



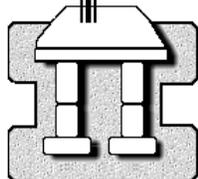
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO.**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA.**

**“Evaluación de cuatro diferentes dietas
en el crecimiento de *Chirostoma jordani*.”**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
JAHIR ARIZA ANZALDO**

**M. en C. Mario Alfredo Fernández Araiza.
Director de Tesis**



Los Reyes Iztacala.

2008.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Daniel Ariza y Luisa Anzaldo por haberme apoyado en todo para terminar esta etapa de mi vida y por haberme dado las herramientas que necesito para sobrevivir en este mundo.

A mis hermanas Janet y Jazmín Ariza por estar cuando más las necesitaba y apoyarme siempre en mis proyectos.

A mis amigos y compañeros de la carrera Israel, Enrique, Felipe, Arturo, Meztli, Karina, Hyrais, Roñas entre otros por estar a mi lado durante el transcurso de mi vida y que siempre me apoyaron cuando lo necesite.

A mis sinodales Biol. Omar Angeles López
M. en C. Alba F. Márquez Espinoza
Biol. Agustín Vargas Vera
Dr. Rodolfo Cárdenas Reygadas

A los cuales les doy las gracias por sus comentarios que enriquecieron este trabajo.

A mi asesor de tesis M. en C. Mario A. Fernández Araiza por su apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo y por sus sabios consejos tanto en lo académico como en lo personal.

A una persona muy especial para mí, América R. Romero Rodríguez, que con sus consejos, apoyo incondicional, estar cuando mas lo necesitaba y por creer en mí siempre hizo posible que terminara.

A la vida por estar en este tiempo y espacio para poder compartir con mi familia y amigos esta experiencia y ojalá pueda compartir muchas mas con ellos.

También a las personas que ya no están conmigo Isabel Mendoza y Paula Díaz, pero que siempre creyeron en mí.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), por el apoyo económico brindado para este trabajo, a través del proyecto “Respuestas de peces del género *Chirostoma*, Pises: *Atherinopsidae* al alimento vivo y balanceado” No. IN219405-5.

A todos y cada uno de ellos mil gracias.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVOS.....	7
MATERIAL Y METODOS.....	8
RESULTADOS.....	13
DISCUSION.....	18
CONCLUSIONES.....	22
BIBLIOGRAFIA.....	23
APENDICES.....	27

RESUMEN

En la acuicultura uno de los puntos más importantes es la nutrición de los organismos, por lo cual la elaboración de alimentos es indispensable para cada especie principalmente los que tienen una aplicación de consumo humano, en México existen especies endémicas las cuales son utilizadas como fuente de alimento para las poblaciones rurales, tal es el caso de la especie *Chirostoma jordani* mejor conocido como pescado blanco, dado lo anterior se evaluó tres alimentos vivos (*Brachionus rubens*, *Moina macrocopa*, Nauplio de *Artemia franciscana*) y 1 alimento balanceado (microdieta 55% proteína) para el crecimiento en juveniles de *Ch. jordani* en condiciones controladas donde se evaluó crecimiento, factor de condición y supervivencia. Al lote que se le suministro el alimento con el rotífero *Br. rubens* tuvo una mortalidad del 100% en las primeras 4 semanas del tratamiento lo cual hizo imposible la comparación con los demás alimentos. Respecto al crecimiento el lote que se le suministro *M. macrocopa* presentó un mejor rendimiento seguido por la microdieta y por último los Nauplios de *Artemia* aunque la Microdieta mostró una mayor ingesta y mejor asimilación sobre los dos alimentos vivos, el factor de condición fue de tipo alométrico positivo en el caso de los alimentos *M. macrocopa* y Nauplios de *Artemia* y de tipo alométrico negativo para la microdieta; los organismos alimentados con *M. macrocopa* tuvo mayor supervivencia con un 40% seguido por Nauplios de *Artemia* con 33.3% y por último la Microdieta con 6.6%.

INTRODUCCION

Los peces son el grupo de vertebrados mas abundantes en el planeta, además de ser diversos en sus formas y hábitos, es uno de los eslabones mas importantes para los ecosistemas, y forma parte de un recurso aprovechable que ha acompañado al hombre históricamente a través del tiempo (Espinosa, 1993), principalmente como fuente de alimento, primero por medio de la pesca de especies silvestres que cada vez es mas limitada. Por lo que la acuicultura ha tenido un gran auge en las últimas décadas como alternativa para satisfacer la demanda alimenticia (Barnabé; 1991; Castillo 2003)

En el cultivo de organismos acuáticos, la nutrición es un punto importante. Los costos de la alimentación, representan los egresos más altos en las empresas dedicadas al cultivo de organismos acuáticos, pero esto es indispensable para asegurar un crecimiento más rápido, a través de una buena alimentación. Hay avances con el conocimiento de los requerimientos nutricionales de algunas especies como la trucha, carpa y tilapia y se han elaborado alimentos artificiales para estas especies en países europeos y Estados Unidos. En México, la elaboración de alimentos balanceados no tiene más de 50 años, y lo que corresponde a organismos acuáticos solo se han elaborado principalmente para especies alóctonas como la trucha, carpa, bagre y tilapia.

En México, existen especies endémicas que tradicionalmente han sido importantes en la dieta de poblaciones rurales y que es importante mantener en los sistemas naturales en los que se desarrollan a través de su cultivo (Rojas 1995). En este caso, el conocimiento de los requerimientos nutricionales es importante para desarrollar actividades productivas.

La mayoría de estas especies, son carnívoras, principalmente depredadoras de especies zooplanctónicas en sus primeras etapas de desarrollo, por lo que el cultivo de estas especies, el alimento vivo es indispensable (Barnabé 1991)

La importancia de desarrollar el cultivo de especies endémicas es lograr su reproducción y mantenimiento en cautiverio para posteriormente reintroducirlas a sus ambientes naturales y lograr con ello su recuperación y preservación (Rivera y Orbe 1990), y con esto salvaguardar el alto grado de endemismo que existe en México (Miller, 1986).

Se ha llegado a estimar que tan solo en nuestro país existen cerca de 506 especies distribuidas en 18 ordenes y 33 familias correspondiendo al 5.1% del total en el mundo (Espinosa, 1993). De los autóctonos, tan solo una familia; Goodeidae cuenta con 40 especies (Miller, 1986).

Otro caso es el genero *Chirostoma*, que pertenece a la familia Atherinopsidae y que solo se localiza en la cuenca Lerma-chapala con un total de 18 especies y 6 subespecies (Barbour, 1973).

El genero *Chirostoma* esta dividido en dos grupos: Jordani y Arge, al primero se le conoce con el nombre común de pescado blanco correspondiendo a los peces de mayor tamaño, con escamas de la línea lateral con canales y por tener altos valores merísticos, en este grupo se encuentra *Chirostoma jordani* y *Chirostoma humboldtianum*, en el segundo grupo se les conoce con el nombre de charales, los cuales son de menor tamaño y muestra valores merísticos bajos y las escamas de la línea lateral solo poseen poros, entre ellos se encuentran las especies *Chirostoma arge* y *Chirostoma riojai* (Barbour 1973).

