



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

ELABORACION Y EVALUACION DE TRES DIETAS  
CONTENIENDO "MOSCO" (Hemíptera: Corixidae  
y Notonectidae) A DIFERENTES PROPORCIONES,  
PARA TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) EN  
CONDICIONES DE LABORATORIO.

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:

ADRIAN SALGADO VARGAS

DIRECTOR DE TESIS:

BIOL. MARIO A. FERNANDEZ ARAIZA



ABRIL DE 1995.



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.

## DEDICATORIA

A mis abuelos:

María Rabadán, Tomás Salgado,  
Guadalupe Bravo y Carlos Vargas.  
Por ser para mí el ejemplo a seguir,  
como hombres de bien  
e incansables luchadores.

A mis padres:

José Abel Salgado Rabadán y  
Alicia Vargas Bravo,  
Por que gracias a ustedes  
soy lo que soy.  
Por su apoyo irrestricto,  
y su amor infinito.

A mis hermanos:

José Abel, Laura Alicia,  
Luis Alberto, Yvette  
y Mónica Annette.  
Por ese enorme amor filial que  
nos une y nos hace inseparables.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de la superación profesional.

Al Biólogo Mario A. Fernández Araiza, por su apreciable amistad y valioso apoyo como asesor de este trabajo.

A los Biólogos Alba Márquez, Martha E. Valdéz, Lucía Pavón y Antonio Cisneros, por su dedicación y valiosos comentarios en su labor como revisores y sinodales del presente estudio.

Al Biólogo Arturo Castañeda, encargado del Centro de Producción Piscícola de Zacatepec, Edo. de Morelos, de la Secretaría de Pesca, por el inapreciable apoyo en la donación de las tilapias utilizadas.

A la Bióloga Ligia González y al personal del Centro de Producción Piscícola de Tezontepec de Aldama, Edo. de Hidalgo, de la Secretaría de Pesca, por la donación de la dieta balanceada utilizada como testigo.

A la Médico Veterinario Marcela Fragoso, por su destacada asesoría en el balanceo de las dietas experimentales.

Al M. en C. Alfredo Larios y al personal que labora en el Laboratorio de Alimentos del departamento de Biotecnología del CINVESTAV, del IPN, por sus atinadas observaciones y asesoría en algunas de las determinaciones químicas que se llevaron a cabo.

A los compañeros de trabajo y alumnos del Acuario "Juan Luis Cifuentes Lemus" de Iztacala, por ese ambiente de trabajo y amistad, y por los gratos momentos compartidos.

A los compañeros de estudio en la carrera de biología; ahora buenos amigos, por la cordialidad y el apoyo que siempre encontré en todos ellos.

## INDICE

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVO.....	9
METODOLOGIA.....	10
PREPARACION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES....	10
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	11
CALCULOS REALIZADOS.....	12
RESULTADOS.....	15
ANALISIS Y DISCISION.....	30
CONCLUSIONES.....	38
BIBLIOGRAFIA.....	40
APENDICE.....	45

## RESUMEN

La acuicultura ha tenido un desarrollo acelerado, en el cual la alimentación de las especies en cultivo ha sido determinante, realizándose estudios para probar diversos ingredientes y dietas balanceadas, con resultados alentadores muchos de ellos y con problemas por la presencia de toxinas, baja digestibilidad o deficiencia de aminoácidos algunos otros; siendo necesarios más estudios con el objeto de encontrar materias primas de buena calidad, para la elaboración de dietas balanceadas; por lo que se propuso en el presente trabajo el empleo de insectos acuáticos pertenecientes a las familias Corixidae y Notonectidae, (conocidos comúnmente como mosco), en la elaboración de dietas para tilapias (*Oreochromis niloticus*), preparándose tres dietas balanceadas con un nivel aproximado de 35% de proteína total, en las cuales fue añadida harina de mosco en proporción tal que: en la dieta 1, 2 y 3 aportara el 10%, 25% y 45% de la proteína total respectivamente.

Con las tres dietas experimentales (1,2 y 3) y una dieta testigo (4), fueron alimentadas crías de tilapia con un peso promedio inicial de 1.6 g, durante diez semanas, manteniéndolas en condiciones de laboratorio; obteniéndose una respuesta adecuada del crecimiento en longitud y peso, y de los índices calculados; siendo ésta similar para los cuatro tratamientos, sin detectarse diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ), aunque los valores más bajos tanto en crecimiento como en los índices calculados se dieron al utilizar la dieta con el mayor contenido de harina de mosco (dieta 3). y por otro lado, los peces alimentados con la dieta testigo (4) presentaron pequeñas hemorragias alrededor de la boca y en la base de las aletas, concluyendo que la aparición de estos signos se debió a la presencia de grasas oxidadas en ésta.

En base a los resultados obtenidos se propone a la harina de mosco como un ingrediente adecuado para emplearse en la elaboración de dietas para tilapias, aportando una cantidad de entre el 10% al 25% de la proteína total como máximo, ya que a niveles mayores se empieza a notar una disminución del crecimiento.

Finalmente, se pudo advertir la importancia de cuidar la calidad de los ingredientes en la elaboración de dietas balanceadas, del tamaño que se obtenga de sus partículas, la cantidad de lípidos que contenga y los cuidados necesarios en sus condiciones de almacenamiento.

## INTRODUCCION

Es a mediados de este siglo, al finalizar las grandes guerras mundiales y entrar el mundo en una nueva etapa de desarrollo, cuando se empiezan a buscar fuentes alternativas de alimento para la creciente población mundial, dándosele un gran impulso a la acuicultura en diversos países del orbe.

Dada la creciente demanda de alimentos, principalmente en los países subdesarrollados, que geográficamente suelen estar situados en las regiones tropicales y subtropicales del planeta, se empezaron a realizar trabajos con las especies nativas de estos lugares, como es el caso de las tilapias africanas.

Con el cultivo de algunas especies acuícolas de climas templados y fríos, actualmente en diversos países se han logrado producciones significativas que han hecho esta actividad redituable, gracias al desarrollo de tecnologías propias, acordes a sus condiciones geográficas y ambientales.

Dentro de la acuicultura la alimentación es uno de los aspectos más importantes a considerar, ya que de esta depende obtener un crecimiento acelerado de los organismos, y que su estado de salud se mantenga lo mejor posible; además, el mayor gasto que se tiene que realizar dentro de la producción acuícola, por lo menos en la de tipo intensivo, se refiere al suministro de alimento en cantidad y calidad adecuadas.

El grado de aprovechamiento del alimento esta influenciado por diversos factores, como los ambientales, la presencia de enfermedades, la edad y la constitución genética de los organismos; sin embargo, el factor más importante se refiere a la composición del alimento, y qué tanto se acerque éste a las necesidades del pez (Bryant, et al., 1980).

En la elaboración de dietas para peces, lo primero a considerar son las proteínas, por ser el componente mayoritario de la carne y por que sin ellas no se puede dar el crecimiento; además, se ha observado que son el sustrato metabolizable más utilizado por los peces para obtener energía, a diferencia de los animales terrestres, que utilizan preferentemente a los carbohidratos con este fin; por otro lado, como el incremento del contenido proteínico en una dieta eleva los costos, se considera un desperdicio que las proteínas sean empleadas para la obtención de energía en lugar de ser canalizadas para el crecimiento. (Bryant, op cit).

El valor nutritivo de una proteína depende primeramente de la cantidad de aminoácidos esenciales presentes, y que éstos puedan ser aprovechados por el organismo (Tacon, 1987). Es difícil que una sola fuente de proteína presente un balance de aminoácidos que cumpla con los requerimientos de una especie, es por esto que suelen mezclarse diferentes materias primas, para tratar de obtener el patrón de aminoácidos esenciales adecuados a la especie que se desea alimentar.

El alto valor biológico de la harina de pescado ha creado una gran dependencia hacia ésta, por la comodidad de utilizarla en dietas para cultivo de peces. Se han realizado diversos intentos para sustituirla total o parcialmente por otras fuentes de proteína, observándose que esto ha dado como resultado una disminución en el crecimiento de los organismos (Cowey y Sargent, 1979).

En los países de clima tropical se ha propuesto a la tilapia como la especie más adecuada para establecer su cultivo (SEPESCA, 1986; Morales, 1991), y en la elaboración de dietas para ésta se han utilizado variados ingredientes, principalmente de origen vegetal, con los que se han tenido en algunos casos problemas por la presencia de toxinas, por la baja digestibilidad y en ocasiones por la falta o escasez de algunos aminoácidos, que han afectado el crecimiento.

Son necesarios más estudios referentes a la obtención de dietas que ayuden a optimizar el cultivo de peces, para lo cual se deben buscar materias primas que sean fáciles de obtener, de buena calidad y que se encuentren en cantidad suficiente en cada región.

Desde hace tiempo se viene proponiendo a los insectos como una fuente rica en proteínas que pueden ayudar a solucionar en parte el problema de la falta de alimentos (Ramos, 1987); sin embargo, la realidad indica que este grupo de animales todavía son poco aceptados directamente en la dieta humana. Una opción para utilizar indirectamente las cualidades nutricionales de los insectos, es al suministrarlos a peces que posteriormente sean consumidos por el hombre; además, cabe tomarse en cuenta que en países de climas tropicales es posible encontrarlos en forma abundante.

## ANTECEDENTES

Las investigaciones sobre la tilapia fueron iniciadas en Africa a principios de este siglo con trabajos de carácter sistemático por Cunnington y posteriormente Boulenger. Alrededor de 1927 se empiezan a realizar estudios ecológicos de las especies de tilapias, aunados a los estudios taxonómicos; destacandose dentro de éstos últimos los realizados por la Dra. Ethalwynn Trewavas quien ha dedicado toda su vida al estudio de las especies africanas y cuyo trabajo es reconocido a nivel mundial (Morales, 1991).

Las primeras tilapias introducidas a México fueron la Tilapia aurea, T. melanopleura y T. mossambica el día 10 de julio de 1964, procedentes de Auburn, Alabama, E. U. A., las cuales fueron depositadas en la estación piscícola de Temascal, Oaxaca. En 1981 se introduce al país la tilapia roja Oreochromis mossambicus y O. urolepis provenientes de Florida, E. U. A. y depositadas en jaulas flotantes de los centros piscícolas de Zacatepec y El Rodeo en el estado de Morelos. En 1986, nuevamente se hace otra introducción de tilapia roja de la especie T. nilotica, procedente de la Universidad de Stirling, Inglaterra, con dos variedades: negra y roja, depositandose en Zacatepec, Morelos. En 1987, llegan lotes de O. urolepis hornorum y O. mossambicus, así como T. zillii, desconociendose el lugar de arribo (Morales, op cit.).

