichlasoma, se ha encontrado que un nivel del 25 al 45% diario de proteína puede ser adecuado para peces tropicales de agua dulce (Pannaevic, 1993), así como para peces de aguas templadas (Muray *et al.*, 1979; De Silva y Gunasekera, 1991), en cuanto a los lípidos la cantidad recomendada va del 2 al 10% de la dieta diaria (Coutteau *et al.*, 1997).

La composición química proximal reportada para estos alimentos, Moina 71.6 % de proteínas y 20.6 % de lípidos (Watanabe y Kiron, 1994), Artemia 57 % y 10 % respectivamente (Kim *et al.*, 1996) y Tubifex 65 % de proteínas y 14 % de lípidos (Bouguenec, 1992), muestra para Moina un mayor porcentaje de nutrientes que debiera reflejar un crecimiento superior a los demás lotes, sin embargo, el desempeño observado demostró lo contrario debido principalmente a que la mayor parte de esta proteína se encuentra constituyendo el exoesqueleto en forma de esclerotina que no es fácilmente digerible (Barnabé, 1991; Schreiber, 1993), además de presentar en su caparazón una gruesa capa de carbonato de calcio que puede actuar como laxante (López, 1994).

Como ya se ha comentado, el alimento vivo puede ayudar de manera importante en la digestión y desarrollo del sistema digestivo de la larva, como lo sugiere Baragi y Lovell (1986) una buena asimilación y digestión del alimento origina un incremento en la actividad de la tripsina que a su vez estimula la producción de otras enzimas como la quimiotripsina y la aminopeptidasa (Dabrowski, 1991), de estos alimentos vivos Moina macrocopa contribuye con una actividad enzimática superior a la encontrada en Artemia o zooplancton, esto bien pudo favorecer la total asimilación de la poca proteína disponible en Moina reflejándose en el crecimiento observado en la primera semana de alimentación, tiempo en el que probablemente no estaba totalmente desarrollado el sistema digestivo de las crías ya que los tres alimentos muestran mínimas diferencias tanto en longitud como en peso (Fig. 5 y 6) esto concuerda con el hecho de que en la mayoría de los peces el sistema digestivo completa su desarrollo después de la tercera semana de la primera alimentación externa (Lauff y Hofer, 1984; Abi-ayad y Kestemont, 1994; Watanabe y Kiron, 1994).

Una vez desarrollado este sistema, la cría puede asimilar en mayor variedad y proporción los nutrientes debido principalmente a la madurez de las glándulas gástricas y la secreción de enzimas pancreáticas (Halver, 1989; Watanabe y Kiron, 1994). De acuerdo a lo anterior, el desarrollo del sistema digestivo de las crías de Cichlasoma nigrofasciatum pudo tener lugar a lo largo de la segunda semana de prueba ya que es al final de esta cuando el desempeño de las dietas empezó a mostrar grandes diferencias, principalmente en el peso del lote alimentado con Artemia que alcanzó los valores más altos en las dos últimas semanas, también se observó que el lote con Moina alcanzó los valores más bajos tanto en longitud como en peso, mostrando este último una gran distancia respecto a los

otros alimentos (Fig. 5 y 6), como también se apreció en la tasa de crecimiento específica que *mostró para el lote con Moina los valores mas bajos a lo largo del tratamiento (Fig. 7).*

El decremento en la tasa de crecimiento específica y el promedio de peso mostrado por Tubifex al final de la tercera semana pudo ser el momento en que las crías han aprovechado en su totalidad este alimento indicando un cambio de alimentación más balanceado (López, 1994) o bien que el desarrollo del sistema digestivo de la cría aunado a la capacidad proteolítica de Artemia pudo resaltar la asimilación de esta reflejándose en un mayor crecimiento, dado que las diferencias que muestra con Tubifex son mínimas.

En las dos últimas décadas los estudios en nutrición han establecido que dentro de lo que son los lípidos los ácidos grasos poliinsaturados (HUFAs) juegan un papel determinante en el crecimiento de las larvas de pez, principalmente aquellos con serie (n-3) y (n-6) como el ácido linólico 18: 3(n-3), el ácido docohexanoico DHA 22: 6(n-3), el ácido eicohexanoico EPA 20: 6(n-3) y ácido araquidónico AA 20: 4(n-6) (Watanabe *et al.*, 1983; Bell *et al.*, 1994; Watanabe y Kiron, 1994; Coutteau *et al.*, 1997; Rainuzzo *et al.*, 1997), ya que como se ha reportado estos ácidos grasos intervienen de manera directa o son precursores de compuestos biológicos activos como los AA y EPA que son substratos de la ciclo-oxigenasa que es la enzima responsable de la producción de prostaglandinas que entre otras funciones se encargan de los procesos de osmorregulación en el pez (Mustafa y Srivastava, 1989).