Este género tiene importancia desde varios puntos de vista, uno de ellos por ser endémico y por otra parte que históricamente ha sido fuente de alimento de las poblaciones prehispánicas y en nuestros días de poblaciones rurales aledañas a las zonas de desarrollo, ya sea fresco en filete, para el pescado blanco o seco para tamales en el caso de los charales, generando una fuente de trabajo a los pobladores (Navarrete, 1981).

ANTECEDENTES

Días-Prado (1993) al hacer un estudio sobre la ecología de los peces del Río Lerma encuentra que *Ch. humboldtianum* y *Ch. riojai* son poco tolerantes a los cambios de su hábitat, mientras que *C. Jordani* es una especie mas tolerante, ya que se encontró ampliamente distribuida en este lugar.

Cházaro et al. (1989) realizó un estudio de características poblacionales de *Ch. jordani* en el embalse Trinidad Fabela encontrando una alta mortalidad en invierno. Así mismo, reportó que la talla máxima para esta especie fue de a 12.7013 cm., con una fecundidad promedio de 658 óvulos por organismo y la reproducción en primavera y verano, a diferencia de *Ch. riojai*, ya que Méndez (1996) reportó que esta especie se reproduce casi todo el año, con excepción de la temporada de invierno teniendo tres épocas de desove máximas.

Navarrete et. al. (1995). reporto para *Ch. jordani* como un organismo de hábitos alimenticios zooplantófagos que varia su alimentación dependiendo de su talla y época del año en la que se encuentre, alimentándose primordialmente de Cladóceros principalmente los géneros *Diaptomus* y *Daphnia*, aunque no fue la más abundante en el ambiente pero si fue la mas consumida.

Hernández (1991). Reporto a *Ch. jordani* en la presa Begonias Gto., como un organismo que basa su dieta principalmente de Cladóceros y Copépodos, colocándolo como un organismo zooplanctofago.

Sánchez (1995) realiza un trabajo con respecto a la selección del plancton para su alimentación en especies del Genero *Chirostoma*, lo cual encuentra para la especie *Ch. jordani* tiene una fuerte selección por el genero *Bosmina* para las tallas chicas y *Daphnia* para las tallas grandes.

Méndez, (1996), Navarrete (1993) y Navarrete et. al. (2006).reporta para *Ch. humboldtianum* como una especie zooplantofaga, y que la dieta principal de este pez esta constituida de cladóceros y copépodos dependiendo el tamaño del organismo.

Figueroa (2003), realizó un estudio en laboratorio con diferentes dietas encontrando que la combinación de Nauplios de *Artemia* y *Brachionus rubens* es el mejor alimento para el crecimiento y supervivencia en los primeros 30 días después de la eclosión en larvas de *Ch. riojai*.

Meza (2002), trabajo con *Ch. humboldtianum* en etapa de cría sobre alimentación en laboratorio probando con diferentes especies rotíferos y reporta que rotífero *Brachionus rubens* presento el mayor incremento en peso y talla ha comparación de los otros rotíferos, pero no fueron tan significativas, concluyendo que los rotíferos poseen el contenido nutricional adecuado en crías de *Ch. humboldtianum* reflejándose en un desarrollo normal.

Miranda (2002) trabajo con *Ch. jordani* silvestre proveniente del lago de Xochimilco el cual los utilizo para su reproducción en laboratorio utilizando peceras y estanques, halló una alta mortalidad para los peces que se colocaron en peceras al principio en comparación con los estanques al cual no se encontró dicha mortalidad y obteniendo una reproducción exitosa en estos mismos, otra cosa que encontró fue la aceptación del alimento seco.

Chacon. et al. (1995) haciendo un estudio con 5 diferentes dietas (2 de alimento vivo y 3 de alimento balanceado) en el pescado blanco de Pátzcuaro durante un periodo de 60 días en estado de alevín, encontrando que son organismos que a pesar de ser zooplantófagos por naturaleza también tienen una buena aceptación por el alimento artificial.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de cuatro alimentos (3 vivos y 1 balanceado) para el crecimiento en juveniles de *Ch. jordani* en condiciones controladas.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar el crecimiento de *Ch. jordani* con diferentes alimentos (*Brachionus rubens*, *Moina macrocopa*, Nauplio de *Artemia franciscana*, microdietas (55% proteínas).
- Obtener el factor de condición de *Ch. jordani* después de suministrar las dietas.
- Evaluar la supervivencia de *Ch. jordani* con los alimentos suministrados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Producción Acuícola (Acuario) de la FES Iztacala. UNAM para lo cual se desplegaron las siguientes fases.

1. Producción de alimento

Se cultivaron dos de los tratamientos a utilizar, los cuales fueron *Brachionus rubens* y *Moina macrocopoda*. Un tercero tratamiento fue nauplio *Artemia* y el último fue un alimento balanceado

A) Alimento vivo

A.1) Microalgas

Se cultivo *Chlorella vulgaris* en medio Bold (Hernández y Fernández, 1997) (Apéndice 1), en envases de plástico de 2 litros, a temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 1$, con aireación y luz constante. Esta microalga se utilizo como alimento de *Br. rubens* y *M. macrocopa*.

A.2) Zooplancton

El rotífero *Br. rubens* se aisló de tanques al aire libre del Acuario de la FESI, y se cultivo de manera semi intensiva en condiciones de laboratorio, en tanques de vidrio de 20 litros con medio EPA (Trujillo, 2002) (Apéndice 2), aireación y luz constante, alimentándose diariamente con la microalga antes mencionada.

El cladóceros *M. macrocopa* se obtuvo comercialmente, se ratifico su posición taxonómica y se cultivo de manera semi intensiva en condiciones de laboratorio utilizando medio EPA, en tanques de vidrio de 30 litros, aireación y luz constantes a temperatura ambiente y alimentándose diariamente con la microalga antes mencionada.

Artemia franciscana

El anostraco *Artemia franciscana* se utilizó en la etapa de nauplio obtenida de la eclosión diaria de 0.1g de quistes durante 40 días en recipientes de plástico con capacidad de 2 litros en una solución salina de 5 gr. de NaCl y 2 gr. de Na HCO para cada litro, con aireación y luz constante durante 24 horas (Esparza, 2006).

B) Alimento Balanceado

La microdieta balanceada fue elaborada por el laboratorio de Nutrición de Organismos Acuáticos de la Facultad de Pesquerías de la Universidad de Kagoshima, Japón formulada de acuerdo a Teshima *et al.* (1982) y Kanazawa *et al.* (1989) (Apéndice 3). El alimento se almacena a 4 °C

2. Mantenimiento y Aclimatación de organismos experimentales

Se trabajó con juveniles de *Ch. jordani*, nacidos en la Planta Experimental de Producción Acuícola de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Iztapalapa, y transportados al Laboratorio de producción Acuícola (Acuario) de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala a las 6 semanas de edad en donde se colocaron en una pecera de 100 litros con aireación constante en condiciones ambientales para aclimatarlos durante 2 semanas. En este periodo, se les proporcionaron de manera alternada las cuatro dietas experimentales y se redujo paulatinamente la frecuencia de alimentación hasta ser una vez por día.