Dentro de los trabajos que se han realizado con diversas especies de tilapias; destacan, además de aquellos cuyo objetivo es controlar la reproducción temprana, los realizados con el fin de encontrar una alimentación económica en su cultivo; es así que Bayne, Dunseth y Ramirios, (1976), trabajaron en Centroamerica con T. aurea elaborando dietas a base de pulpa de café, el cual es un desecho agroindustrial en El Salvador; encontrando que al suplementar la dieta con 30% de pulpa de café las tilapias fueron capaces de obtener nutrimentos sin afectar seriamente la sobrevivencia, la ganancia en peso y la eficiencia en la conversión del alimento. En otro trabajo con ánimo extremo de cultivar tilapias a bajo costo, Collis y Smitherman, (1979), alimentaron híbridos de hembras de Tilapia nilotica X machos de T. hornorum con una dieta para bagre con 36% de proteína cruda y con estiércol de ganado, obteniendo un mayor crecimiento, producción y factor de conversión para el alimento de bagre, y aunque el estiércol fue consumido directamente por los peces y no se registró un mal sabor, olor o textura de la carne, al suministrarlo se presentaron

problemas con la cantidad de oxígeno disuelto en los estanques.

Jackson, Capper y Matty, (1982-a), evaluaron una serie de harinas vegetales como fuente proteínica para Sarotherodon mossambicus, encontrando que a ciertos niveles de suplementación los vegetales promovieron un crecimiento razonable, comparado con una dieta de harina de pescado hecha en base a la misma especie de tilapia; a un nivel mayor del 50% el crecimiento se veía afectado en forma importante, aunque a distintos niveles para los distintos vegetales. Los autores hacen mención a la posibilidad de que algunos factores antinutricionales o tóxicos pudieron afectar el desempeño de las harinas vegetales así como el nivel de algunos aminoácidos.

En el trabajo de Ofojekwu y Ejike, (1984), en el que elaboran dietas en base a semilla de algodón obtuvieron resultados muy pobres tanto en crecimiento, factor de conversión del alimento y eficiencia proteínica; del mismo modo, El-Sayed, (1990), reporta que utilizando harina de semilla de algodón se obtuvieron valores más bajos de crecimiento, factor de condición, tasa específica de crecimiento y eficiencia proteínica, en comparación con una dieta con harina de pescado; sin embargo, haciendo un análisis de costo-beneficio resultó ser más económica la dieta en base a semilla de algodón; y por otro lado, este mismo autor hace mención que uno de los mayores limitantes en el uso de semillas de algodón es su alto contenido en gossypol, el cual es un tóxico para los peces por impedir el uso de la lisina, aunque parece ser que el grado de toxicidad varía según la especie alimentada.

Algunas leguminosas; además de la soya, que es un ingrediente común en la elaboración de alimentos, han sido estudiadas para ser incorporadas en dietas de tilapias; como en los trabajos de Martínez et al., (1988), y De Silva y Gunasekera, (1989), los cuales trabajaron con Canavalia ensiformis para alimentar O. mossambicus y con Phaseolus aureus para alimentar O. niloticus respectivamente. En el trabajo de Martínez et al., en el cual sustituyeron parcialmente la harina de pescado en proporciones de 10%, 25% y 35% de las dietas, observaron una relación directa entre el aumento en la mortalidad y el aumento en la harina de C. ensiformis, y concluyen que dicha harina es potencialmente utilizable, pero se debe tener precaución de no excederla en las dietas, debido a los residuos tóxicos no termo-lábiles que presenta. Por otro lado, De Silva, que trabajó con niveles de sustitución de la harina de P. aureus

de 13% a 50%, reporta que una dieta con 25% fue la que mejor se desempeñó en cuanto a factor de conversión del alimento y a tasa de crecimiento, sin mencionar problemas con toxinas en el ingrediente.

En cuanto a la cantidad de proteína en las dietas para tilapia, Mazid et al., (1979), probaron seis dietas en base a caselna con un rango desde 21% a 53% de proteína cruda, para Tilapia zillii, observando que el crecimiento en los peces aumentó al incrementar la cantidad de proteína en la dieta, hasta llegar a un nivel aproximado de 35%, a partir del cual el crecimiento fue disminuyendo en forma gradual. Jauncey, (1982), reporta que para S. mossambicus el crecimiento máximo y mejor aprovechamiento fue para una dieta conteniendo el 40% de proteína cruda. Hepher et al., (1983), utilizaron tres dietas con 13.1%, 28.7% y 43.9% de proteína para tilapia roja, encontrando que la dieta con la mayor cantidad de proteína tuvo un mejor desempeño a una temperatura media de 24.3 °C, pero a una temperatura de 20.9 °C la eficiencia de la dieta con alto contenido proteínico decreció, al mismo tiempo que las dietas con medio y bajo contenido de proteína mejoraron; mostrando así, una relación entre la temperatura y el aprovechamiento del alimento. Dentro de este mismo trabajo se realizaron estimaciones del metabolismo de la tilapia roja, mostrando igualmente una relación entre el aumento de temperatura y el consumo de energía para mantenimiento: a 25.4 °C el consumo de energía para mantenimiento fue de 36.7 cal/día por gramo de pez, y a 20.9 °C fue de 25.4 cal/día y por gramo de pez.

En el trabajo de De Silva, Gunasekera y Atapattu, (1989-b), con el objeto de establecer la cantidad de proteína más económica en las dietas para el cultivo de tilapias, trabajaron con cuatro especies: Oreochromis mossambicus, O. niloticus, O. aureus y Tilapia zillii, utilizando modelos matemáticos y la información de diversos autores en relación a la cantidad de proteína que han encontrado adecuada para tilapias, y establecen que tilapias entre 1g y 5g de peso requieren una cantidad de 28% de proteína en su dieta, pero mencionan que esta cantidad es baja si se considera la cantidad que proporciona el máximo crecimiento, que es de 34% de proteína en la dieta.

Con el objeto de encontrar los requerimientos de metionina, lisina y arginina de Sarotherodon mossambicus Jackson y Capper, (1982-b), utilizaron un alimento con 20% de proteína de harina de diversos ingredientes, y 20% como equivalente de proteína suministrado por una mezcla de aminoácidos sintéticos; donde los tres aminoácidos a probar

fueron adicionados en distintas proporciones en las dietas, encontrando que esta especie fue capaz de aprovechar los aminoácidos libres; estableciéndose además, que el nivel mínimo requerido de metionina con respecto al nivel de cistina fue de 0.53% para promover un crecimiento adecuado, al observarse un efecto negativo por aumentar la cantidad de arginina, lo cual indica un efecto inhibitorio por la interacción entre la metionina y la cistina. En cuanto a la lisina, el nivel mínimo que produjo un crecimiento adecuado fue del 1.62% y para la arginina menor de 1.59%, que fue el nivel mínimo probado para ésta. Finalmente los autores mencionan que los resultados obtenidos indican valores menores en cuanto a la cantidad requerida de estos aminoácidos que para otras especies.

De Silva et al., (1991), probaron diferentes niveles de lípidos y proteínas en dietas para tilapia roja (Oreochromis mossambicus X O. niloticus) encontrando que a todos los niveles utilizados de proteína, el mejor crecimiento se produjo en las dietas conteniendo un 18% de lípidos; lo cual es una cantidad elevada en comparación con la cantidad que suele utilizarse, ya que comúnmente es de entre el 6% al 10%.

La idea de emplear insectos para la alimentación de peces ha sido poco considerada, únicamente se puede citar el trabajo de Reyes, (1976), en el que fueron utilizados insectos como complemento alimenticio para bagre (Ictalurus punctatus), encontrando que los peces alimentados con una dieta para bagre y complementando su ración con insectos colectados en trampas de luz, mostraron un mayor crecimiento y mayor tasa de conversión alimenticia, a diferencia de los peces alimentados únicamente con la dieta para bagre.

Ramos, (1987), ha realizado gran cantidad de estudios con insectos comestibles, encontrando en todos ellos una elevada cantidad y calidad de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, concluyendo que los insectos son un alimento de características nutricionales extraordinarias.

Dentro de los insectos estudiados por Ramos, (op cit.), se puede encontrar a Corisella mercenaria, C. texcocana, Notonecta unifasciata, Krizousacorixa azteca y K. femorata; un grupo de insectos acuáticos del grupo de los Hemipteros, que pertenecen a las familias Corixidae y Notonectidae, conocidos comúnmente como chinches de agua, axayácatl o mosco; los cuales se consiguen en algunos mercados de la ciudad de México vendidos secos como alimento para aves de ornato, y que son colectados en cantidades importantes en el Lago de Texcoco; donde cabe mencionarse que en una muestra

del llamado mosco es posible encontrar una o varias de las especies antes mencionadas.

En los análisis bromatológicos realizados a muestras de mosco; Ramos, op cit., reporta valores de proteína en base seca que van desde 53% hasta 70 %, mencionando que las diferencias en las cantidades de proteína encontradas se pueden deber a factores como la metodología de análisis empleada, la homogeneidad de la muestra, la procedencia y el estado de desarrollo del insecto y las características de alimentación; sin embargo, es de notarse que ya sean muestras homogéneas o muestras compuestas en cuanto a especie, el mosco presenta una gran cantidad de proteína; mientras que, en lo referente a los aminoácidos esenciales presentes en el mosco, señala que en los análisis realizados por Massieu y col. se ha determinado que éstos se encuentran en gran cantidad, sobrepasando los valores señalados por la FAO como óptimos; menos para la metionina, la cual se encuentra en cantidad ligeramente inferior a la recomendada; y por otro lado, dentro del mismo trabajo se publican una serie de resultados de los análisis realizados a 817 alimentos por el Instituto Nacional de Nutriología, dentro de los cuales destaca el mosco por su alto contenido en calcio con 613 mg/%, fósforo con 759 mg/% y algunas vitaminas como la riboflavina con 2.02 mg/% y la tiamina con 0.54 mg/%.

Por lo anteriormente expuesto, se puede pensar en el mosco como un ingrediente adecuado en la elaboración de dietas para peces, donde caben señalarse ciertas características de muchos de los insectos, que los hacen atractivos para este fin; como son, tener un potencial reproductivo elevado, presentar ciclos de vida cortos, encontrarse en gran número y tener una elevada eficiencia de conversión del alimento que utilizan; además, si se considera que algunas materias primas empleadas en las dietas para peces han presentado problemas por su contenido de toxinas o por su pobre contenido y calidad proteínica, resulta interesante evaluar el uso del mosco en la elaboración de dietas para tilapias, determinando si es posible y conveniente sustituir parte de la proteína de la dieta utilizando dicho ingrediente.

### OBJETIVO

Elaborar tres dietas balanceadas con diferentes niveles de mosco (Hemiptera: Corixidae y Notonectidae), para evaluar su eficiencia en tilapias (Oreochromis niloticus).

