



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

UTILIZACIÓN DE L-CARNITINA COMO
PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN *Poecilia
reticulata* (guppy)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

PRESENTA:

HEIDI IRAIS MONROY ESTRADA



Ecología
de Peces

DIRECTOR: M. en C. ADOLFO CRUZ GÓMEZ
CODIRECTORA: BIOL. ASELA RODRÍGUEZ VARELA

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 2003 .



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.

Utilización de L-carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy).



El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Ecología de Peces de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, a cargo de el M. en C. Adolfo Cruz Gómez y la Biol. Asela Rodríguez Varela, institución a la que le agradezco su colaboración y apoyo.



DEDICATORIAS

A mis padres:

Gracias por haberme dado la vida, por su amor, apoyo y sus regaños cuando fueron necesarios... gracias a ustedes he dado este gran paso.

A ti papá te agradezco la mano dura que tuviste con nosotros y aunque nunca fuiste muy expresivo siempre supe lo que querías decirnos.

TE QUIERO !!!

A ti mamá, te doy gracias porque siempre has creído en mi, por tu apoyo en todas las decisiones que he tomado y por ese amor de madre inigualable. **GRACIAS POR ESTAR CONMIGO.**

A mis hermanos:

Como hermanos mayores siempre estuvieron al pendiente de mi, me procuraron, me cuidaron y hasta regañaron. Gracias por tantos años de convivencia y por todos esos momentos compartidos. **¡ LOS QUIERO !**

A mis abuelos:

Gabriela y Eduardo, por ser los cimientos de mi familia, por sus cuidados y por el apoyo que siempre hemos tenido de ustedes.

Soledad y Enrique, aunque nunca los conocí siempre han estado en mi corazón.

A Daniel:

A ti amor, ya que gran parte este logro ha sido también tuyo, por que has estado conmigo casi desde el inicio de esta etapa de mi vida que hoy termina, por motivarme, apoyarme y por

Utilización de L-carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy).

las palabras de aliento que me has dado cuando las cosas no salen bién. **TE AMO!!!**

A mis sobrinos:

Octavio, Fernanda y Karla, gracias por ese cariño tan lindo e inocente, por sus sonrisas y por estar detrás de mi todo el día. Son unos niños maravillosos y los quiero mucho.

A ti Octavio, te debo todas mis noches de desvelo, lo cual nunca me importó, por que la gratificación de estar contigo siempre fue más grande, gracias por darle un giro maravilloso a mi vida.

A mis amigas de toda la vida:

Raquelito y Sandia, gracias por ser mis mejores amigas, por estar conmigo cuando más lo he necesitado, por todos los momentos que hemos compartido, pero sobre todo gracias por permitirme ser parte de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A la FES Iztacala institución en donde realicé mis estudios profesionales y a todos los profesores que colaboraron en mi formación profesional.

A I M en C. Adolfo Cruz Gómez por haber aceptado la dirección de este trabajo de tesis, por sus enseñanzas y comentarios, pero sobre todo, por que más que maestro y director de tesis para mí es un gran amigo.

A la Biol. Asela Rodríguez Varela, por sus comentarios y sugerencias para la realización de este trabajo.

A mis revisores de tesis: M en C. Rafael Chávez López, M en C. Mario Fernández Araiza y Biol. Héctor Molina Bezies.

A Rafa por su invaluable amistad y apoyo.

A los mejores amigos que he tenido oportunidad de conocer a lo largo de mi vida, los nombro por orden de aparición: Estela, Ana Line, Erick, Oscar, Raquel, Sandra y Arte quienes han estado conmigo para apoyarme, escucharme y motivarme.

A toda mi familia incluyendo tías, tíos, primos y a mis cuñados.

A mis compañeros de laboratorio, Erika, Israel, Iván y Lilitana, por que con ellos compartí momentos muy agradables.

A todos aquellos que de alguna manera estuvieron involucrados en la realización de este trabajo.

Y también a todas aquellas personas que me voltearon la espalda y a las que intentaron hacerme la vida de cuadritos, ya

Utilización de L-carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy).

que lo único que consiguieron fue motivarme más a mi superación personal y profesional.

Gracias a Todos.