Además se ha encontrado que para un buen desarrollo de la cría es necesario suministrar un nivel balanceado de DHA y EPA pues se ha observado que existe una delicada interacción entre estos, en otras palabras la ausencia o exceso de alguno de estos ácidos grasos puede provocar un crecimiento deficiente o la muerte de la cría (Watanabe y Kiron, 1994), aunque no se ha comprendido del todo el papel que en conjunto desempeñan estos ácidos grasos, se sabe que el EPA es parte importante de la membrana celular de varios tejidos en desarrollo y que el DHA interviene en el desarrollo del tejido cerebral y de la retina (Rainuzzo *et al.*, 1997).

Estos estudios en nutrición han podido establecer cantidades mínimas requeridas de estos ácidos grasos para el óptimo desarrollo de la cría, reportando para DHA una cantidad mínima del 0.5 al 1% de la dieta diaria, para los EPA una cantidad del 1% y para los ácidos grasos en general una cantidad mínima del 3 al 4% de la dieta diaria.

De acuerdo a lo anterior y considerando las cantidades de estos ácidos grasos presentes en los alimentos probados en esta fase (Cuadro 1 Apéndice 3), se puede sugerir que los tres alimentos cumplen con los porcentajes mínimos requeridos para el desarrollo de las crías, esto bien pudo favorecer la buena salud de las crías como lo muestra el hecho de que no se cuantificara el porcentaje de mortalidad dado que no se presentó ninguna, aun cuando las crías fueron sacadas del agua y secadas parcialmente para su pesaje.

Cabe señalar que las cantidades de ácidos grasos principalmente de EPA y DHA reportadas para *Tubifex* son superiores a las de *Moina* o *Artemia*, esto bien pudo favorecer el desarrollo de las crías alimentadas con este anélido al mostrar un excelente estado de salud que se apreció en el factor de condición (cuadro 2) que de acuerdo a lo reportado en la literatura, una mayor cantidad de estos ácidos grasos proporciona un mayor incremento en la biomasa y un buen estado de salud (Watanabe y Kiron, 1994; Coutteau *et al.*, 1997; Rainuzzo *et al.*, 1997).

La cantidad de presas ingeridas por cría no fue un factor que influyera en el desempeño de las dietas, ya que el peso obtenido para *Moina* (38  $\mu\text{g}$ ), *Artemia* (875  $\mu\text{g}$ ) y *Tubifex* (630  $\mu\text{g}$ ) mostró que en el lote alimentado con *Moina* la distribución de presas por cría era mucho mayor a la encontrada en los lotes restantes, no obstante el desempeño de este alimento fue mucho menor.

Los resultados obtenidos en ambas fases, comprueban que los requerimientos nutricionales de las crías varían de acuerdo a su desarrollo, por lo que es necesario utilizar alimentos que proporcionen esa demanda nutricional en las diferentes fases de su crecimiento, argumento apoyado en que las investigaciones realizadas en las últimas décadas han resultado en la adopción de rotíferos y *Artemia* en su forma natural o enriquecida con ácidos grasos como el mejor alimento para el desarrollo de larvas en

cultivos comerciales, debido a que el alimento vivo principalmente rotíferos puede ayudar al desarrollo del sistema digestivo de la cría mediante un proceso de proteólisis autolítica.

En la mayoría de los peces, las larvas no tienen un estómago funcional a falta del desarrollo de las glándulas gástricas y de acuerdo a Dabrowski (1991), tres factores son responsables de los cambios morfológicos y enzimáticos ocurridos en los primeros días de la alimentación exógena de la cría; a) la conducta alimenticia de la cría que a través de la selección del alimento, puede estimular la mucosa intestinal y por lo tanto actuar como un control trófico en las células absorbentes. b) un factor central son las hormonas que controlan la expresión de las enzimas intestinales. c) por último, otros liberadores locales pueden ayudar al desarrollo de enzimas pancreáticas (Lauf y Hofer, 1984). En este proceso, los rotíferos que contienen enzimas proteolíticas, cuando son ingeridos por la cría liberan estas enzimas y envuelven al mismo rotífero, comenzando el proceso digestivo agilizando en gran medida la digestión y asimilación del alimento ya que como revelan los estudios nutricionales realizados con carpas y trucha arcoiris, la proteína de rotífero tiene una digestibilidad del 84 al 94%, gracias a la actividad proteolítica con la que contribuye el propio alimento vivo, que en las primeras semanas puede ser superior al 80% (Dabrowski y Glogowski, 1977b; Watanabe *et al.*, 1983; Lauf y Hofer, 1984; Watanabe y Kiron, 1994).

## CONCLUSIONES.

- a) El alimento *B. calyciflorus* fue el más eficiente en la primera fase de alimentación, al obtener las crías de este lote las tasas de crecimiento más altas y el mejor estado fisiológico representado por el factor de condición respecto a las crías alimentadas con *B. rubens*.
- b) El tipo de crecimiento encontrado en la primera fase de crecimiento para las crías alimentadas con *B. calyciflorus* fue alométrico y para las crías alimentadas con *B. rubens* fue isométrico.
- c) El alimento *Artemia sp.* obtuvo el mejor desempeño en la segunda fase de alimentación al mostrar las tasas de crecimiento más altas
- d). El factor de condición encontrado para las crías alimentadas con *Tubifex tubifex* fue superior al encontrado en las crías alimentadas con *Artemia sp.* y *Moina macrocopa*
- e) El tipo de crecimiento mostrado en esta etapa de prueba fue alométrico para las crías de los tres lotes.