## METODOLOGIA

### PREPARACION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Se elaboraron tres dietas experimentales, cuyos ingredientes fueron: harina de pescado, harina de soya, harina de trigo, harina de maíz, un complemento polivitamínico (Theravim-M, Nature's Bounty Inc. Bohemia, N.Y. 11716 U.S.A.), aceite de maíz y carboximetil celulosa como adhesivo (Mazid *et al.*, 1979; Jackson *et al.*, 1982; De Silva *et al.*, 1991); además se añadieron insectos acuáticos (Hemiptera: Corixidae y Notonectidae) conocidos en el mercado con el nombre común de mosco (Ramos, 1987), los cuales se encontraban secos y fueron molidos utilizando una licuadora para obtener harina de mosco.

Se determinó la cantidad de proteína y humedad (laboratorios ICABBI SA de CV) de las harinas de pescado, soya, trigo, maíz y de mosco. Con los datos anteriores se realizaron los cálculos matemáticos por tanteo, para balancear, junto con los demás ingredientes, tres dietas que tuvieran todas ellas un total de 35% de proteína, la cual se considera adecuada para las tilapias (Tacon, 1987); además de cumplir con las siguientes condiciones: que la harina de mosco aportara el 10% del total de la proteína en la dieta 1, en la 2 el 25% y el 45% en la número 3.

Se mezclaron los ingredientes previamente molidos, en las proporciones determinadas (ver apéndice, cuadro 1). Se agregó agua hasta formar pastas que se cocieron en autoclave sin presión durante media hora (Morales y Villicaña, 1985), y cuando disminuyó la temperatura se añadieron las vitaminas; posteriormente se hicieron pasar por una tapa con perforaciones en el extremo de un tubo de plástico, adaptado a una pistola para aplicar silicón (ver apéndice, figura 1), para formar churros con un diámetro aproximado de 2 a 3 milímetros, los cuales fueron secados al sol y molidos en mortero para obtener fragmentos de menor tamaño, con el objeto de adecuarlos al tamaño de la boca de los peces.

La dieta que se utilizó como testigo fue donada por el centro piscícola de Tezontepec, Edo. de Hidalgo; la cual consistió en una dieta balanceada empleada para carpas, en forma de pellets de 0.7 cm de diámetro por 1.5 cm de largo aproximadamente; con un contenido de entre 30% y 35% de proteína. De la misma forma que las dietas experimentales, dicha dieta fue molida utilizando un mortero para obtener fragmentos de menor tamaño.

Con el objeto de conocer las características químicas de las tres dietas experimentales y de la dieta testigo, se les realizó un análisis químico proximal en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, determinando la cantidad de proteína cruda, humedad, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, nitrógeno digerible, energía digerible y energía metabolizable.

#### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A partir de un lote de 350 crías de tilapia Oreochromis niloticus con un peso promedio de 1.6 g y una longitud patrón promedio de 35.8 mm, donadas por la estación piscícola de Zacatepec, Morelos, de La Secretaría de Pesca, se formaron al azar 12 grupos de 20 peces, los cuales fueron aclimatados e introducidos en 12 cajas de plástico de 70 cm x 40 cm x 35 cm, en el interior del Acuario de la UNAM Campus Iztacala. Las cajas fueron llenadas con agua de la red de agua potable a la cual se le eliminó previamente el cloro dejándola reposar durante 24 hrs. La temperatura del agua se mantuvo a  $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ., mediante calentadores de 100 watts con termostato, marca Hagen. Se proporcionó aireación utilizando un aireador de 1/2 caballo de fuerza, marca Gast, modelo R1-102. Se mantuvo un fotoperíodo de 10 horas, mediante lámparas fluorescentes de 40 watts. En cada tratamiento se colocaron filtros consistentes en cubos de hule espuma de 1 dm cúbico, conectados a la manguera de aireación por medio de tubos de PVC, con el objeto de mantener la calidad del agua.

Durante una semana las crías de las 12 cajas fueron alimentadas con la dieta testigo, y un día antes de comenzar los tratamientos se midieron utilizando un vernier, y se pesaron en balanza granataria de 610 g, introduciéndolas en un vaso de precipitados con agua.

Al día siguiente se asignó aleatoriamente un tratamiento para cada una de las cajas, empezando a alimentarse los peces de tres de éstas con cada una de las dietas experimentales y tres con la dieta testigo, durante un tiempo de diez semanas, para conformar un diseño experimental de cuatro tratamientos, con tres repeticiones cada uno (A, B y C) y siendo 20 peces la unidad experimental.

Los peces de cada tratamiento fueron alimentados con la dieta correspondiente dos veces al día, dándose la primera ración entre las 10 y 11 de la mañana, y la segunda ración entre las 5 y 6 de la tarde, los siete días de la semana.

Entre las dos raciones diarias se suministró a los organismos el 5% de la biomasa.

Se realizaron biometrías registrando la biomasa, longitud patrón y longitud total cada quince días, ajustando la cantidad de alimento a suministrar para mantenerlo en 5% de la biomasa registrada en cada grupo de organismos.

Diariamente se midió la temperatura del agua (con un termómetro escala  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+110^{\circ}\text{C}$ ) y se hicieron observaciones de mortalidad. Con espacio de dos semanas se realizaron mediciones de pH (utilizando un pHmetro "Cole Parmer" mod. 5941-00) y de oxígeno disuelto (por medio de un oxímetro "Yellow Spring" mod. 51B). Se realizaron cambios parciales de agua una o dos veces por semana y fueron lavados los filtros cada quince días.

En la última semana de tratamiento se retiraron los filtros de todas las cajas y se disminuyó la cantidad de alimento suministrado al 3% de la biomasa, con el objeto de asegurarse que el alimento fuera consumido en su totalidad. Se colectaron las heces producidas durante estos días mediante sifoneo con una manguera delgada, decantación y filtración, y posteriormente fueron secadas en estufa a  $70^{\circ}\text{C}$  y pesadas en balanza analítica, para finalmente determinar mediante un análisis de laboratorio, la cantidad de cenizas contenidas en las muestras de heces colectadas.

#### CALCULOS REALIZADOS

Además de realizarse análisis químicos a los ingredientes y a las dietas, y registrarse el incremento de biomasa y longitud de los organismos, se determinaron los siguientes índices: Factor de Conversión Alimenticia (FCA), Tasa de Conversión Alimenticia (TCA), Coeficiente de Eficiencia Proteínica (CEP), Aumento Bruto de Peso (ABP), Aumento Relativo de Peso (ARP), Crecimiento Diario Promedio (CDP), Rango Específico de Crecimiento (REC), Eficiencia de Asimilación (EA), Asimilación (A) y Coeficiente de Digestibilidad (CD), (Jackson, 1982; Reyes, 1976 y De Silva, 1991), utilizando las fórmulas que se describen a continuación:

$$\text{FCA} = \frac{\text{alimento consumido}}{\text{ganancia en peso}}$$

$$TCA = \frac{\text{ganancia en peso}}{\text{alimento consumido}} \times 100$$

$$CEP = \frac{\text{incremento en biomasa (peso húmedo)}}{\text{cant. de prot. consumida (peso seco)}}$$

$$ABP = \frac{\text{peso total} - \text{peso inicial}}{\text{tiempo final} - \text{tiempo inicial}}$$

$$ARP = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso inicial}}$$

$$CDP = \frac{\text{peso al tiempo } t - \text{peso al tiempo } t_0}{\text{peso al tiempo } t_0 (t - t_0)} \times 100$$

$$REC = \frac{\log e \text{ peso final} - \log e \text{ peso inicial}}{\text{periodo de tiempo (en días)}} \times 100$$

$$EA = \frac{F' - E'}{(1 - E') F'} \times 100 \quad \text{donde:}$$

$$F' = \frac{\text{peso seco del alimento libre de cenizas}}{\text{peso seco del alimento}} \quad y$$

$$E' = \frac{\text{peso seco de heces libre de cenizas}}{\text{peso seco de heces}}$$

$$A = C \times EA \quad \text{donde:}$$

C = cantidad ingerida por el organismo; y

EA = eficiencia de asimilación

$$CD = \frac{\text{alimento ingerido} - \text{heces producidas}}{\text{alimento ingerido}} \times 100$$

Para detectar diferencias estadísticamente significativas ( $P < .05$ ) se realizó la prueba de ANOVA de un factor, y una vez detectadas éstas, se procedió a realizar una comparación de medias mediante el estadístico de LSD-Fisher (Daniel, 1993); utilizando el paquete estadístico CSS 3.1.

## RESULTADOS

Al efectuar el análisis del contenido de proteína y nitrógeno de las harinas empleadas en la elaboración de las dietas balanceadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Ingrediente	Proteína (base seca) %	Nitrógeno %
Harina de pescado	63.95	10.23
Harina de soya	41.79	7.31
Harina de mosco	39.23	6.27
Harina de trigo	11.16	1.95
Harina de maíz	8.95	1.43

Tabla 1.- Contenido de proteína y nitrógeno de las harinas utilizadas en la elaboración de las dietas experimentales.

Una vez elaboradas las dietas experimentales, se les realizó un análisis químico proximal, junto con la dieta testigo, obteniéndose los valores que se muestran a continuación:

		Dieta 1 (10% prot de mosco)	Dieta 2 (25% prot de mosco)	Dieta 3 (45% prot de mosco)	Dieta 4 (testigo)
Materia seca %	Base húmeda	91.04	92.27	88.90	89.84
	Base seca	100.00	100.00	100.00	100.00
Humedad %	Base húmeda	8.96	7.73	11.10	10.16
	Base seca	0.00	0.00	0.00	0.00
Prot. cruda (N x 6.25) %	Base húmeda	30.54	31.53	32.99	27.01
	Base seca	33.54	34.17	37.11	30.06
Extracto etéreo %	Base húmeda	6.86	6.60	3.89	8.66
	Base seca	7.53	7.15	4.37	9.64
Cenizas %	Base húmeda	12.51	12.68	19.56	6.83
	Base seca	13.74	13.74	22.00	7.60
Fibra cruda %	Base húmeda	7.48	5.21	9.56	1.57
	Base seca	8.22	5.65	10.75	1.75
Ext. libre de nitrógeno %	Base húmeda	33.66	36.26	22.90	45.78
	Base seca	36.97	39.30	25.76	50.95
Nitrógeno tot. digerible %	Base húmeda	70.82	72.25	58.00	79.77
	Base seca	77.79	78.30	65.25	88.79
Energía dig. Kcal/Kg (aprox.)	Base húmeda	3122.32	3185.32	2557.40	3517.09
	Base seca	3429.70	3452.05	2876.82	3914.67
Energ. metab. Kcal/Kg (aprox.)	Base húmeda	2560.03	2611.69	2096.85	2883.71
	Base seca	2812.06	2830.38	2358.75	3209.69

Tabla 2.- Análisis químico proximal de las dietas experimentales (1, 2 y 3) y de la dieta testigo (4).

En la tabla siguiente se muestran las condiciones ambientales en que fueron mantenidas las tilapias a lo largo del estudio.