3. Fase experimental

Al término de la aclimatación se utilizaron 12 peceras (40 litros de capacidad cada una), con aireación constante, formándose 4 lotes con tres repeticiones cada uno, con 5 organismos por pecera.

Los organismos fueron pesados en una balanza analítica marca Ainsworth, sensibilidad de .0001g y medidos con una escala graduada con precisión de 1mm adaptada a contenedores elaborados de acrílico con las siguientes medidas 0.5cm de ancho 0.5cm

de alto y 2.5, 3.0 y 3.5cm de largo respectivamente (apéndice 4). Este procedimiento se llevo a cabo al inicio del experimento y cada 2 semanas durante los siguientes 40 días.

A cada pecera, se le suministro diariamente por las mañanas el 10% de la biomasa total contenida en ella, ajustando la dosis cada 2 semanas. El alimento vivo se suministro en base a su peso seco. (Apéndice 5). Después de suministrado el alimento, se dejó durante 15 minutos en la pecera, transcurrido este lapso se filtro el sobrante con una malla de 20 micras de apertura por medio de un sifón.

Diariamente, antes de suministrar el alimento, se colectaron las heces del día anterior utilizando la técnica ya descrita anteriormente. Así mismo cada 4 días se hizo un recambio de agua parcial de 5 litros.

4. Variables de Respuesta

Las variables de respuesta evaluadas fueron las siguientes:

A) Tasa de Ingesta (Fierro 1990)

$$\text{Ingestión} = \text{Alimento proporcionado} - \text{alimento remanente} \times \text{día}^{-1}/\text{organismo}$$

B) Tasa de Asimilación

- Ingesta de alimento – producción de heces

$$\text{Tasa de ingesta} \quad \times 100$$

Expresado en % de alimento asimilado por día/org.

C) Relación peso-longitud

Con los valores de peso y longitud se obtuvo la relación entre estos dos parámetros con el modelo potencial de Le Creen (Weatherly 1972) expresada de la siguiente forma:

$$W = a L^b$$

Donde: W = peso

L = longitud

a = factor de condición

b = tipo de relación

D) Crecimiento

Se determinó la tasa de crecimiento instantánea (TIC) con el modelo de (Ricker 1975) expresada en $\text{gr}^{\text{día}}-1/\text{org}$

$$\text{T.I.C. } \frac{X_2 - X_1}{T_2 - T_1}$$

En donde: X = peso o talla

T = tiempo

También se determinó la tasa relativa de crecimiento (Bryant y Matty, 1980)

$$\text{T.R.C. } \frac{X_t - X_i}{X_i} \times 100$$

E) Supervivencia

$$S = (NO - NF) \times 100$$

Donde:

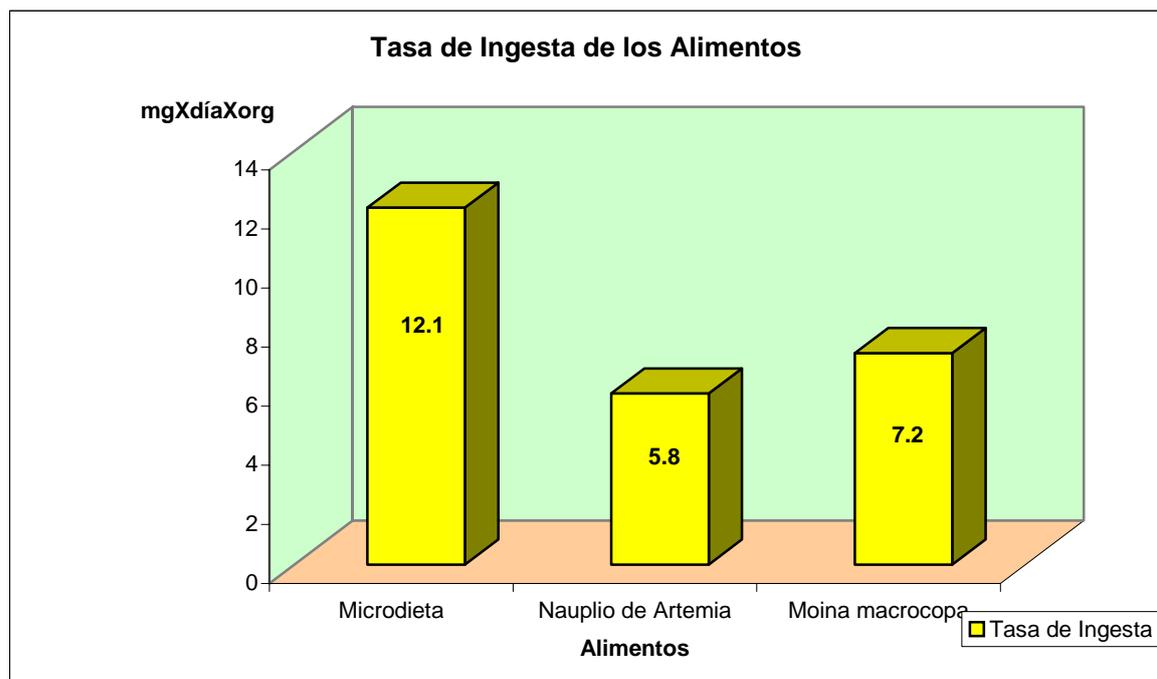
NO = numero de organismos al principio del experimento

NF = numero de organismos al final del experimento

RESULTADOS

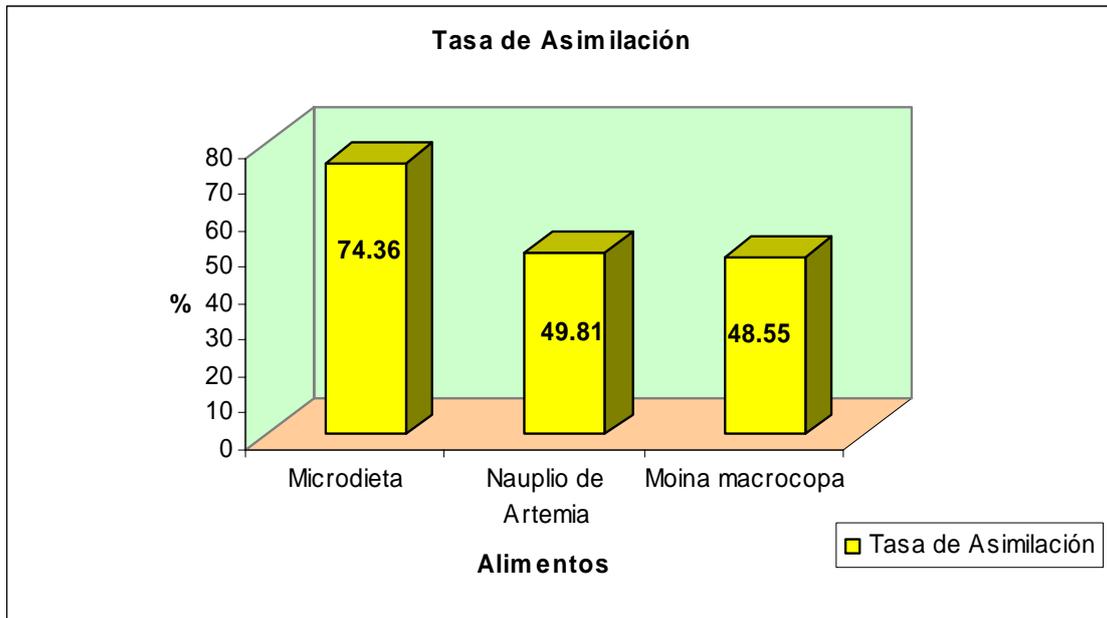
Durante las primeras 4 semanas del experimento el lote al que se le suministro el rotífero *Br. rubens*, la mortalidad que se presento fue del cien por ciento haciendo imposible una comparación con los demás alimentos con respecto a las tasas de crecimiento, asimilación y de ingesta, así como para el factor de crecimiento y debido a esto solo se compararon los otros alimentos que fueron la microdieta, Nauplio de *Artemia* y *M. macrocopa*.