## REFERENCIAS.

Abi-Ayad, A., and Kestemont, P., 1994. Comparison of the nutritional status of goldfish (Carassius auratus) larvae fed with live, mixed or dry diet. *Aquaculture*, 128: 163-176.

Adeyemo, A.A., Oladosu, G.A., Ayinla, A.O., 1994. Growth and survival of fry 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 licenciatura. Fac. de Ciencias Biológicas. Univ.del Noreste.Tamp. , 35pp.

Akiyama, T., Murai, T., Hirasawa, Y., and Nose, T., 1984. Evaluation of the efficiency as food of the Krill on rainbow trout. *Aquaculture*, 76:123-130.

Alvarez del Villar, J., 1950. Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas. Dir.Gral.de Pesca, México, 300 pp.

Amine, A.A., and Kestemont, P., 1994. Comparison of the nutritional status of goldfish (Carassius auratus) larvae fed with live, mixed or dry diet. *Aquaculture*, 128: 163-176.

Arunachalam, S., y Reddy, S.R., 1981. Interactions of feeding rates on growth, food conversion and body composition of the freshwater catfish Mystus vittatus. *Bloch.Hydrobiologia*, 78:25-32.

Aston, R.J., and Milner, A.G.P., 1981. Conditions required for the culture of Branchiura sorwerbyi: (Oligochaeta; Tubificidae) in activated sludge. *Aquaculture*, 26:155-160.

- Attack, T., and Matty, A.J., 1979. En "finfish nutrition and fish feed technology." Halver and Tiews (editores). Berlin, vol. 1 pp 260-261.
- Awais, A., Kestemon, P., Micha, J.C., 1992. Nutritional suitability of the rotifer Brachionus calyciflorus for rearing freshwater fish larvae. J. Appl. Ichthyology, 8(1-4): 263-270.
- Awais, A., Kestemon, P., Micha, J. C., 1993. Study on the larvae of African catfish Clarias gariepinus fed with the freshwater rotifer Brachionus calyciflorus. Production Environmental and quality, no. 18 pp. 443-453.
- Bardach, E.J., Ryther, H.J., Mclarney, O.W., 1986. Acuicultura. A.G.T. (editor) México, pp. 1-23.
- Baragi, V., and Lovell, R.T., 1986. Digestive enzyme activities in striped bass from first feeding the influence in growth and development. Trans. Am. Fish. Soc., 115: 478-484.
- Barnabé, G., 1991. Acuicultura. Omega (editor), Barcelona, España., Vol. 1, pp. 145-168.
- Bell, J.G., Ghioni, C., Sargent, J.R., 1994. Fatty acid composition of 10 freshwater invertebrates which are natural food organism of Atlantic salmon parr (Salmo salar): a comparison with commercial diets. Aquaculture, 128: 301-313.
- Bouguenec, V., 1992. Oligochaetes (Tubificidae y Enchytraeidae) as food in fish rearing: a review and preliminary test. Aquaculture, 102:201-217.
- Bryant, P.L, and Matty, A.J., 1980. Optimisation of Artemia feeding rate for carp larvae (Cyprinus carpio). Aquaculture, 21: 203-212.
- Buddington, R.K., y Doroshov, S.I., 1984. Feeding trials with hatchery produced white sturgeon juveniles (Acipenser transmontanus). Aquaculture, 36: 237-243.

- Cridland, C.C., 1960. Laboratory experiments on growth of *Tilapia sp.* the value of various foods. *Hydrobiología*, 15:135-160.
- Conkel, C., 1994. The cichlids of Mexico, Part 2: Nearctic cichlids. *Tropical Fish Hobbyist.*, 64 (3): 68--88.
- Coutteau, P., Geurden, I., Camara, M.R., Bergot, P., Sorgeloos, P., 1997. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. *Aquaculture*, 155: 149-164.
- Cowey, C.B., Adron, J., Blair, A., 1974. Evaluation of the digestibility of yeast on platija. *Br. J. Nutr.*, 31: 297-306.
- Cowey, C.B., 1994. Amino acid requirements of fish: a critical appraisal of present values. *Aquaculture*, 124: 1-11.
- Drabrowski, K., 1991. Dietary requirements for fesh water larvae. En *Search of common tread.*, P. Lavens., P.Sorgeloos., E. Jaspers and F. Ollevier (editores). *Larvi 91 & Crustacean Larviculture symposium. Special publication. No. 15 pp. 9-10.*
- Dabrowski, K., and Glogowski, J., 1977a. Studies on the role of exogenous proteolytic enzymes in digestion process in fish. *Hydrobiología*, 54: 129-134.
- Dabrowski, K., and Glogowski, J., 1977b. Studies on the proteolytic enzyme of invertebrates constituting fish food. *Hydrobiologia*, 52: 171-174.
- Dabrowski, K., and Rusiecki, M., 1983. Content of total and free amino acids in zooplanktonic food of fish larvae. *Aquaculture*, 30: 31-42.
- Dabrowski, K., and Bardiga, R., 1984. Mouth size predicted food size preferences of larvae three cyprinid fish species. *Aquaculture*, 40: 41-46.