Temperatura ( °C )	Oxigeno disuelto ( p.p.m. )	pH
28 ± 2	2.5 ± 0.4	7.6 ± 0.3

Tabla 3.- Valores de Temperatura, Oxigeno Disuelto y pH mantenidos durante el experimento.

Al alimentar a los organismos durante cinco quincenas se realizó el registro del aumento en la biomasa, como se muestra a continuación:

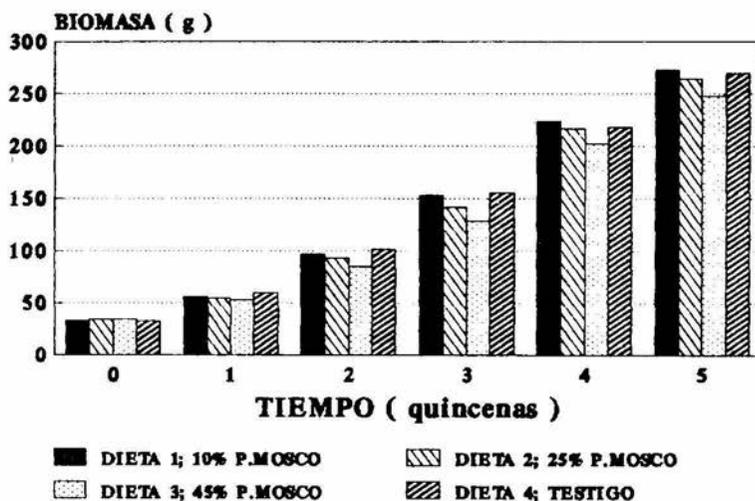
	Dieta 1 (10% p. mosc)	Dieta 2 (25% p. mosc)	Dieta 3 (45% p. mosc)	Dieta 4 (testigo)
	Biomasa g ( $\pm$ S)	Biomasa g ( $\pm$ S)	Biomasa g ( $\pm$ S)	Biomasa g ( $\pm$ S)
Tiempo 0	32.4 ( $\pm$ 0.65)	34.0 ( $\pm$ 2.04)	34.0 ( $\pm$ 3.68)	32.7 ( $\pm$ 1.18)
Tiempo 1	56.3 ( $\pm$ 1.18)	54.5 ( $\pm$ 1.81)	52.9 ( $\pm$ 5.67)	59.7 ( $\pm$ 3.77)
Tiempo 2	97.0 ( $\pm$ 4.96)	93.5 ( $\pm$ 2.10)	84.8 ( $\pm$ 7.00)	101.2 ( $\pm$ 6.92)
Tiempo 3	152.8 ( $\pm$ 15.46)	141.3 ( $\pm$ 4.59)	128.5 ( $\pm$ 8.15)	154.9 ( $\pm$ 16.38)
Tiempo 4	223.5 ( $\pm$ 39.46)	216.5 ( $\pm$ 14.16)	202.4 ( $\pm$ 7.30)	218.2 ( $\pm$ 19.60)
Tiempo 5	272.8 ( $\pm$ 35.05)	264.5 ( $\pm$ 37.64)	247.3 ( $\pm$ 22.53)	269.4 ( $\pm$ 24.50)

Tabla 4.- Valores promedio del aumento en biomasa de tilapias alimentadas con las tres dietas experimentales (1, 2 y 3) y con la dieta testigo (4), durante cinco quincenas.

- S = Desviación estándar.

- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ) entre los valores de las dietas, en los diferentes tiempos.

Con el objeto de ilustrar de otra forma el aumento en biomasa de los organismos, se utilizaron los datos de la tabla 4, para obtener la gráfica que se muestra a continuación:



Gráfica 1.- Aumento en biomasa de tilapias alimentadas con las tres dietas experimentales (1, 2 y 3), y con la dieta testigo (4), durante cinco quincenas.

En cuanto al aumento en peso promedio individual de las tilapias se obtuvieron los siguientes resultados:

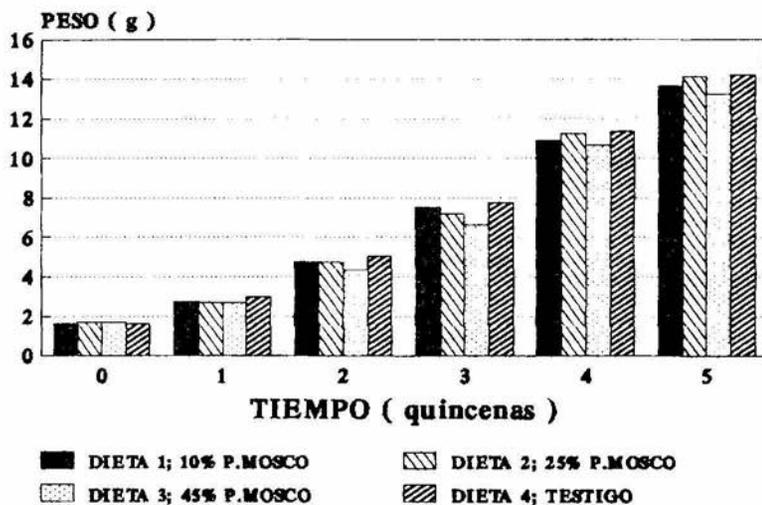
	Dieta 1 (10% p. mosc)	Dieta 2 (25% p. mosc)	Dieta 3 (45% p. mosc)	Dieta 4 (testigo)
	Peso medio g ( $\pm$ S)			
Tiempo 0	1.62 ( $\pm$ 0.03)	1.70 ( $\pm$ 0.10)	1.69 ( $\pm$ 0.18)	1.63 ( $\pm$ 0.05)
Tiempo 1	2.76 ( $\pm$ 0.05)	2.72 ( $\pm$ 0.09)	2.73 ( $\pm$ 0.25)	2.98 ( $\pm$ 0.18)
Tiempo 2	4.77 ( $\pm$ 0.10)	4.75 ( $\pm$ 0.23)	4.38 ( $\pm$ 0.30)	5.05 ( $\pm$ 0.34)
Tiempo 3	7.50 ( $\pm$ 0.54)	7.18 ( $\pm$ 0.45)	6.64 ( $\pm$ 0.27)	7.74 ( $\pm$ 0.81)
Tiempo 4	10.92 ( $\pm$ 1.61)	11.21 ( $\pm$ 1.02)	10.65 ( $\pm$ 0.18)	11.35 ( $\pm$ 1.68)
Tiempo 5	13.64 ( $\pm$ 1.48)	14.13 ( $\pm$ 1.61)	13.23 ( $\pm$ 0.57)	14.20 ( $\pm$ 0.80)

Tabla 5.- Valores promedio del aumento en peso promedio individual de tilapias alimentadas con las tres dietas experimentales (1, 2 y 3) y con la dieta testigo (4), durante cinco quincenas.

- S = Desviación estándar.

- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ), entre los valores del peso promedio de las dietas, en los diferentes tiempos.

Con el objeto de ilustrar de otra forma el aumento en peso promedio individual de los organismos, se utilizaron los datos de la tabla 5, para obtener la gráfica que se muestra a continuación:



Gráfica 2.- Aumento en peso promedio individual de tilapias alimentadas con las tres dietas experimentales (1, 2 y 3), y con la dieta testigo (4), durante cinco quincenas.

Al realizar las mediciones quincenales del aumento en longitud patrón se obtuvieron los siguientes datos:

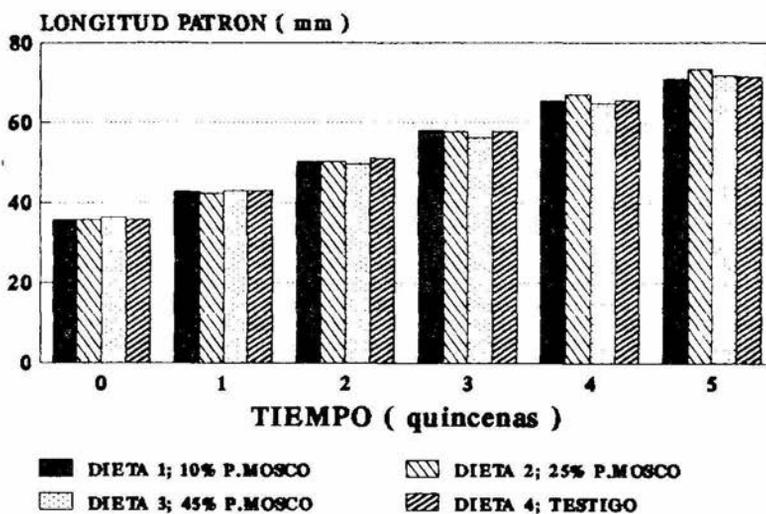
	Dieta 1 (10% p. mosc)	Dieta 2 (25% p. mosc)	Dieta 3 (45% p. mosc)	Dieta 4 (testigo)
	Long patrón mm ( $\pm$ S)			
Tiempo 0	35.7 ( $\pm$ 0.14)	35.7 ( $\pm$ 0.47)	36.4 ( $\pm$ 1.38)	35.8 ( $\pm$ 0.83)
Tiempo 1	42.8 ( $\pm$ 0.17)	42.4 ( $\pm$ 0.33)	43.0 ( $\pm$ 1.04)	43.0 ( $\pm$ 1.00)
Tiempo 2	50.3 ( $\pm$ 0.49)	50.2 ( $\pm$ 0.78)	49.6 ( $\pm$ 1.30)	51.0 ( $\pm$ 1.18)
Tiempo 3	58.0 ( $\pm$ 1.91)	57.8 ( $\pm$ 0.85)	56.2 ( $\pm$ 1.15)	57.7 ( $\pm$ 1.62)
Tiempo 4	65.5 ( $\pm$ 3.81)	67.1 ( $\pm$ 2.57)	64.8 ( $\pm$ 1.18)	65.7 ( $\pm$ 2.39)
Tiempo 5	70.8 ( $\pm$ 3.35)	73.2 ( $\pm$ 2.60)	71.7 ( $\pm$ 1.01)	71.4 ( $\pm$ 1.00)

Tabla 6.- Valores promedio del aumento en longitud patrón de tilapias alimentadas con las tres dietas experimentales (1, 2 y 3) y con la dieta testigo (4), durante cinco quincenas.

- S = Desviación estándar.

- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ), entre los valores de longitud patrón para las dietas, en los distintos tiempos.

Con el objeto de ilustrar de otra forma el aumento en longitud patrón de los organismos, se utilizaron los datos de la tabla 6, para obtener la gráfica que se muestra a continuación:



Gráfica 3.- Aumento en longitud patrón de tilapias alimentadas con las tres dietas experimentales (1, 2 y 3), y con la dieta testigo (4), durante cinco quincenas.