A) Tasa de Ingestión



Gráfica. 1. Tasa de Ingesta promedio de los diferentes tipos de alimentos suministrados a juveniles de *Ch. jordani*.

B) Tasa de Asimilación



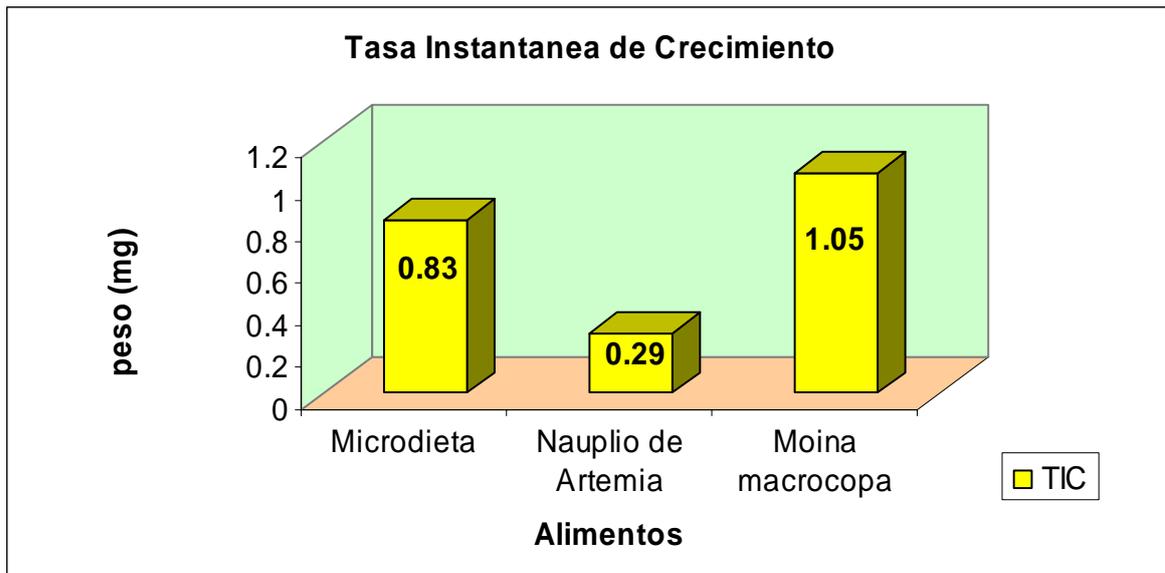
Gráfica 2. Tasa de Asimilación promedio (%día⁻¹ organismo⁻¹) con los diferentes tipos de alimentos suministrados a juveniles de *Ch. jordani*.

C) Relación peso-longitud

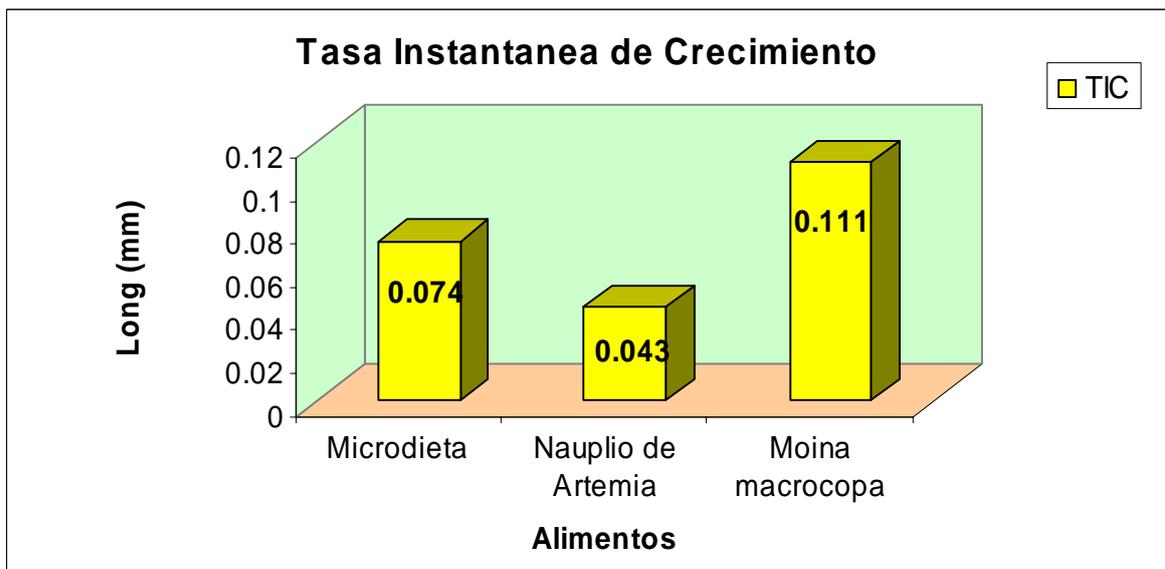
Relación Peso-Longitud				
	Inicial		Final	
	Factor de condición	Tipo de relación	Factor de condición	Tipo de relación
Microdieta	0.0037	2.9738	0.0112	2.1424
Nauplio de Artemia	0.004	2.9269	0.0024	3.7913
Moina macrocopa	0.0026	3.393	0.0026	3.8442

Tabla 1. Variables de la relación peso-longitud (Factor de condición y tipo de relación) obtenidas con las diferentes tipos de alimentos suministrados a juveniles de *Ch. jordani*. Al inicio y final del experimento.