- Dabrowski, K., Kaushik, S.J., Fauconneau, B., 1987. Rearing of sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae, nitrogen and energy metabolism and amino acid absorption. *Aquaculture*, 65: 31-41.
- De la Higuera, M., Sanchez-Muñis, F.T., Mataix, F.J., Varela, G., 1981. Fuentes de proteína y de energía alternativas en acuicultura. *Comp. Biochem. Physiol.*, 81: 391-395.
- De Silva, S.S., and Gunasekera, R.M., 1991. An evaluation of the growth of Indian and Chinese major carps in relation to the dietary protein content. *Aquaculture*, 92: 237-241.
- Dirección General de Acuicultura. 1998. Importaciones y exportaciones de organismos en 1997. SEMARNAP, México, boletín No 18 pp. 30-37.
- Fermin, A.C., 1991. Freshwater cladocera *Moina macrocopa* (Strauss) as an alternative food for rearing sea bass *Lates calcarifer* (Bloch) fry. *J. Appl. Ichthyology*, 7(1): 8-14.
- Fermin, A.C., and Bolívar, M.E.C., 1991. Larval rearing of the filipine freshwater catfish, *Clarias macrocephalus*, fed live zooplankton and artificial diet: a preliminar study. *Isr. J. Aquaculture*, 43(3): 87-94.
- Fermin, A.C., and Bolívar, M.E.C., 1994. Feeding live or frozen *Moina macrocopa* (Strauss) to Asian sea bass, *Lates calcarifer* larvae. *Isr. J. Aquaculture*, 46(3): 132-139.
- Fraser, S.A., 1996. The influence of predators on adoption behavior in adult convict cichlids (*Cichlasoma nigrofasciatum*). *Canadian Journal Zoology*, 74 (6): 1165-1173.
- Fraser, S.A., Wiseden, B.D., Kienleyside, M.H.A., 1993. Aggressive behavior among convict cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*) fry of different sizes and importance to brood adoption. *Can. Jour.Zool.*, 71 (12): 2358-2363.
- Fukusho, K., 1989. Biology and the mass production of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *J. Aquaculture. Fish. Technology*, 1: 232-240.

- García, U.G.M., 1988. Biología y cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis*. Acuavisión, No 15. pp. 4-5.
- Guerrero, R.D., 1983. The culture and use of *Peryonix excavatus* as a protein resource in the Philippines. En "Earthworm Ecology from Darwin to Vermiculture". Chapman and Hall (editores), London, pp. 309-313.
- Günter, J., Gálvez-Hidalgo, N., Ulloa-Rojas, J., Coppolse, J., Verreth, J., 1992. The effect of feeding level on growth and survival of jaguar guapote (*Cichlasoma managuense*) larvae fed *Artemia* nauplii. Aquaculture, 107: 347-358.
- Hagiwara, A., 1989. Recent studies on the rotifer *Brachionus plicatilis* as a live food for the larval rearing of marine fish. La mer, 27: 116-121.
- Halver, J. E., 1989. Fish Nutrition. 2ª edición. Academic Press., San Diego Cal. pp. 110-132.
- Hashim, R., Ali, A., Azam, M.S.N., 1992. Improvement of growth and feed conversion of hybrid catfish (*Clarias gariepinus* X *C. Macrocephalus*) fry feed with diets supplemented with live Tubifex. J. Aquaculture Tropical, 7(2): 239-248.
- Hepher, B., Sandbak, E., Shelef, G., 1979. En "Finfish nutrition and fish feed technology". Halver and Tiews (editores), Berlin, Vol. 1 pp 435-437.
- Hirata, H., 1980. Culture methods of the marine rotifer *Brachionus plicatilis*. Min. Data file. Fish. Res., 1:27-46.
- Holm, J.C., and Moller, D., 1984. Growth and prey selection by Atlantic salmon yearlings reared on live freshwater zooplankton. Aquaculture, 43: 401-412.