Y al realizar las mediciones del aumento en longitud total de los organismos, los resultados fueron los siguientes:

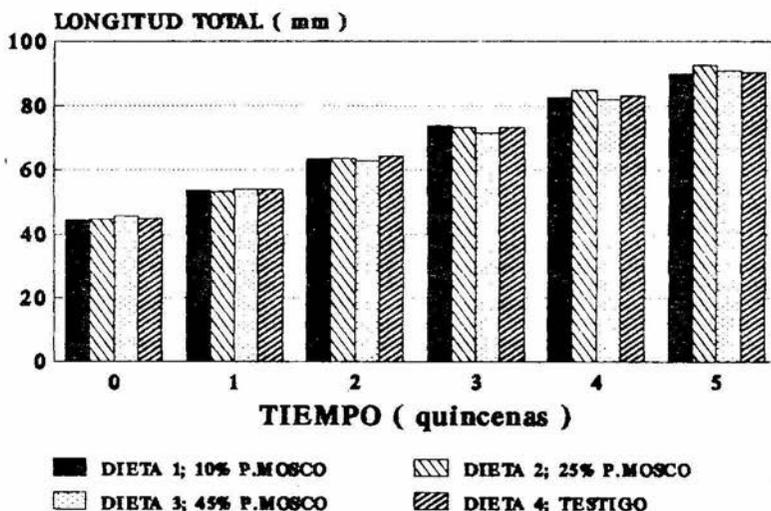
	Dieta 1 (10% p. mosc)	Dieta 2 (25% p. mosc)	Dieta 3 (45% p. mosc)	Dieta 4 (testigo)
	Long total mm ( $\pm$ S)			
Tiempo 0	44.4 ( $\pm$ 0.26)	44.8 ( $\pm$ 0.51)	45.6 ( $\pm$ 1.56)	45.0 ( $\pm$ 0.67)
Tiempo 1	53.4 ( $\pm$ 0.23)	53.2 ( $\pm$ 0.26)	54.0 ( $\pm$ 1.55)	53.9 ( $\pm$ 1.15)
Tiempo 2	63.4 ( $\pm$ 1.16)	63.7 ( $\pm$ 0.67)	62.9 ( $\pm$ 1.36)	64.4 ( $\pm$ 1.28)
Tiempo 3	73.6 ( $\pm$ 2.44)	73.3 ( $\pm$ 0.67)	71.5 ( $\pm$ 1.15)	73.1 ( $\pm$ 1.79)
Tiempo 4	82.6 ( $\pm$ 4.68)	84.8 ( $\pm$ 2.63)	81.9 ( $\pm$ 1.30)	83.0 ( $\pm$ 3.07)
Tiempo 5	89.9 ( $\pm$ 4.08)	92.5 ( $\pm$ 3.45)	90.8 ( $\pm$ 0.91)	90.3 ( $\pm$ 1.22)

Tabla 7.- Valores promedio del aumento en longitud total de tilapias alimentadas con las tres dietas experimentales (1, 2 y 3) y con la dieta testigo (4), durante cinco quincenas.

- S = Desviación estándar.

- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ), entre los valores de longitud total para las dietas, en los distintos tiempos.

Con el objeto de ilustrar de otra forma el aumento en longitud total de los organismos, se utilizaron los datos de la tabla 7, para obtener la gráfica que se muestra a continuación:



Gráfica 4.- Aumento en longitud total de tilapias alimentadas con las tres dietas experimentales (1, 2 y 3), y con la dieta testigo (4), durante cinco quincenas.

En base a los datos de la cantidad de alimento suministrado a lo largo del experimento, al aumento en peso de los organismos y la cantidad de heces producidas por éstos, así como a las cenizas contenidas tanto en los alimentos como en las heces, fueron calculados una serie de índices para evaluar la calidad de las dietas, encontrando los valores que se muestran en las tablas 8 y 9:

	Dieta 1 (10% prot de mosco)	Dieta 2 (25% prot de mosco)	Dieta 3 (45% prot de mosco)	Dieta 4 (testigo)
Factor de Conversión Alimenticia (FCA) ( $\pm$ S)	1.51 ( $\pm$ 0.11)	1.53 ( $\pm$ 0.24)	1.52 ( $\pm$ 0.07)	1.52 ( $\pm$ 0.22)
Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) ( $\pm$ S)	65.6 ( $\pm$ 5.0)	65.3 ( $\pm$ 9.8)	65.3 ( $\pm$ 3.8)	65.6 ( $\pm$ 10.8)
Coefficiente de Efic. Proteínica (CEP) ( $\pm$ S)	5.76 ( $\pm$ 0.29)	5.68 ( $\pm$ 0.77)	5.09 ( $\pm$ 0.38)	6.59 ( $\pm$ 1.30)
Aumento Bruto de Peso (ABP) ( $\pm$ S)	3.40 ( $\pm$ 0.50)	3.26 ( $\pm$ 0.55)	3.02 ( $\pm$ 0.28)	3.35 ( $\pm$ 0.36)
Aumento Relativo de Peso (ARP) ( $\pm$ S)	7.41 ( $\pm$ 1.24)	6.82 ( $\pm$ 1.28)	6.29 ( $\pm$ 0.54)	7.24 ( $\pm$ 1.06)
Crecimiento Diario Promedio (CDP) ( $\pm$ S)	10.52 ( $\pm$ 1.77)	9.67 ( $\pm$ 2.10)	8.93 ( $\pm$ 0.78)	10.28 ( $\pm$ 1.51)
Rango Especifico de Crecimiento (REC) ( $\pm$ S)	2.8 ( $\pm$ 0.2)	2.6 ( $\pm$ 0.3)	2.6 ( $\pm$ 0.1)	2.7 ( $\pm$ 0.2)

Tabla 8.- Valores promedio del Factor de Conversión, Tasa de Conversión, Coeficiente de Eficiencia Proteínica, Aumento Bruto y Relativo de Peso, Crecimiento Diario Promedio y Rango Especifico de Crecimiento de las tres dietas experimentales (1, 2 y 3), y de la dieta testigo (4), al alimentar tilapias durante cinco quincenas.

- S = Desviación estándar.

- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ), entre los valores calculados para las dietas, en los distintos índices.

	Dieta 1 (10% prot de mosco)	Dieta 2 (25% prot de mosco)	Dieta 3 (45% prot de mosco)	Dieta 4 (testigo)
Eficiencia de Asimilación (EA) ( $\pm$ S)	42.4 ( $\pm$ 18.6) *	73.6 ( $\pm$ 2.5) *	65.3 ( $\pm$ 5.4)	63.8 ( $\pm$ 11.0)
Asimilación (en g de alimento) (A) ( $\pm$ S)	158.83 ( $\pm$ 122.2)	257.15 ( $\pm$ 7.4)	210.93 ( $\pm$ 10.6)	230.04 ( $\pm$ 46.7)
Coefficiente de Digestibilidad (CD) ( $\pm$ S)	80.5 ( $\pm$ 10.0)	86.2 ( $\pm$ 1.6)	81.9 ( $\pm$ 3.0)	86.7 ( $\pm$ 6.2)

Tabla 9.- Valores promedio de Eficiencia de Asimilación, Asimilación y Coeficiente de Digestibilidad de las tres dietas experimentales (1, 2 y 3) y de la dieta testigo (4).

- S = Desviación estándar.

\* Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < .05$ ) en la Eficiencia de Asimilación entre las dietas 1 y 2. Contra las demás dietas y en los otros índices, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ).

Se realizó un seguimiento de la mortalidad de los organismos a lo largo del experimento, como se ilustra en la tabla 10:

Repetición	Dieta 1 10% p.mosc.			Dieta 2 25% p.mosc.			Dieta 3 45% p.mosc.			Dieta 4 testigo		
	Mortalidad (# de org.)			Mortalidad (# de org.)			Mortalidad (# de org.)			Mortalidad (# de org.)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Tiempo 1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Tiempo 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tiempo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tiempo 4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Tiempo 5	1	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1
Total	1	0	0	1	2	1	0	2	2	1	0	3

Tabla 10.- Mortalidad en las cuatro dietas probadas; en cada una de las repeticiones (A,B y C), durante las cinco quincenas.

Al realizar las biometrias cada quince días y revisar a cada uno de los peces, se observó hemorragias en la boca y en la base de las aletas (ver apéndice, figura 2) de algunos organismos, como se muestra en la tabla siguiente:

Repetición	Dieta 1 (10%p mosc)			Dieta 2 (25%p mosc)			Dieta 3 (45%p mosc)			Dieta 4 (testigo)		
	Hemorragias (# de org.)			Hemorragias (# de org.)			Hemorragias (# de org.)			Hemorragias (# de org.)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Tiempo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	8
Tiempo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	8	11
Tiempo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	11
Tiempo 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	18	15

Tabla 11.- Número de organismos en los que se presentaron hemorragias en la boca y en la base de las aletas.

Como se observa en la tabla anterior únicamente los peces alimentados con la dieta testigo (4) mostraron hemorragias, por lo cual se decidió realizar un análisis del índice de peróxidos presentes en esta dieta, ya que estos signos son característicos de la presencia de grasas oxidadas en el alimento suministrado a tilapias (Tacon, 1987; Chávez, 1993); encontrando el valor que se muestra a continuación:

Índice de Peróxidos (m.eq./ kg de lípido)
10.00

Tabla 12.- Cantidad de peróxidos determinados en la dieta testigo (4).

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa que la cantidad de proteína en base seca de la harina de mosco fue alta, en comparación a la mayoría de ingredientes comúnmente usados; como la harina de maíz o trigo, ya que mostró un valor de 39.23%, aproximándose a la harina de soya que presentó 41.79%. La harina de pescado fue la de mayor porcentaje de proteína, con un valor de 63.95%.

La cantidad de proteína en la harina de mosco fue alta, lo cual la hace un ingrediente atractivo para la elaboración de dietas; sin embargo, en los análisis realizados a muestras de mosco Ramos, (1987) reporta valores de proteína en un rango desde 53% hasta 70%. Las diferencias entre los valores reportados y el determinado en el presente estudio se pudieran deber como lo menciona Ramos, *op cit.*, a la metodología empleada en el análisis, la procedencia de la muestra, el estado de desarrollo de los insectos, su tipo de alimentación y si se trata de muestras homogéneas o heterogéneas en cuanto a especie. En el mosco utilizado en el presente estudio se observaron algunas impurezas consistentes en pequeños fragmentos de vegetación, restos de acociles y pequeños peces, además de sedimento y algunas pequeñas piedrecillas del lugar de recolección.

En la tabla 2 se observa que las dietas experimentales (1, 2 y 3) se aproximan a un valor de 35% de proteína total (en base seca), lo cual indica que el balanceo por tanteo utilizado fue aceptable, aunque la dieta 3 presentó un valor ligeramente alto con 37.11%. En cuanto a la dieta testigo (4) se observa que el contenido de proteína (en base seca) fue de 30.06%.

En lo referente al extracto metéreo las dietas 1 y 2 tuvieron valores muy similares con 7.53% y 7.15% respectivamente, la dieta 3 el valor más bajo con 4.37% y la dieta 4 (testigo) el valor más alto con 9.64%, lo cual se refleja en la cantidad de energía digerible y metabolizable de las dietas, ya que dichos valores siguen el mismo patrón; es decir, que la dieta 3 tiene los valores más bajos de energía, las dietas 1 y 2 valores intermedios y similares, y la dieta 4 los valores más altos.