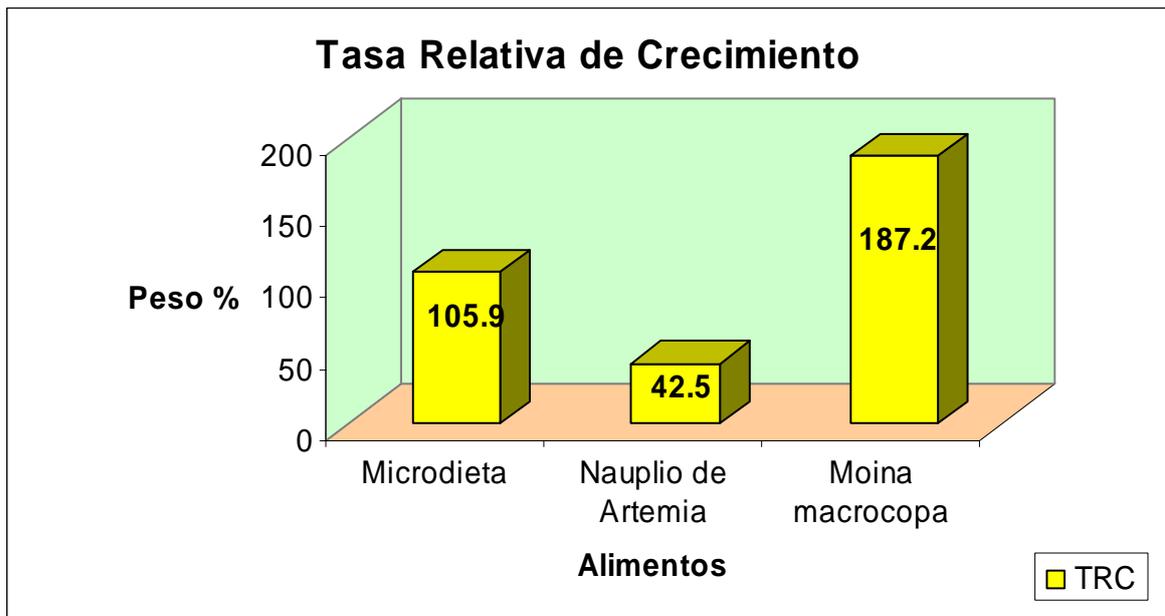
D) Crecimiento



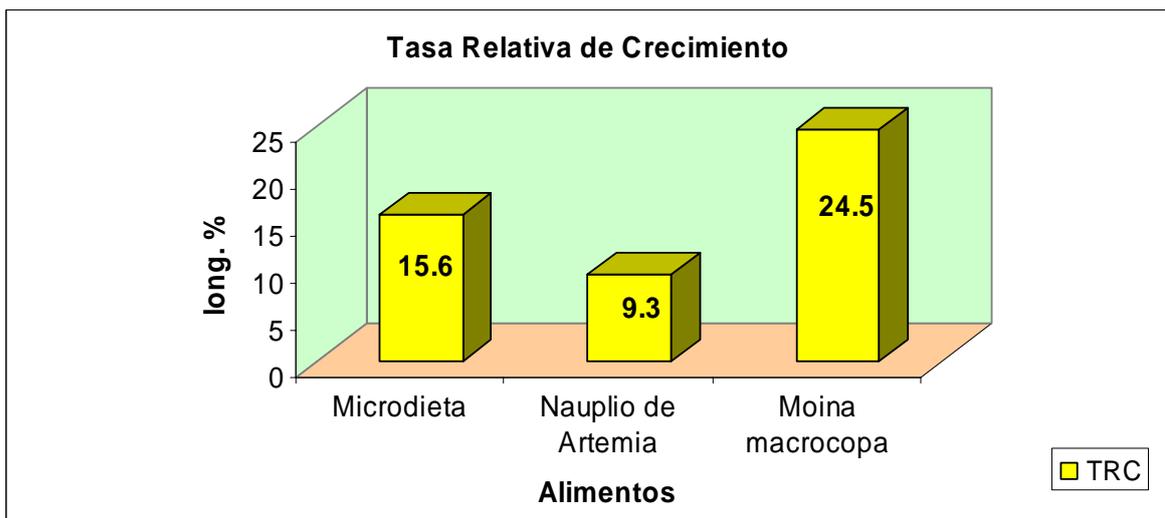
Gráfica 3. Tasa Instantánea de Crecimiento (TIC) en peso ($\text{gdía}^{-1}\text{org}^{-1}$) promedio con los diferentes tipos de alimentos suministrados a juveniles de *Ch. jordani*



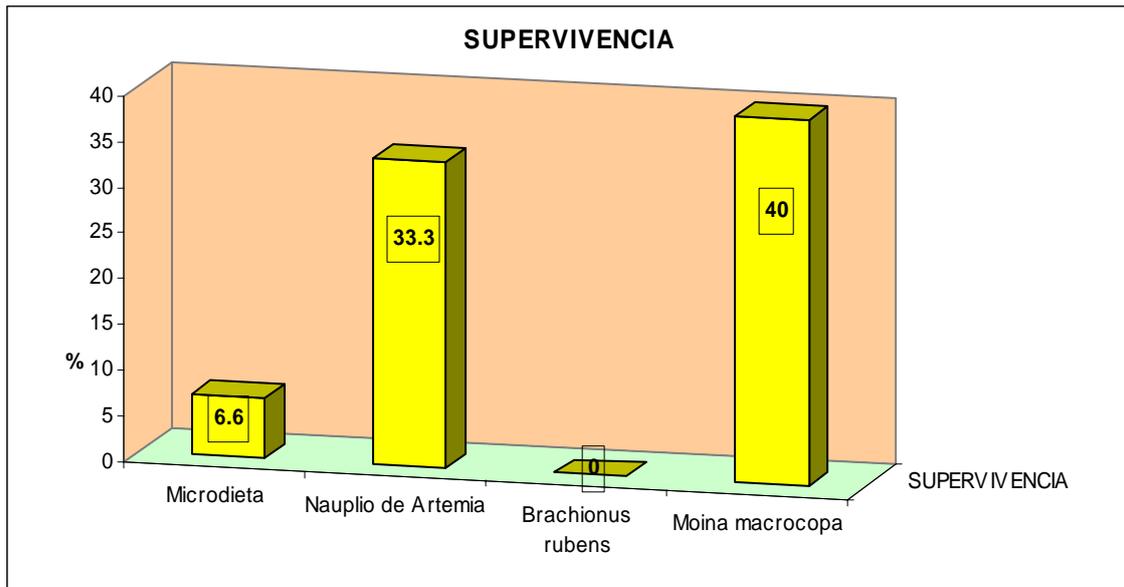
Gráfica. 4. Tasa Instantánea de Crecimiento (TIC) en longitud ($\text{cm día}^{-1}\text{org}^{-1}$) promedio con los diferentes tipos de alimentos suministrados a juveniles de *Ch. jordani*



Gráfica 5. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC), promedio en peso (%) con los diferentes tipos de alimento suministrados a juveniles de *Ch. jordani*



Gráfica 6. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC), promedio en longitud (%) con los diferentes tipos de alimentos suministrados a juveniles de *Ch. jordani*



Gráfica 7. Supervivencia en (%), con los diferentes tipos de alimentos suministrados a juveniles de *Ch. Jordani*

	0 días	14 días	28 días	40 días
Microdieta	15	6	3	1
Nauplio de <i>Artemia</i>	15	6	5	5
<i>Brachionus rubens</i>	15	9	0	0
<i>Moina macrocopa</i>	15	10	6	6

Tabla 2. Numero de organismos de juveniles de *Ch. jordani* durante la etapa experimental.