- Hubbs, C., and Stavenhagen, L., 1958. Effects of maternal carotenoid deficiency on the viability of darter (*Osteichthyes*) off spring. *Physiol. Zool.*, 31: 280-283.
- Ivlev, V.S., and Protasov, A.A., 1948. Production of live food for mass pisciculture. *Rybn. Khoz.*, 4:1-42.
- Izquierdo, M.S., Arakawa, t., Takeuchi, T., Haroun, R., Watanabe, T., 1992. Effect of n-3 HUFA levels in *Artemia* on growth of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 105: 73-82.
- James C.M., and Ahi-Rezequi, T.S., 1988. Effect of diferent cell densities of *Clorella capsulata* and marine *Clorella sp.* for feeding the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Aquaculture*, 69:43-56.
- Karzinkin, G.S., 1951. Evaluation of live foods and their mass breeding. *Tr. Soweshch. Ictiol. Comiss. AN.SSSR.*, 1:363-374.
- Kaushkin, S.J., and Luquet, P., 1980. Intake, digestion and food conversion of bacteria methanophyla on rainbow trout. *Aquaculture*, 19:163-175.
- Kinne, O., 1960. Growth, food intake and food conversion in a euryplastic fish exposed to the diferent temperature and salinities. *Physiol.Zool.*, 33:288-317.
- Kinne, O., 1977. *Marine ecology*. Vol. III Cultivation. John Wiley and Sons (editores). New York. pp. 517-527.
- Kim, J., Massie, K.C., Hardy, R.W., 1996. Adult *Artemia* as food for first feeding coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture*, 144: 217-226.
- Kirk, R.G , 1973. Growth of sole (*Solea solea*. L.) on enchytraeid worm diets International council for exploration of the sea. Fisheries Improvement Committe.C.M., No. 197 pp. 18.

Kirk, R.G., and Howell, B.R., 1972. Evaluation of earthworm Lumbricus rivalis as food for platija. *Aquaculture*, 1(1): 29-34.

Kissil, G., and Koven, W., 1990. Preparation of oils enhanced in highly unsaturated fatty acid (HUFA) content by low temperature crystallization separation for rotifer Brachionus plicatilis enrichment. *Aquaculture*, 88: 69-74.

Kitajima, C., Fukusho, K., Iwamoto, H., Yamamoto, H., 1976. Amount of rotifers Brachionus plicatilis consumed by red sea bream larva, Pagrus major. *Bull. Nagasaki. Inst. Fish.*, 1: 105-112.

Krishnan, N., and Reddy, S.R., 1989. Combined effects of quality and quantity of food on growth and body composition of air-breathing fish Channa gachua. *Aquaculture*, 76: 79-96.

Lauff, M., and Hoffer, R., 1984. Proteolytic enzymes in fish development and the importance of dietary enzymes. *Aquaculture*, 37: 335-346.

Lavery, R.J., 1991. Physical factors determining spawning site selection in Central American hole nester, Cichlasoma nigrofasciatum. *Environ. Biol. Fish.*, 31(2): 203-206.

Lavery, R.J., Mackereth, R.W., Robilliard, D.R.C., Keenleyside, M.H.A., 1990. Factors determining parental preference of convict cichlid fry, Cichlasoma nigrofasciatum. *Anim. Behav.*, 39(3): 573-581.

Leger, L., 1924. La repartition de Branchiura sorwerbyi et son role en economic piscicole. *C.R. Hebd. Sianc. Acad. Sci., Paris*, 178:240-242.

López, C.M., 1994. Utilización de cultivos de apoyo (invertebrados) en la producción de Betta splendens (Regan, 1909). Tesis de licenciatura. UNAM. ENEPI, México, 53 pp.

Lorenz, J.J., and Taylor, D.H., 1992. The effects of low pH as chemical stressor on the ability of convict cichlids (*Cichlasoma nigrofasciatum*) to successfully brood their young. No. 3 pp. 832-839.

Lubzens, E., 1987. Raising rotifers for use in aquaculture. *Hydrobiologia*, 147: 245-255.

Lubzens, E., Rothbard, S., Blumenthal, A., Kolodny, G., Perry, B., Olund, B., Wax, Y., Farbstein, H., 1997. Possible use of *Brachionus plicatilis* as food for freshwater cyprinid larvae. *Aquaculture*, 60: 143-155.

Mahnken, C.V.W., Spinelli, J., Waknitz, W., 1980. Laboratory experiments on growth trout rainbow. The value of various live foods. *Aquaculture*, 20:41-56.

Martínez, S.G.A., y Murillo, S.R.E., 1987. Desarrollo larval de *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther), 1868 (Pisces: Cichlidae) en cultivos de laboratorio. *Revista Biológica Tropical*, 35(1): 113-119.

Matty, A.J., and Smith, P., 1978. Utilization of different alternative foods (bacteria and algae) on carp. *Aquaculture*, 14: 235-246.

Mock, C.R., Fontanela, T., Revero, D.B., 1975. Improvement in rearing larval penaeids Shrimp by the Galveston method. National Marine Fisheries Service. Galveston Biological Lab. Puerto Rico, 123pp.

Mookerji, N., and Rao, R.T., 1993. Patterns of prey selection in rohu (*Labeo rohita*) and singhi (*Heteropneustes fossilis*) larvae under light and dark conditions. *Aquaculture*, 118: 85-104.

Mookerji, N., and Rao, R.T., 1994. Influence of ontogenetic changes in prey selection on the survival and growth of rohu *Labeo rohita* and singhi *Heteropneustes fossilis* larvae. *J. Fish. Biology*, 44(3): 479-490.

Mookerji, N., and Rao, R.T., 1995. Prey capture success, feeding frequency and daily food intake rates in rohu, Labeo rohita and singhi, Heteropneustes fossilis larvae. J. Appl. Ichthyology, 11(1-2): 37-49.