Se piensa que la cantidad de lípido presente en las dietas fue de cierta importancia en su calidad, ya que se relaciona el crecimiento de los organismos con el aumento en la cantidad de éste. En las tablas y gráficas de aumento en

longitud y peso, las dietas experimentales 1 y 2, y testigo (dieta 4), con valores de extracto etéreo en base seca de 7.53%, 7.15% y 9.64%, respectivamente, promovieron un mayor crecimiento que la dieta experimental (3) con 4.37%; por lo tanto, se podría mejorar la calidad de las dietas experimentales empleando mayor cantidad de lípidos en su elaboración, como lo han sugerido De Silva, et al., (1991) en investigaciones con tilapia roja, (híbridos de Oreochromis mossambicus x O. niloticus), ya que en este trabajo, encontraron que al ir aumentando el porcentaje de lípidos en dietas con diversos niveles de proteína, la respuesta en el crecimiento mejoró en todas ellas, obteniéndose la máxima respuesta del crecimiento a un nivel de 18% y observándose inhibición del crecimiento al exceder dicho nivel.

En cuanto al extracto libre de nitrógeno y el nitrógeno total digerible, de igual manera que para el extracto etéreo y la energía, la dieta 3 presenta los valores más bajos, las dietas 2 y 3 valores similares intermedios y la dieta 4 los valores más altos.

La cantidad de cenizas encontrada en las dietas experimentales fue alta, con valores de 13.74% (en base seca) tanto para la dieta 1 como para la dieta 2 y de 22% para la dieta 3. Es probable que esta elevada cantidad haya sido aportada en parte por las impurezas presentes en el mosco, principalmente por sedimento del lugar de recolección; en tanto que la dieta 4 presentó un contenido de cenizas de 7.60%.

La dieta 4 (testigo), mostró el valor más bajo en cuanto a fibra cruda (1.75% base seca), y las dietas experimentales valores más altos; de entre el 5% y el 11% (base seca), lo cual se puede explicar en primer lugar por la presencia del exoesqueleto quitinoso de los insectos el cual es poco digerible, y en segundo lugar por la presencia de cierta cantidad de impurezas en el mosco utilizado.

Como se muestra en la Tabla 3, las condiciones en cuanto a temperatura y pH, se mantuvieron dentro de un rango estrecho y con valores muy adecuados para el mantenimiento de las tilapias, mientras que la cantidad de oxígeno disuelto mantuvo un promedio ligeramente bajo, con valores alrededor de 2.5 p.p.m.; sin embargo, cabe mencionarse que las condiciones de los distintos parámetros (temperatura, pH y oxígeno disuelto) se mantuvieron muy similares entre los distintos tratamientos, afectando de igual forma a todos los organismos, por lo que los efectos observados en el

crecimiento de los peces se debieron exclusivamente a los alimentos proporcionados.

Al analizar la tabla 4 y la gráfica 1, se observa en primer lugar que la biomasa inicial de los peces (tiempo 0) fue muy similar en todos los tratamientos, con un valor promedio de 33.2 g. En la primera quincena la biomasa de los organismos alimentados con la dieta 4 presentó el valor más alto con 59.7 g, seguida por la dieta 1 con 56.3 g, después la dieta 2 con 54.5 g, y al final la dieta 3 con 52.9 g, manteniéndose esta tendencia hasta la tercera quincena, pudiéndose decir que hasta este momento se observa una relación de aumento en biomasa inversa al contenido de mosco en las dietas; por otro lado, la diferencia entre la biomasa de las dietas 1 y 2 fue pequeña desde el principio hasta la última quincena, y la biomasa empleando la dieta 4 para la cuarta y quinta quincena fue superada por la de la dieta 1 y casi igual a la obtenida con la dieta 2, por lo que en la última quincena el tratamiento con una mayor biomasa obtenida fue con la dieta 1, seguida muy de cerca por la dieta 4, después por la dieta 2 y con los valores más bajos la dieta 3; sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ) en el aumento de biomasa de los grupos de tilapias al proporcionar las diferentes dietas.

Al analizar la tabla 5 y la gráfica 2 se observa que de igual forma que en el aumento en biomasa se parte de un peso promedio individual de los organismos muy similar, con un promedio de 1.66 g y se muestra la misma tendencia hasta la tercera quincena, con una ganancia en peso promedio mayor para la dieta 4, seguida por la dieta 1, muy próxima por la dieta 2 y quedando al final la dieta 3 con el menor aumento en peso promedio, y de la misma forma se observa que a partir de la cuarta quincena el aumento en peso de la dieta 4 empieza a ser menor, para que al final muestre un valor de 14.2 g y sea casi alcanzado en este caso por el de la dieta 2 con un valor de 14.13 g, seguido por el de la dieta 1 con 13.64 g y quedando nuevamente el de la dieta 3 al final con 13.23 g, sin que se detectaran diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ).

Analizando la tabla 6 y la gráfica 3 se observa que nuevamente se parte de muestras homogéneas en este caso en cuanto a longitud patrón promedio al momento de iniciar; se observa un aumento en todas las dietas con diferencias mínimas entre ellas, mostrándose un poco de resago de la dieta 3 hasta la tercera quincena, manteniéndose en la cuarta quincena, donde empieza a destacar la dieta 2; quedando de

esta forma la dieta 2 con el mayor aumento en longitud patrón promedio con 73.2 mm en la última quincena, seguida muy de cerca por las otras dietas con valores de 71.7 mm para la dieta 3, 71.4 mm para la dieta 4 y 70.8 mm para la dieta 1, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ).

En cuanto a la tabla 7 y la gráfica 4, en que se muestra el aumento en longitud total promedio, se observa exactamente el mismo comportamiento que en la tabla 6 y gráfica 3, y dado que las tilapias presentan un crecimiento de tipo isométrico esto se reflejó en el comportamiento de los valores entre las tablas y gráficas mencionadas, y de la misma forma en este caso tampoco se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ) en el aumento en longitud total promedio.

Analizando la tabla 8 se observa que el Factor de Conversión Alimenticia (FCA) promedio para todas las dietas fue de 1.5, y la Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) de 65%, los cuales son valores adecuados en términos de conversión alimenticia, que permiten apreciar que la calidad de las cuatro dietas en general fue buena, y por otro lado, el que las cuatro dietas probadas hayan tenido el mismo factor de conversión se puede explicar por el crecimiento similar que se muestra en las tablas 4 y 5, y en las gráficas 1 y 2, donde no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ).

El valor del Factor de Conversión Alimenticia (FCA) obtenido en las dietas del presente trabajo, presentó valores más adecuados que los encontrados por Ofojekwu y Ejike, (1984) y por El-Sayed, (1990), al trabajar con Tilapia nilotica, alimentandola con dietas conteniendo diferentes niveles de harina de semilla de algodón, ya que dichos autores reportan valores de conversión alimenticia de entre 2.59 hasta 10.59, y de entre 1.6 hasta 3.13 respectivamente. Así mismo, el Factor de Conversión Alimenticia del presente estudio es más adecuado que el determinado por De Silva y Gunasekera, (1989), que de igual forma trabajando con Tilapia nilotica, pero utilizando dietas elaboradas con la leguminosa Phaseolus aureus se determinó un Factor de Conversión Alimenticia con valores desde 1.53 hasta 3.21.

En cuanto a la Tasa de Conversión Alimenticia (TCA), al igual que para el (FCA) se obtuvieron valores similares para todas las dietas, ya que las cuatro dietas presentaron un valor de 65%, superando a los valores encontrados por Reyes, (1976) que al alimentar bagres (Ictalurus punctatus) con una

dieta comercial, obtuvo un valor de conversión alimenticia de 45.67%, y utilizando la misma dieta y complementando la alimentación con insectos atrapados con trampas de luz obtuvo un valor de 53.64%.

El Coeficiente de Eficiencia Proteínica (CEP) muestra pequeñas diferencias entre las dietas, con el valor más alto para la dieta 4 (testigo) con 6.59 de eficiencia proteínica, ya que, no obstante presentar esta dieta una cantidad de proteína total en base seca de 30.06% (ver Tabla 2), promovió un crecimiento similar a las dietas 1 y 2, cuyo contenido de proteína total en base seca fue de 33.54% para la dieta 1 y 34.17% para la dieta 2 (ver Tabla 2), y cuyos valores de eficiencia proteínica fueron 5.76 y 5.68 respectivamente; mientras tanto, la dieta 4 aun teniendo la mayor cantidad de proteína total con un valor de 37.11% (ver Tabla 2) obtiene el valor más bajo de eficiencia proteínica, siendo este de 5.09, por lo que la proteína contenida en la dieta 4 resultó ser la más eficiente, seguida por la dieta 1, después la dieta 2 y al final la dieta 3; sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $P > .05$ ).

El valor del Coeficiente de Eficiencia Proteínica (CEP) determinado para las dietas del presente estudio presenta valores más adecuados que los obtenidos por Ofojekwu, op cit., El-Sayed, op cit. y De Silva, op cit., ya que dichos autores reportan valores de 0.51 a 1.23, de 1.19 a 2.03 y de 1.51 a 2.99 respectivamente.

En lo que respecta al Aumento Bruto de Peso (ABP), Aumento Relativo de Peso (ARP) y Crecimiento Diario Promedio (CDP), se observan los valores más altos para la dieta 1, seguida por la dieta 4, después por la dieta 2 y al final la dieta 3; sin embargo, se observa que estas diferencias son pequeñas y entre ellas no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ), y en lo que respecta al Rango Especifico de Crecimiento (REC), se presenta nuevamente la dieta 1 con el valor más alto con 2.8, seguida por la dieta 4 con 2.7 y al final las dietas 2 y 3 con el mismo valor de 2.6, y nuevamente sin detectarse diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ).

En la Tabla 9 se observa que en la Eficiencia de Asimilación (EA) y la Asimilación (A) los valores más altos son para el tratamiento con la dieta 2, seguida por la dieta 4, posteriormente la dieta 3 y al final la dieta 1, donde se observa que existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < .05$ ) entre los valores de eficiencia de asimilación de las dietas 1 y 2, que son los valores

que más se alejan entre sí; y en el caso del Coeficiente de Digestibilidad (CD), la dieta 4 con un valor de 86.7% apenas y supera a la dieta 2 con un valor de 86.2%, seguidas por la dieta 3 con 81.9% y al final la dieta 1 con 80.5%, no detectándose diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ) entre ninguna de las dietas.

En este punto cabe señalarse que se considera que los valores obtenidos para la dieta 1 en cuanto a (EA), (A) y (CD), probablemente están subestimados, ya que éstos debían haber presentado valores semejantes a los de las dietas 2 y 4, que son las que se comportan similarmente en cuanto a crecimiento en longitud y peso (ver tablas y gráficas de aumento en longitud y peso), lo cual probablemente se debió a errores metodológicos.