DISCUSION

La respuesta de juveniles de *Ch. jordani*, a las diferentes dietas suministradas la dieta que tuvo mayor ingesta fue la microdieta, seguida de *M. macrocopa* y nauplio de *Artemia*, la respuesta con *Br. rubens* fue negativa.

Una de las razones de estos resultados, es la disponibilidad del alimento, la microdieta fue un alimento que poseía un tamaño de partícula adecuado el cual el pez podía consumirlo sin dificultad, el tiempo que permanecía flotando sobre la superficie fue suficiente para que el organismo lo ingiriera, al contrario de los nauplios de *Artemia* que en esta etapa de su vida son organismos con movimientos lentos y torpes, lo que provoco que al suministrar los nauplios se iban al fondo rápidamente impidiendo que los peces que son organismos nectónicos los detectaran y así los ingirieran, otro factor fue el color claro que poseen, una característica mas, por la cual no pudieron ser detectados para su ingestión, *M. macrocopa* es un organismos que posee un tamaño superior al del nauplio, debido a la alimentación que se le dio poseía un color verde claro y su comportamiento en el cuerpo de agua es de un movimiento constante en todo el cuerpo de agua lo que provoco que el pez tuviera la facilidad de capturarlo mejor. (Morales-Ventura. 2004)

Por otra parte la asimilación del alimento (grafica 2), fue mejor en la microdieta con un porcentaje del 75.5% seguido por nauplios de *Artemia* con el 49.8% y finalmente los cladóceros con un 48%. Estos resultados responden a las características que poseen las dietas utilizadas, por una parte, la microdieta, se elaboro con materias primas procesadas (harinas, aceites, etc.), las cuales son fácilmente de digerir para los organismos, y lo contrario de los alimentos vivos, los cuales poseen exoesqueletos duros y por consiguiente mas difíciles de digerir (Meza, 2000; Figueroa, 2003; Hopher 1988) uno de los factores que influyera en la asimilación del alimento.

Con respecto a la tasa de crecimiento (instantánea como relativa) se observa que la respuesta de los organismos fue mejor en aquellos alimentados con *M. macrocopa* seguida por los que consumieron microdieta y nauplios de *Artemia* respectivamente (gráficas 3, 4, 5 y 6). A pesar de que *M. macrocopa* fue menos consumida que la

microdieta y la asimilación de la misma fue la mas baja de los tres alimentos utilizados con respecto a su crecimiento se expresa lo contrario, esto podría ser por la composición nutricional, en este caso, los cladóceros aparentemente, contienen los nutrientes necesarios para el desarrollo de *Ch. jordani* en la etapa de desarrollo trabajada durante este experimento, ya que en condiciones naturales, *Ch. jordani* consume como dieta preferida a los cladóceros sobre otros grupos (Sánchez, 1995; Hernández, 1991 y Navarrete, 1981).

Comparando los alimentados microdieta y Nauplio de *Artemia*, el crecimiento con el primero es mejor que en el segundo, estos resultados nos hacen inferir, como se menciona anteriormente, que la composición de los alimentos y los requerimientos nutricionales de los organismos generaron estos resultados.

El porcentaje proteínico que posee *B. rubens*, Nauplio de *Artemia*, *M. macrocopa* y la Microdieta son del 51.2% (Meza, 2002), 60% (Ziemman 2001), 43% y 55% respectivamente, sin embargo esto no es lo único que se requiere en un alimento como se menciona anteriormente, también intervienen las características organolépticas, lo que pudo pasar con el rotífero *B. Rubens* que a pesar de tener mayor cantidad de proteínas (51%), que los cladóceros (43%), lo que seria favorable para el pez en su crecimiento, posee la desventaja de tener un tamaño mas pequeño que los demás y estando ya en la etapa de juvenil, el cual el tamaño del pez es de mucho mayor tamaño, la captura del rotífero resulto ser mas difícil lo que ocasiono que los peces murieran debido a una desnutrición. En el caso de *M. macrocopa* y Nauplio de *Artemia* los tamaños son parecidos pero el movimiento y el color son diferentes como se menciona anteriormente lo que se vio reflejado en su consumo (Meza 2002; Zares 1980).

Si es cierto que en la etapa de crías los organismos necesitan un alto porcentaje de proteínas en un alimento para un mayor y mejor crecimiento, también es cierto que conformen van creciendo, los niveles proteínicos tienen que ir disminuyendo (Tacon 1989), lo que significa que en otras etapas necesitan variación en la concentración de nutrientes, como en los lípidos, carbohidratos y minerales, es así que un porcentaje alto en proteínas resulta ser innecesario, como en el caso de los nauplios de artemia y los rotíferos quienes al parecer en esta etapa son adecuados para su crecimiento por su alto contenido proteínico, por otra parte el alimento necesita de otras características como el

tamaño y el color; el cual aparte de que les proporcione los nutrientes necesarios para su crecimiento no implique un gasto innecesario de energía por su captura, lo que ocurrió con los cladóceros, que poseen estas características. Otro aspecto importante es el movimiento de las presas, ya que en las crías su capacidad de nado es menor debido a que acaban de eclosionar y es necesario que sus presas tengan movimientos parecidos, lo que volvemos con los rotíferos y los nauplios de artemia, en el primer caso los rotíferos poseen movimientos rápidos pero por los tamaños de presa-depredador son accesibles y con respecto a los nauplios sus movimientos son lentos en comparación de las crías lo que también hace su captura fácil e incluso esto induce a las crías a perfeccionar sus ataques, a diferencia de los juveniles los cuales poseen movimientos mas exactos para cazar (Zares 1980; Figueroa 2003), lo que ocurrió con los rotíferos los cuales por su tamaño y no por sus movimientos no fueron consumidos provocando la muerte de los peces debido a una desnutrición.

La supervivencia que mostró *Ch. jordani* (Grafica 6), con las diferentes dietas suministradas (microdieta, Nauplio de *Artemia*, *Br. rubens* y *M. macrocopa*), fue de 6.6%, 33.3%, 0% y 40% respectivamente hasta el final del experimento, el cual muestra al alimento *M. macrocopa* con la mayor supervivencia que las demás seguida por Nauplios de *Artemia*, microdieta y por ultimo *Br. rubens* con una supervivencia nula antes de la mitad del experimento, ocasionado por la desnutrición que se presento en ellos, con observaciones como el nado errático y un cuerpo escuálido.