Murray, T., Fleetwood, M.A., Andrews, J.W., 1979. Optimum levels of dietary crude protein for fingerling American Shad. Prog. Fish., Cult., 41:5-6.

Mustafa, T., and Srivastava, K. C., 1989. Prostaglandins (eicosanoids) and their role in ectothermic organisms. Adv. Comp. Env. Physiol., 5: 187-207.

Nelson, J.S., 1994. Fishes of the world. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 600 pp.

Ogino, C., and Chen, M.S., 1973. Efficiency and conversion of different leavdures on carps. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 39:513-523.

Pandian, J.J., 1967. Intake, ingestion, absorption and conversion of food in the fishes Megalops cyprinoides y Ophiocephalus striatus. Marine Biology, 1:16-32.

Pandian, J.J., and Raghuraman, R., 1972. Effects of feeding rate on conversion efficiency and chemical composition of the fish. Tilapia mossambica. Marine Biology, 12:129-136.

Pannevis, M.C., 1993. Alimentación de los peces ornamentales. Waltham International Focus, 3(3): 17-22.

Pavón, M.L.E., 1993. Desarrollo de una técnica de cultivo para la producción masiva de Brachionus calyciflorus. Tesis licenciatura. UNAM. E.N.E.P.I., México, 44pp.

Polo, A., Yúfera, M., Pascual, E., 1992. Feeding and growth of gilthead seabream (Sparus aurata) larvae in relation to the size of the rotifer strain used as food. Aquaculture, 103: 45-54.

Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Olsen, Y., 1997. The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. *Aquaculture*, 155: 103-115.

Ratnasabapathi, D., Burns, J., Soucek, R., 1992. Effects of temperature and prior residence on territorial aggression in the convict cichlid *Cichlasoma nigrofasciatum*. *Aggressive Behavior*, 18 (59): 365-372.

Reitan, K.I., Rainuzzo, J.R., Oie, G., Olsen, Y., 1993. Nutritional effects of algal addition in first feeding of turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae. *Aquaculture*, 118: 257-275.

Reyes, G.C., 1976. Empleo de insectos como complemento alimenticio para bagre *Ictalurus punctatus*. Boletín bimestral de la división de ciencias agropecuarias y marítimas. I.T.E.S.M, Monterrey N.L., pp. 26-31.

Rico, R., and Dodson, S.L., 1992. Culture of the rotifer *Brachionus calyciflorus* (Pallas). *Aquaculture*, 105: 191-199.

Rimmer, M.A., Reed, A.W., Levitt, M.S., Lisle, A.T., 1994. Growth and survival of barramundi *Lates calcarifer* larvae, fed with natural live food. *Aquaculture. Fish. Management*, 25(2): 143-156.

Ríos, J.G., y Ramírez, R., 1987. Aislamiento y cultivo del rotífero de agua dulce *Brachionus rubens*. *Memorias del Congreso Nacional de Zoología*, Tomo 1, pp. 45-48.

Rollesfen, G., 1939. Artificial rearing of fry of sea water fish. Preliminary communication. *Rapp. P.V. Reun. Cons. Perm. Inf. Explor. Mer.*, pp 109-133.

Rottman, R.W., Shireman, J.V., Lincoln, E.P., 1991. Comparison of three live foods and two dry diets for intensive culture of grass carp and bighead carp larvae. *Aquaculture*, 96: 269-280.

Royce, W.F., 1972. Introduction to the fishery sciences. Academic Press, pp. 143-153.

Salgado, V.A., 1995. Elaboración y evaluación de tres dietas conteniendo "mosco" (Hemiptera: corixidae y Notonectidae) a diferentes proporciones para tilapia Oreochromis niloticus en condiciones de laboratorio. Tesis licenciatura. U.N.A.M. E.N.E.P.I., 46 pp.

Sargent, J.R., Henderson, R. J., Tocher, D. R., 1989. The lipids. En "Fish Nutrition" Halver, J. E. (editor) 2ª edición. Academic Press., San Diego Cal. pp. 153-218.

Sama, S.S.S., 1989. Efect of Chlorella density and temperature on somatic growth and age at maturity of the rotifer Brachionus patulus (Mueller). Current Science, 58(14): 278-291.

Sama, S.S.S., 1996. International Workshop on rotifer culture systems. U.N.A.M., Campus Iztacala, México, 56 pp.

Sama, S.S.S., 1998. Workshop rotifer—fish larvae interactions. U.N.A.M., Campus Iztacala, México, 55 pp.

Scale, A., 1933. Brine shrimp (Artemia) as satisfactory live food for fishes. Trans. Amer. Fish. Soc., 63: 129-130.

Schlüter, M., and Groeneweg, J., 1981. Mass production of the freshwater rotifer in liquid waste, the influence of some environmental factors on population growth of the Brachionus rubens (Ehrenberg, 1838). Aquaculture, 25: 17-24.

Schreiber, R., 1993. Some live food for aquarium fishes. Tropical Fish Hobbyist., 51(6): 112-128.