En la tabla 10 se puede observar la mortalidad que tuvieron las tilapias en los distintos tratamientos y repeticiones a lo largo del experimento, notándose que ésta fue baja y no se relaciona con el tipo de alimento proporcionado, ya que los decesos que se presentaron se debieron al salto de los organismos fuera de los contenedores y en un par de ocasiones por agresividad entre los peces, ya que se encontraron sin ojos y con mordidas en el vientre.

Existen trabajos donde sí se ha observado una relación directa entre el aumento de un ingrediente en la dieta y el aumento en la mortalidad, como en el trabajo de Martínez, et al., (1988); en el que, al alimentar tilapias Oreochromis mossambicus con una leguminosa (Canavalia ensiformis); y a pesar de obtenerse factores de conversión alimenticia adecuados, se pudo determinar que la presencia de toxinas no termolábiles en la leguminosa afectan la sobrevivencia de los organismos, limitando la cantidad que se puede añadir de este ingrediente en la elaboración de dietas si no son antes sometidas a un proceso adecuado de eliminación de las toxinas.

En el transcurso del experimento, al hacer las biometrías de las tilapias, se fue notando en algunas de ellas la aparición de hemorragias en la parte superior de la boca y en la base de las aletas (ver apéndice, figura 2), elaborándose la tabla 11, donde se puede observar que únicamente los peces alimentados con la dieta 4 (testigo) presentaron dichos signos; así mismo, se observa que conforme transcurre el tiempo aumenta el número de organismos afectados, pudiéndose asegurar que las hemorragias fueron producidas por el alimento proporcionado, ya que todos los tratamientos junto con las repeticiones se encontraban

distribuidos aleatoriamente y las condiciones se mantuvieron similares en todos ellos.

Se piensa que las hemorragias en la boca y base de las aletas fueron producidas por la presencia de grasas rancias en la dieta 4 (testigo), ya que en trabajos de Tacon, (1987) y de Chávez, (1993), han reportado estos mismos signos y la disminución del crecimiento en Tilapia nilotica por la presencia de grasas rancias en el alimento, por lo cual se decidió determinar el índice de peróxidos de la dieta, encontrándose una cantidad de 10 meq /kg de lípido, como se muestra en la Tabla 12, lo que nos lleva a proponer que a esta cantidad de grasas rancias es sensible la T. nilotica, ya que en el presente estudio las hemorragias en los peces se presentaron desde la segunda semana (Tabla 11), pudiéndose relacionar los efectos con la disminución del crecimiento que presentaron los organismos a partir de la cuarta quincena (ver Tablas y gráficas de aumento en longitud y peso).

Además de las características químicas de las dietas, y en el caso de la dieta testigo (4) de la presencia de grasas rancias, se piensa que otro factor de cierta importancia en su calidad pudieron ser las características físicas de éstas, ya que dependiendo de la cantidad añadida de cada ingrediente en la elaboración de cada una, se obtuvieron pastillas de alimento con ligeras diferencias en cuanto a su tamaño, textura y dureza; así, en la dieta 1 por contener menor cantidad de harina de mosco y mayor cantidad de harina de soya y trigo; las cuales eran harinas más finas, los churros que se formaron resultaron ser ligeramente más duros y compactos, que al momento de molerlos dieron origen a fragmentos pequeños y uniformes, por lo que fueron fácilmente consumidos durante todo el período experimental, principalmente en las primeras semanas. Por su parte la dieta 2 por contener una cantidad mayor de harina de maíz y de mosco; con una finura media, y una cantidad ligeramente menor de harina de soya y trigo, dió origen a pastillas de mediano tamaño, ya que si se molian demasiado se desmoronaban produciendo un exceso de finos; por lo tanto, fueron mejor consumidas desde la segunda y tercera quincena hasta el final del experimento. En el caso de la dieta 3, por contener una cantidad elevada de harina de mosco, los churros se desmoronaban con mayor facilidad, por lo tanto al momento de molerlos se produjo por un lado una mayor cantidad de fragmentos ligeramente mayores, y por otro lado polvo fino, por lo cual las tilapias tuvieron una mayor dificultad para consumir el alimento en un principio y al final del experimento, trayendo como consecuencia mayor desperdicio de dicha dieta. Finalmente la dieta testigo (4), al momento de

ser donada presentaba forma de pellets muy grandes, con un tamaño aproximado de 0.7 cm de diámetro por 1.5 cm de largo, por lo que tuvieron que ser molidas antes de alimentar a los peces, obteniendose una harina granulosa fina, ya que la cohesión se encontraba solo en la parte superficial, por lo que esta dieta fue mejor consumida en las primeras semanas que en las últimas.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede pensar en el mosco (Insectos Hemipteros de las familias Corixidae y Notonectidae) como un ingrediente de buena calidad y adecuado para ser empleado en la elaboración de alimentos para tilapias, ya que se pudo observar que entre las dietas experimentales elaboradas con diversos niveles de dicho ingrediente y una dieta comercial utilizada en acuicultura, todas fueron bien aceptadas por los organismos, y no existieron diferencias estadísticamente significativas en la respuesta de crecimiento, ni entre los índices evaluados para comparar su calidad; sin embargo, se propone que el mosco participe en las dietas aportando entre un diez y un veinti cinco por ciento de la proteína total como máximo, ya que a niveles mayores como del cuarenta y cinco por ciento, se nota una disminución del crecimiento de los peces.

A pesar de ser el mosco un ingrediente que permitió elaborar dietas de buena calidad, se podría evaluar su uso en especies acuícolas más rentables que las tilapias, como son los peces de ornato, ya que actualmente tiene un precio elevado en el mercado, que encarece los alimentos que se elaboran con él; sin embargo, es factible conseguir el mosco en mayor volumen, lo que permitiría una disminución de su costo, al establecer contacto con las personas que cosechan estos insectos acuáticos, ya que como lo menciona Ramos, (1987) en el lago de Texcoco existen cooperativas organizadas que colectan grandes cantidades de éstos, e incluso menciona que gran parte son enviados al extranjero.

En el presente estudio fue posible visualizar la importancia de cuidar la calidad de los ingredientes a emplear en la elaboración de alimentos balanceados, ya que se pudo establecer que la presencia de impurezas en la harina de mosco fue en detrimento de su calidad y en consecuencia de la calidad de las dietas que se elaboraron con él, por lo tanto, es posible que la respuesta en el crecimiento de los peces haya sido menor a la que se podría haber obtenido utilizando un ingrediente más puro.

Dentro de la calidad de los ingredientes con que se elaboran las dietas para peces, se observó que el tamaño de las partículas de las harinas; el cual está en función del proceso de molido y tamizado, reviste gran importancia, ya que las harinas deben poseer la mayor finura posible, con un tamaño máximo de entre 250 a 400 micras, según lo menciona

Bigliani, (1993), para obtener alimentos estables en el agua, homogéneos en la proporción de los ingredientes que contiene y para poder darles el tamaño adecuado de acuerdo al tamaño de la boca de los peces.

En base a la relación entre la cantidad de lípidos de las dietas probadas en el presente estudio con la respuesta en el crecimiento de los organismos, y a lo propuesto por De Silva, et al., (1991), para mejorar la calidad de las dietas experimentales, se podría añadir una mayor cantidad de lípidos, hasta un nivel no mayor del 18%, lo que además favorecería la palatabilidad y la cohesión de las dietas.

Fue posible advertir la presencia de grasas rancias en el alimento utilizado como testigo, lo que va en detrimento de su calidad, y dado que su presencia en las dietas es consecuencia básicamente de tiempos excesivos de almacenaje y condiciones inadecuadas de humedad y temperatura en el transcurso de éste, se debe tener mayor cuidado con el manejo que se está teniendo de los alimentos balanceados.

Se pudo determinar que con un grado de oxidación de las grasas en la dieta, indicado por un índice de peróxidos de 10 meq/kg de lípido, se presentan hemorragias alrededor de la boca y en la base de las aletas de tilapias de la especie Tilapia nilotica, y se ven afectadas en su crecimiento.

## BIBLIOGRAFIA

Bardach, J. E., Ryther, J. H. y Mclarney, W. O., (1982), "Acuacultura: Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce", AGT Editor, México, D.F.

Bayne, R. D., Dunseth, D., Garcia, R. C., (1976), "Supplemental Feeds Containing Coffee Pulp for Rearing Tilapia in Central America", Aquaculture, 7:133-146.

Bryant, P., Jauncey, K. and Atack, T., (1980), "Backyard Fish Farming", Prim Press, London, p.p.170.

Bigliani, J. R., (1993), "El proceso de Peletización en la Producción de Alimentos para Acuacultura", Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuacultura, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey N. L., México.

Castell, J. D., Sinnhuber, R. O., Wales, J. H. and Lee, D. J., (1972-a) "Essential Fatty Acids in the Diet of Rainbow Trout (Salmo gairdneri): Growth, Feed Conversion and Some Gross Deficiency Symptoms", J. Nutr., 102:77-86.

Castell, J. D., Sinnhuber, R. O., Lee, D. J. and Wales, J. H., (1972-b) "Essential Fatty Acids in the Diet of Rainbow Trout (Salmo gairdneri): Physiological Symptoms of EFA Deficiency", J. Nutr. 102:87-92.

Castell, J. D., Lee, D. J. and Sinnhuber, R. O., (1972-c), "Essential Fatty Acids in the Diet of Rainbow Trout (Salmo gairdneri): Lipid Metabolism and Fatty Acid Composition", J. Nutr., 102:93-100.

Collins, W. J. and Smitherman, R. O., (1979), "Production of Tilapia Hybrids with Cattle Manure or a Commercial Diet", Auburn University, Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama, 36830.

Cremer, M. C., and Smitherman, R. O., (1980), "Food Habits and Growth of Silver and Bighead Carp in Cages and Ponds", Aquaculture, 20:57-64.

Chávez, S. M. C., (1993), "Enfermedades Nutricionales en Acuacultura" Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuacultura, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey N. L., México.

Daniel, W. W., (1993), "Bioestadística, Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud", 3ª Edición, Limusa Noriega Editores, México.

Dean, J. C. and Robinette, H. R., (1983), "Effect of High-Lysine Corns and Lysine Supplements on Growth of Fingerling Catfish Fed Practical Diets", Prog. Fish Cult., 45(4).

De Silva, S. S. and Weerakoon, D. E. M., (1981), "Growth, Food Intake and Evacuation Rates of Grass Carp, Ctenopharigodon idella Fry", Aquaculture, 25:67-76.

De Silva, S. S., Gunasekera, R. M., (1989-a), "Effect of Dietary Protein Level and Ammount of Plant Ingredient (Phaseolus aureus) Incorporated into the Diets on Consumption, Growth Performance and Carcass Composition in Oreochromis niloticus (L.) Fry", Aquaculture, 80:121-133.