Durante los primeros 14 días del experimento (Tabla 2), *Ch. jordani* mostró una supervivencia relativamente baja, debido al estrés que se presento en los organismos durante el manejo inicial, lo que concuerda con Miranda (2002), quien también reporta una mortalidad inicial alta, debido al estrés. La supervivencia de los organismos entre los 14 y 28 días aumento en la microdieta y Nauplio de *Artemia* notándose mayor en este ultimo, y con una disminución en *M. macrocopa*, pero en el alimento con rotíferos la mortalidad fue total, esto debido principalmente al tamaño de la presa, el cual posee un tamaño menor a 100 micras lo que ocasiono que la captura por parte del pez fuera menor ocasionando una desnutrición la cual fue observada con nado errático y un cuerpo escuálido. A diferencia de las demás dietas con los Nauplios de *Artemia* y los cladóceros los cuales como se menciona anteriormente son mas grandes o en la

microdieta la cual se le proporciono un tamaño de partícula mas grande conforme crecía el pez. (Zares, 1980).

Entre los 28 y 40 días del experimento la supervivencia de los peces con respecto a la microdieta disminuyo, observándose en los peces un tipo de desnutrición, viéndose con un nado lento y errático con un cuerpo demasiado escuálido, tal vez ocasionado por el alimento, a diferencia de *M. macrocopa* en el cual no presento mortalidad, y viéndose con un cuerpo robusto y con movimientos rápidos.

Los peces alimentados con Nauplio de *Artemia* también mostró una supervivencia del 100% en estos días, pero a diferencia del alimento con *M. macrocopa* ellos mostraron características similares encontradas en la microdieta y con el rotífero *Br. Rubens*.

CONCLUSIONES

- El alimento que presentó mejor rendimiento en el crecimiento fue *M. macrocopa* seguida por la microdieta y por último los Nauplios de *Artemia*. El rotífero *Br. rubens* mostró un crecimiento negativo debido principalmente al tamaño del alimento en la etapa juvenil de *Ch. jordani*.
- El factor de condición al término del experimento, en el caso del alimento con Nauplio de *Artemia* y *Moina macrocopa* fue de tipo alométrico positivo y con la microdieta fue de tipo alométrico negativo.
- La supervivencia que tuvo *Ch. jordani* fue mayor con el alimento *M. macrocopa* con un 40%, seguido por los Nauplios de *Artemia* con 33.3%, después con la microdieta con 6.6% y por último *Br. rubens* con 0%.

BIBLIOGRAFIA

- Barbour, C. D. 1973. The systematics and evolution of the genus *Chirostoma swanson* (Pisces: atherinidae). *Tulane Stud. Zool. Bot.* 18 (3): 97-141
- Barnabé, G. 1991. Acuicultura. Omega (editor). Barcelona España. Vol. 1.
- Castillo Campo Luís F. 2003. Modelo de desarrollo del cultivo de Tilapia en América Latina: perspectivas. *Memorias de la reunión nacional de Tilapia*. Instituto Nacional de la Pesca. 39-92.
- Chacón Flores Arturo, Rosas Monge Catalina y Segura García Virginia. 1995. biología reproductiva y alimentación larvaria del pez blanco en condiciones experimentales. Capitulo 2. Historia y avances del cultivo de pescado blanco. Instituto Nacional de la Pesca. P. 125-142.
- Cházaro O. S., Navarrete S. N. A. y Sánchez Merino Regina. 1989. Reproducción y crecimiento del Charal *Chirostoma Jordani* (Wooman) del embalse Trinidad Fabela, Estado de México. *Revista Zoología*, ENEP, UNAM. No. 1
- Cohen, M. D. 1970. How many recent fishes are there? *Proceedings of the California Academy of Sciences.* 38(17): 341-346
- Díaz-Prado, E.; M. Godínez; E. López y E. Soto. 1993. Ecología de los peces de la cuenca del río Lerma, México., *An. Esc. Nac. Cien. Biol.* México D. F., 39: 103-127.
- Espinosa-Pérez, H. M. T., Gaspar P. y P. Fuentes M. 1993. Listado faunístico de México III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Instituto de Biología. UNAM. México. 97 pp.
- Fernández A. M. A. y Hernández H. L. H. 1997. Isolation of Desired Algal Species and Preparation of Inoculum en Field and Laboratory Manual. Chapter 3. International Workshop on Field Cultivation Technology of Rotifers for Use as Food in Aquaculture. FES Iztacala. UNAM p. 7-14.
- Fierro Cabo Francisco. 1990. desempeño de tres dietas balanceadas, suministradas a juveniles del langostino *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en condiciones de laboratorio. Tesis Profesional. ENEP Iztacala. UNAM.

- Figueroa L. G., Meza G. O. R. 2003. Crecimiento y sobrevivencia de larvas del Charal del Alto Lerma *Chirostoma riojai* (Solórzano y López, 1965) (Atheriniformes: Atherinopsidae) en condiciones de laboratorio. CIVA 2003. 927-935
- Hopher, B. 1988. Nutrición de peces comerciales en estanques. Limusa. México. 403pp
- Hernández Jiménez Laura E. 1991. Variaciones de la dieta en *Chirostoma jordani* (pisces: Atherinidae) y *Yuridia alta* (Pisces: Cyprinidae) en la Presa Begonias, Gto. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Méndez F. 1996. Contribución al conocimiento biológico de *Chirostoma riojai* Solórzano y López, 1965, (Charal del Alto Lerma) en el embalse Ignacio Ramírez Almoloya, de Juárez México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Meza G. O. R. y Figueroa L. G. 2002. Crecimiento, sobrevivencia y desarrollo mandibular en larvas del Pez Blanco *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) (Atheriniformes: Atherinopsidae), bajo condiciones de laboratorio. CIVA 2002. 606-616
- Meza G. O. R., Figueroa-Lucero G. 2002. Crecimiento y sobrevivencia de larvas de *Chirostoma riojai* alimentadas con tres especies de rotíferos. V International meeting of the Mexican society of planktology. Jalapa, México. Sociedad Mexicana de Planctología, 2002:34-36.
- Meza, G. O. R. 2000. Eficiencia de diferentes tipos de alimento vivo en le pez convicto *Cichlasoma nigrofasciatus* (Gunter). Tesis Profesional FES Iztacala UNAM.
- Miller R. R., y M. L. Smith. 1986. Origin and geography of the fish fauna Central Mexico. pp. 491-519. In: the Zoogeography of North American Freshwater Fishes C. R. Howtt and E. o. Wiley Interscience New York.
- Miranda Gutiérrez. 2002. Estudio biológico para la reproducción en Laboratorio y Estanques del charal *Chirostoma jordani* del Lago de Xochimilco. Tesis Profesional. FES Iztacala. UNAM.
- Morales-Ventura B y J., S. Nandini and S. S. S. Sarma.2004. Functional responses during the early larval stages of the charal fish *Chirostoma riojai*

(Pisces: therinidae) fed rotifers and cladocerans. Appl. Ichthyol. Blackwell Verlag, Berlin 20, 417–421