Shirota, A , 1978. Studies on the mouth size of fish larvae, relationship between inflection point of the upper jaw length and morphological-ecological change. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 44: 1179-1182.

Smith, P., 1976. Evaluation of single-cell protein in trout diets. Aquaculture, 7(3): 225-230.

Smith, C., and Wootton, R.J., 1995. Experimental analysis of some factors affecting parental expenditure and investment in Cichlasoma nigrofasciatum (Cichlidae). Environ. Biol. Fish., 42(3): 289-302.

Stafford, E.A., and Tacon, A.G.T., 1984. Nutritive value of the earthworm Dendrolarium policondus grown in domestic sewage in trout diets. Agriculture Wastes, pp 249-266.

Stanley, J.G., and Jones, J.B., 1976. The evaluation of algae Spirulina maxima as food for juvenile Tilapia and buffalo fish. Aquaculture, 7(3): 219-223.

Sokal, R.R., and Rohlf, F.J. Biometría. Ed. H. Blume. pp. 495-505.

Tacon, A.G.J., Stafford, E.A., Edwards, C.A., 1983. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow. Aquaculture, 35:187-199.

Tacon, A.G.J., 1981. The possible substitution of fish meal in fish diets. Proc. Scott. Mar. Biol. Assoc. and Highlands and Islands.Dev. Board. Fish. Farm. Meet.Oban.Scotland, pp 46-56.

Vanhaecke, P., and Sorgeloos, P., 1983. International study on Artemia, Bioeconomic evaluation of the nutritional value for carp Cyprinus carpio of nine Artemia strains. Aquaculture, 30: 43-52.

Vázquez, O.A., 1998. Valoración de la calidad nutricional de larvas de mosca común (Musca domestica) incubadas en desechos orgánicos para la alimentación de crías de trucha arcoiris Oncorhynchus mykiss. Tesis licenciatura. UNAM. E.N.E.P.I., México, 40pp.

Vega Quintero, S.M., 1996. Caracterización y análisis bromatológico de una cepa monoalgal *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) colectada de la atmósfera con posible uso en acuicultura. Tesis licenciatura. U.N.A.M. E.N.E.P.I., 46 pp.

Villegas, C.T., 1990. The effects on growth and survival of feeding water fleas (*Moina macrocopa*) and rotifers (*Brachionus plicatilis*) to milkfish (*Chanos chanos*) fry. J. Aquaculture, 42(1): 10-17.

Villegas, C.T., and Lumasag, G.L., 1991. Biological evaluation of frozen zooplankton as food for milkfish (*Chanos chanos*) fry. J. Appl. Ichthyology, 7(1): 8-14.

Vives, S.P., 1988. Paret choice by larval convict cichlids, *Cichlasoma nigrofasciatum* (Cichlidae: Pisces). Animal. Behavior, 36(1): 11-19.

Walford, J., Lim, T.M., Lam, t. J., 1991. Replacing live foods with microencapsulate diets in the rearing of seabass (*Lates calcarifer*) larva, do the larvae ingest and digest protein membrane microencapsules?. Aquaculture, 92: 225-235.

Wang, J., Xia, X., Zhang, Q., 1992. A research on rearing of common carp, bighead carp and grass carp fry by natural food. J. Dalian Fish Coll., 7(2-3): 65-71.

Watanabe, T., Kitajima, C., fujita, S., 1983. Nutritional values of live organisms used in japan for propagation of fish: a review. Aquaculture, 34: 115-143.

Watanabe, T., and Kiron, V., 1994. Prospects in larval fish dietetics. Aquaculture, 124: 223-251.

Wazlavek, B.E., and Figler, M.H., 1989. Territorial prior residence, size asymetry and escalation of aggression in convict cichlids (*Cichlasoma nigrofasciatum* Günther). Aggressive Behavior, 15(3): 235-244.

Webster, C.D., Mins, S.D., Tidwell, J.H., Yancey, D.H. 1991. Comparison of live food organisms and prepared diets as first food for paddlefish, *Polyodon spathula* fry. Aquaculture Fish Management, 22(2): 155-163.

Wheaton, W.F., 1982. Acuicultura. ed. A.G.T. México, pp. 3-33.

Whyte, J.N.C., Clarke, W.C., Ginther, N.G., Jensen, J.O.T., Townsend, L.D., 1994. Influence of composition of *Brachionus plicatilis* and Artemia on growth of larval sablefish (*Anoplopoma fimbria* Pallas). Aquaculture, 119: 47-61.

Wilson, R.P., 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish. Aquaculture, 124: 67-80.

Wootton, R.J., 1990. Ecology of Teleost fishes. Chapman y Hall (editores). pp. 140-150.