De Silva, S. S., Gunasekera, R. M. and Atapattu, D., (1989-b), "The Dietary Protein Requirements of Young Tilapia and an Evaluation of the Least Cost Dietary Protein Levels", Aquaculture, 80:271-284.

De Silva, S. S., Gunasekera, R. M. and Shim, K. F., (1991), "Interactions of Varying Dietary Protein and Lipid Levels in Yuong Red Tilapia: Evidence of Protein Sparing", Aquaculture, 95:305-318.

Durán, D. A., Cisneros, C. A. E., Fernández, A. M. A., Gersenowies, R. J. R., Meráz, M. S. y Vargas, V. A., (1986), "Manual de Técnicas Estadísticas". E.N.E.P.I.-U.N.A.M.

El-Sayed, A. M., (1990), "Long-Term Evaluation of Cotton Seed Meal as a Protein Source for Nile Tilapia Oreochromis niloticus (Linn.)", Aquaculture, 84:315-320.

Franco, G. M. J., Díaz, C. D. y Ruiz, C. V., (1990), "Métodos de Análisis Utilizados para la Evaluación de Proteínas", Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N., México.

Guerra, V. A., (1992), "Determinación del Crecimiento y Factor de Condición de la Trucha Arcoiris Oncorhynchus mykiss en Diferentes Unidades de Producción Acuicola de la Sección Especializada de Recursos Pesqueros San Pedro Atlapulco, Edo. de México", (Tesis Licenciatura), Fac. de Ciencias, U.N.A.M., México.

Halver, J. E., (1989), "Fish Nutrition", 2nd Edition, Academic Press, San Diego, California, E.U.

Herper, B., Liao, I. C., Cheng, S. H. and Hsieh, C. S., (1983), "Food Utilization by Red Tilapia - Effects of Diet Composition, Feeding Level and Temperature on Utilization Efficiencies for Maintenance and Growth", Aquaculture, 32:255-275.

Jackson, A. J., Capper, B. S., Matty, A. J., (1982-a), "Evaluation of Some Plant Proteins in Complet Diets for the Tilapia Sarotherodon mossambicus", Aquaculture, 27:97-109.

Jackson, A. J., Capper, B. S., (1982-b), "Investigations into the Requirements of the Tilapia Sarotherodon mossambicus for Dietary Methionine, Lysine and Arginine in Semi-synthetic Diets", Aquaculture, 29:289-297.

Jauncey, K., (1982), "The Effects of Varying Dietary Protein Level on the Growth, Food Conversion, Protein Utilization and Body Composition of Juvenile Tilapias (Sarotherodon mossambicus)", Aquaculture, 27:43-54.

Jobling, M., (1981), "Temperature Tolerance and the Final Preferendum - Rapid Methods for the Assesment of Optimum Growth Temperatures", J. Fish Biol., 19:439-455.

Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R. y Passino, D. R. M., (1984), "Ictiología", 1ª Edición en Español, AGT Editor, México, D.F.

Lovell, R. T., Miyazaki, T. and Rabecnator, S., (1984), "Requirement for  $\alpha$ -tocopherol by Channel Catfish Fed Diets Low in Polyunsaturated Triglicerides", J. Nutr., 114:894-901.

Martínez, P. C. A., Galván, C. R., Olvera, N. C. A., Chávez, M. C., (1988), "The Use of Jack Bean (Canavalia ensiformis Leguminosae) Meal as a Partial Substitute for Fish Meal in Diets for Tilapia (Oreochromis mossambicus Ciclidae)", *Aquaculture*, 68:165-175.

Mazid, M. A., Tamaka, Y., Katayama, T., Rahman, M. A., Simpson, K. L. and Chichester, C. O., (1979), "Growth Response of Tilapia zilli Fingerlings Fed Isocaloric Diets with Variable Protein Levels", *Aquaculture*, 18:115-122.

McBen Ka, B. O., and Lovell, R. T., ( ), "Feeding Conbinations of Extruded and Pelleted Diets to Channel Catfish in Ponds", *Prog. Fish Cult.*

Morales, D. A., (1991), "La Tilapia en México. Biología, Cultivo y Pesquerías", AGT Editor, México.

Morales, V. J. y Villicaña, V. F., (1985), "Estudio del Valor Nutritivo de Diferentes Componentes No Convencionales en la Dieta de la Carpa Común (Cyprinus carpio L.)", (Tesis de Licenciatura), E.N.E.P.I. - U.N.A.M., México.

Norman, J. R., (1975), "A History of Fishes", Butler and Tanner Ltd, London, Great Britain.

Ofojekwu, P. C. and Ejike, C., (1984), "Growth Response and Feed Utilization in the Tropical Cichlid Oreochromis niloticus niloticus (Lin.) Fed on Cotton Seed-based Artificial Diets", *Aquaculture*, 42:27-36.

Ramos, E. C. J., (1987), "Los Insectos como Fuente de Proteínas en el Futuro", 2ª Edición, Limusa, México.

Reinitz, G. and Hitzel, F., (1980), "Formulation of Practical Diets for Rainbow Trout Based on Desired Performance and Body Composition", *Aquaculture*, 19:243-252.

Reyes, G. C., (1976), "Empleo de Insectos como Complemento Alimenticio para Bagre (Ictalurus punctatus)", *Boletín Bimestral de la División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas del I.T.E.S.M., Monterrey N.L.*, p. 26-31.

Robinson, E. H., Miller, J. K., Vergara, V. M. and Ducharme, G. A., ( ), "Evaluation of Dry Extrusion-cooked Protein Mixes as Replacements for Soybean Meal and Fish Meal in Catfish Diets", Prog. Fish Cult.

SEPESCA., (1986), "Piscicultura de Agua Dulce. Manual Recetario", México.

Tacon, A. G. J., (1987), "The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. A Training Manual", Food and Agricultural Organization of the United Nations, Brasil.

Tacon, A. G. J., (1989), "Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados. Manual de Capacitación", Documento de Campo No. 4, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Proyecto Aquila II, Italia.

Tibaldi, E. and Linnari, D., (1991), "Optimal Dietary Lysine Levels for Growth and Protein Utilization of Fingerling Sea Bass (Dicentrarchus labrax L.) Fed Semipurified Diets", Aquaculture, 95:297-304.

Trujillo, F. V., (1987), "Métodos Matemáticos en la Nutrición Animal", 2a Edición, Mc Graw Hill, México.

## APENDICE

En la figura se muestra el dispositivo utilizado para la elaboración de los churros de las dietas experimentales; el cual consistió en una pistola para aplicar silicón, a la que se adaptó un tubo de silicón vacío, un émbolo y una tapa con perforaciones; además de un pequeño tramo de tubo de PVC partido a la mitad, para habilitar un espacio que permitiera la salida de los churros.

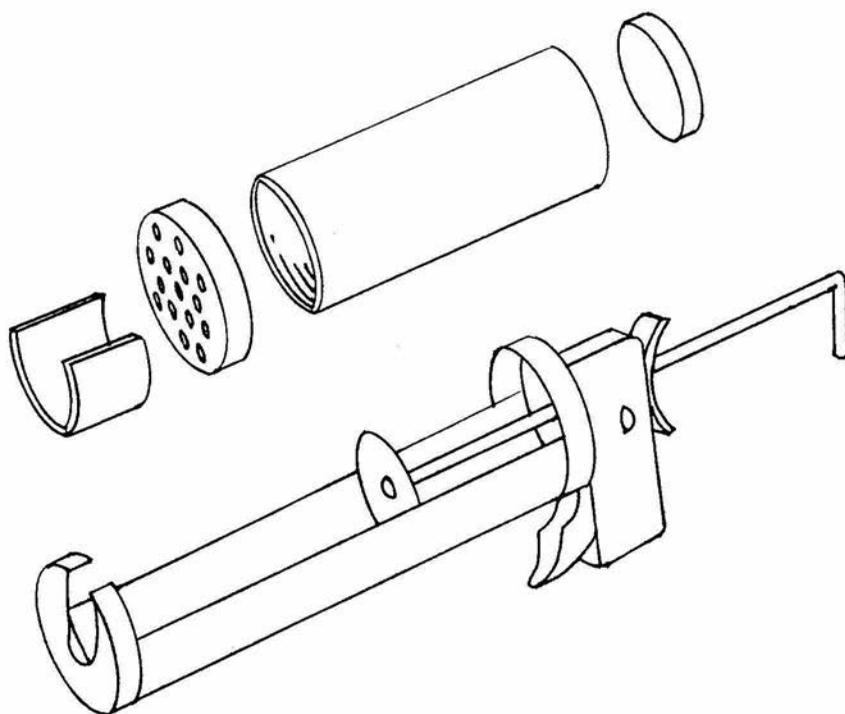


Figura 1.- Dispositivo utilizado para la elaboración de los churros de las dietas experimentales.

En el cuadro se muestra el porcentaje utilizado de los distintos ingredientes, en la elaboración de las dietas experimentales; según los cálculos matemáticos para que la harina de mosco aportara 10%, 25% y 45% de la proteína total en las dietas 1, 2 y 3, respectivamente.

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Ingrediente	Cantidad agregada %	Cantidad agregada %	Cantidad agregada %
Harina de pescado	20.00	20.00	20.00
Harina de soya	33.78	23.35	8.60
Harina de mosco	8.92	22.32	40.17
Harina de trigo	13.00	5.00	6.83
Harina de maíz	19.22	24.65	19.40
Lípidos, vitaminas, minerales y aditivo (carboximetil celulosa)	5.00	5.00	5.00

Cuadro 1.- Porcentaje agregado de los distintos ingredientes en la elaboración de las dietas experimentales (1, 2 y 3).

En la figura se ilustra a manera de zonas punteadas más oscuras, los lugares donde se observaron hemorragias en las tilapias alimentadas con la dieta testigo (4); debidas a la presencia de grasas rancias en el alimento.

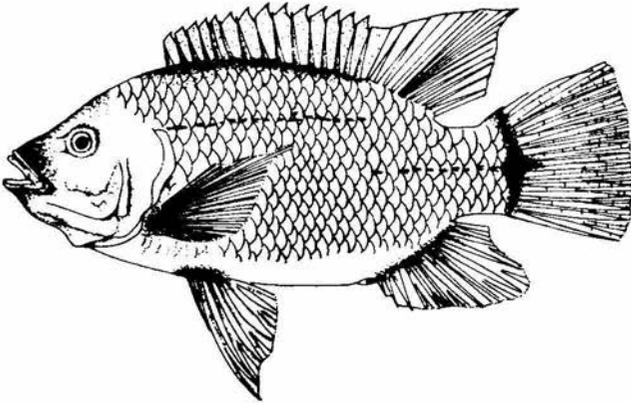


Figura 2.- Representación de las hemorragias que se presentaron alrededor de la boca y en la base de las aletas de tilapias alimentadas con la dieta testigo (4).