- Navarrete S. N. A. 1981. Contribución a la biología del charal (*Chirostoma jordani*) en la presa Taxhimay, Estado de Hidalgo. Tesis profesional. ENEP Iztacala. UNAM.
- Navarrete S. N. A., Hernández C. J. y Elías F. G. 2006. Hábitos alimentarios de *Chirostoma humboldtianum* Valenciennes (1835) en el embalse San Miguel Arco, Municipio de Soyaniquilpan, Edo. Mex. Revista de Zoología No. 17: 18-27
- Navarrete S. N. A., Sánchez R. y Rojas M. L. 1995. selección del zooplancton por el charal *Chirostoma jordani* (Atheriniformes: Atherinidae). Rev. Biol. Trop., 44 (2): 757-761.
- Navarrete, S. N. A. y Cházaro O. S. 1993. Espectro trófico del charal *Chirostoma humboldtianum* Valenciennes (Atherinidae) del embalse Tiacaque, México. Rev. Zool. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. (2): 23-29
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Department of the environment fisheries and marine service. 1: 29-32, 2: 203-233.
- Rojas Carrillo Patricia M. 1995. cultivo de pescado blanco del lago de Pátzcuaro. Una revisión de las investigaciones del Instituto Nacional de la Pesca. Capítulo 1. Historia y avances del cultivo de pescado blanco. Instituto Nacional de la Pesca. P. 15-28.
- Sánchez Merino Regina. 1995. Selección del plancton por peces del Género *Chirostoma*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. División de Estudios de Posgrado UNAM.
- Sarma, S; 1996. Laboratory Manual. Internacional Workshop on Rotifer Ecotoxicology. FES. Iztacala. pp. 159
- Solórzano. A. y López. 1965. Nueva especie de *Chirostoma* capturada en la Laguna de Victoria o de Santiago Tilapia. Edo. de Méx. (Pises: Atherinidae). Ciencia. México 24(3-4): 145-150.
- Soto G. E. y Méndez S. F. 2001. *Chirostoma riojai*, el charal del Valle de Toluca en peligro de extinción. Memorias del VII encuentro de acuariofilia. AMAPE. (33): p 27.

- Suárez, N. V. 1996. contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios y nutricionales del charal *Chirostoma* sp. Para la formación de balanceados en su alimentación artificial. Tesis profesional. FEZ Zaragoza
- Tacon G.J. Albert. 1989. Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados Manual de Capacitación. FAO.
- Toledo, V. 1988. Plants by nowering birs, in Veracruz, México. Biotropica. 9. 262-267
- Trujillo, H. H.E. 2002. Tabla de vida demográfica y crecimiento poblacional de especies de rotíferos seleccionadas (Rotifera) en aguas de desechos con énfasis en calidad nutricional. Tesis Profesional FES Iztacala UNAM.
- Weatherly, A. H. 1972 Growth and Ecology of fish populations. Academic Press. London. 1-122.
- Zares. M. Thomas. 1980. Predation and Freshwater Communities. Yale University. New Haven and London.
- Ziemann A. D. and Ostrowski. 2001. Pachiness Formation and Development of Schooling Behavior in Pacific Threadfin *Polydactylus sexfilis* Reared with Different Dietary Highly Unsaturated Fatty Acid Contents. Journal of the World Aquaculture Society. 32 (3) 309-316.

APENDICES

1) Medio Bold (Fernández-Araiza y Hernández, 1997)

Micronutrientes

A un litro de agua destilada disolver los siguientes reactivos

- | | |
|-------------|---------------------------------|
| 1. 2.5 gr. | NaNO ₃ |
| 2. 2.5 gr. | CaCl ₂ |
| 3. 7.5 gr. | Mg SO ₄ |
| 4. 7.5 gr. | K ₂ HPO ₄ |
| 5. 17.5 gr. | KH ₂ PO ₄ |
| 6. 2.5 gr. | NaCl |

Agregar 1 ml. de cada solución a 1 litro de agua

Macronutrientes

Disolver en 1 L. de agua destilada los siguientes reactivos

- | | |
|--------------|-------------------------------------|
| a) 50 gr. | EDTA |
| 31 gr. | KOH |
| b) 4.98 gr. | FeSO ₄ 7H ₂ O |
| 1 ml. | H ₂ SO ₄ |
| c) 11.42 gr. | H ₃ BO ₃ |
| d) 8.82 gr. | ZnSO ₄ |
| 1.44 gr. | MnCl ₂ |
| 0.71 gr. | MoO ₃ |
| 1.75 gr. | CuSO ₄ |
| 0.49 gr. | Co(NO ₃) ₂ |

Tomar 1 ml. de cada solución por cada litro

3) Formulación de la dieta para pescado blanco (Formulation of the diet for silverside)

Ingredientes (Ingredients)	g/kg
Caseina (Casein)	250
Harina de calamar (Squid meal) ¹	100
Harina de pescado (Brown fish meal) ¹	100
Harina de krill (Krill meal) ¹	100
Dextrina (Dextrin)	35
α -almidón (α -starch)	35
Aceite de hígado de calamar (Squid liver oil)	50
Lecitina de soya (Soybean lecithin)	50
Atrayentes (Attractants) ²	10
Mezcla de vitaminas (Vitamin mix) ³	50
Mezcla de minerales (Mineral mix) ⁴	50
Zein ⁵	80
α -celulosa (α -cellulose)	90

¹Harinas sin grasas (defatted)

² taurine, 5 g; betain, 5g

³ (g/kg): ρ -aminobenzoic acid, 1.45; biotin, 0.02; myo-inositol, 14.5; nicotinic acid, 2.9; Ca-pantothenate, 1.0; pyridoxine-HCl, 0.17; riboflavin, 0.73; thiamine-HCl, 0.22; menadione, 0.17; α -tocopherol, 1.45; cyanocobalamine, 0.0003; calciferol, 0.03, L-ascorbyl-2-phosphate-Mg, 0.25; folic acid, 0.05 and choline chloride, 29.65.

⁴(g/kg): NaCl, 1.838; MgSO₄·7H₂O, 6.85; NaH₂PO₄·2H₂O, 4.36; KH₂PO₄, 11.99; Ca(H₂PO₄)₂·2H₂O, 6.79; Fe-citrate, 1.48; Ca-lactate, 16.35; AlCl₃·6H₂O, 0.009; ZnSO₄·7H₂O, 0.17; CuCl₂, 0.0005; MnSO₄·4H₂O, 0.04; KI, 0.008 and CoCl₂, 0.05

⁵ aglutinante (binder)

4) se elaboro 3 contenedores de acrílico transparente con medidas de:

0.5cm. de ancho

0.5cm. de alto

2.5, 3.0 y 3.5cm de largo

Colocando en la parte inferior del contenedor una regla marcada por mm.

5) peso de alimento vivo en base seca

Se tomo una muestra de 1 litro del cultivo de rotíferos y del cual se tomó 3 alícuotas de 1 ml cada una, se tomo el registro del numero de organismos que contenía cada una, después se hizo pasar toda la muestra por un papel filtro de 0.5 μ de porosidad (dicho papel fue pesado anteriormente), y se dejo secar en su totalidad a temperatura ambiente, después se volvió a pesar el papel y se obtuvo la diferencia la cual correspondía al peso seco de los organismos.

Este procedimiento se aplico también en los cladóceros y Nauplios de Artemia.