**ESTA TESIS NO DEBE  
CALIB DE LA BIBLIOTECA**

## APÉNDICE 1.

### Prueba t para la variable incremento en longitud patrón

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0.15771131	0.12754762
Varianza	0.00076965	0.0010802
Observaciones	4	4
Coefficiente de correlación de Pearson		0.99359066
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	9.7938444	
P(T<=t) una cola	0.00113114	
Valor crítico de t (una cola)	2.35336302	
P(T<=t) dos colas	0.00226228	
Valor crítico de t (dos colas)	3.18244929	

### Análisis de varianza para la variable incremento en peso.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	0.04293	0.01431	5.0124
Columna 2	3	0.02815	0.009383333	3.64333
Columna 3	3	0.04193	0.013976667	4.76233

Origen de las Vanaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4.54819	2	2.27409	12.3478	0.007468	5.14324
Dentro de los grupos	1.10501	6	1.84169			
Total	0.000056532	8				

## APENDICE 2.

Prueba de t para comparación de pendientes entre los tipos de crecimiento.

$$T = \frac{b - b_0}{S_b} \quad S_b = \sqrt{\frac{S^2_{yx} / \sum x^2 - (\sum x^2)}{N}} \quad S^2_{yx} = \frac{(\sum y^2 - (\sum y)^2 / n) (b^2 [\sum x^2 - (\sum x)^2 / n])}{N - 2}$$

$$T_c = 0.4491 \quad B \text{ rubens} \quad T_c = 2.1953 \quad B \text{ calyciflorus} \quad T_{\alpha 0.05} = 1.9799$$

Prueba de F paracomparación de pendientes entre las dietas C, D y E.

$$F_c = \frac{(b_1 - b_2) \left[ \frac{\sum x^2 + \sum x^2}{(\sum x^2)(\sum x^2)} \right] S^2_{yx}}{N_1 + N_2 - 4} \quad S^2_{yx} = \frac{\sum y^2 - (\sum xy)^2 / \sum x^2 + \sum y^2 - (\sum xy)^2 / \sum x^2}{N_1 + N_2 - 4}$$

Transformaciones para:

$$F_c = 0.0165$$

Artemia vs Tubifex

$$\sum x^2 = \sum x^2 - (\sum x)^2 / n$$

$$F_c = 5.3638$$

Artemia vs Moina

$$\sum y^2 = \sum y^2 - (\sum y)^2 / n$$

$$F_c = 6.2363$$

Tubifex vs Moina

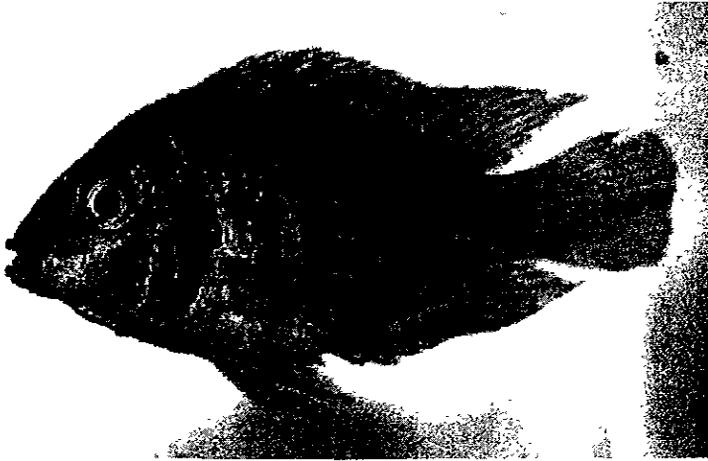
$$(\sum xy)^2 = \left[ \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n} \right]^2$$

$$F_{\alpha 0.05} = 5.02$$

### APENDICE 3.

	Acidos grasos				Referencia
	18: 2n-6	18: 3n-3	20: 5n-3	22: 6n-3	
Moina	4.2-7.3	0.6-10.1	0.2-14.5	0.1-0.5	Watanabe y Kiron, 1994.
Artemia	2.5-11.8	2.3-28.1	0.6-13.2	0.1-0.5	Watanabe y Kiron, 1994.
Tubifex	3.5	2.4	21.8	1	Bell <i>et al.</i> , 1997.

Tabla. 1. Composición de ácidos grasos (% del total de lípidos) de los alimentos probados



Clase: Osteichthyes      Orden: Perciformes      Familia: Cichlidae

Nombre científico actual: *Cichlasoma nigrofasciatum*.

Nombre científico anterior: *Herichthys nigrofasciatum*

Nombre común: ciclido comvicto, ciclido cebra.

**Descripción:** Cuerpo elongado y lateralmente comprimido, color azul-grisáceo con rayas negras, alcanza una talla de 8 a 14 cm como máximo, no presenta dimorfismo sexual evidente, la hembra es ligeramente más robusta que el macho, son ovíparos con huevo adherente, son muy territorialistas en la etapa de reproducción en la mayoría de las veces solo se reproducen con una sola pareja, mantienen un cuidado de los huevos y de las crías hasta que pueden sobrevivir por sí mismas, en su ambiente natural hacen el nido en cavernas y pequeñas grietas. Se desarrollan en aguas cálidas 25 a 30° C con un pH de 7 a 8.5, se alimentan de zooplancton, larvas de insectos y peces, plantas y lombrices acuáticas.