INDICE

Introducción	-----	1
Antecedentes	-----	5
Objetivos	-----	9
Metodología	-----	10
Resultados	-----	16
Discusión	-----	26
Conclusiones	-----	29
Literatura citada	-----	30

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el efecto de la L-carnitina como promotor de crecimiento en crías de guppy, se utilizaron 4 acuarios de 30 L en los que se colocaron 15 crías en cada uno. Las crías fueron medidas y pesadas semanalmente y durante 64 días se les suministró el 5% de su biomasa total en alimento tipo hojuela preparado con dosis de 70, 35, 17 y 0 mg. Los resultados demostraron que el grupo experimental de 70 mg con un incremento en peso y longitud de 0.12 g y 0.69 cm, y el de 35 mg con un incremento de 0.07g y 0.60 cm, fueron los que mejor resultado en incremento mostraron respecto al tratamiento de 17 mg y al control cuyos incrementos en peso y longitud estuvieron por debajo de los anteriores. El análisis de varianza aplicado mostró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en cuanto a la longitud, pero no en cuanto al peso, esto fue corroborado con el análisis de LSD, el cual mostró que el tratamiento de 70 mg presentó mayor significancia con el control que los demás tratamientos, sin embargo y como lo demuestran las curvas de crecimiento además de los caracteres secundarios como coloración, se puede concluir que la concentración de 70 es la mejor dosis como promotor en el crecimiento de estos organismos.

INTRODUCCIÓN

La nutrición implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y actividad. Comprende la ingestión, digestión y absorción de los diferentes nutrientes, su transporte hacia todas las células del cuerpo, así como la eliminación de elementos no utilizables y productos de desecho del metabolismo (Maynard *et al.*, 1981).

Cuando se han cubierto satisfactoriamente todas las necesidades metabólicas de los peces, se produce el crecimiento, definido como el aumento de las dimensiones de los peces (longitud y volumen) y se presenta cuando la cantidad ingerida de alimento sobrepasa las necesidades requeridas para el mantenimiento del cuerpo (Steffens, 1987).

El crecimiento normalmente se acompaña de una sucesión ordenada de cambios de maduración. El suministro de alimento es el factor extrínseco más importante que afecta al crecimiento, la dieta debe ser adecuada no sólo en contenido proteínico, sino también en las vitaminas y minerales esenciales, así como en calorías, de manera que las proteínas ingeridas no se catabolizan para obtener energía (Ganong, 1992).

El principal objetivo de la producción piscícola es el aumento del peso de los peces en el más breve tiempo posible y en condiciones económicamente ventajosas. El requisito previo para lograr esta meta es cubrir satisfactoriamente todas las necesidades metabólicas del organismo (Steffens, 1987). Por lo tanto, la importancia de la alimentación de los peces proviene de la necesidad de aprovechar de forma óptima, por parte del hombre los recursos piscícolas.

Los constantes esfuerzos para producir alimento de origen animal para el hombre, cada vez en forma más eficiente y al costo más bajo posible han estimulado la búsqueda de las mejores combinaciones entre los nutrientes ya conocidos y el desarrollo de nuevos aditivos que puedan incrementar la eficiencia, grado de crecimiento y el nivel de producción de los animales (Maynard *et al.*, 1981). Estos esfuerzos han conducido actualmente al uso de promotores de crecimiento y

Utilización de L-carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy)

vitaminas donde la utilización de promotores de crecimiento está destinada a mejorar la eficiencia digestiva, a disminuir los índices normales de consumo de alimento y a mantener o acelerar la tasa de crecimiento (Coates, 1963 citado en Loeza, 1993).

Los principales promotores son: antibióticos, hormonas, vitaminas y sustancias químicas para la producción animal (Maynard *et al.*, 1981).

Los antibióticos son drogas que a dosis bajas, tienen el efecto de aumentar la productividad animal, fundamentalmente al promover el crecimiento, aunque existan otros efectos como son el aumentar la eficiencia alimenticia y reducir mortalidad y morbilidad (Cuarón, 1990 citado en Bañuelos, 1996).

Las hormonas son sustancias secretadas por glándulas endócrinas cuya función es integrar procesos metabólicos. La función reguladora de las hormonas difiere de otros procesos regulatorios en que las hormonas son transportadas por la sangre a los tejidos que afectan (Steward *et al.*, 1991).

Muchas de las hormonas anabólicas o catabólicas no solo tienen el efecto directo sobre el crecimiento, sino que pueden regular la producción de otras hormonas y por consecuencia alterar el proceso del crecimiento (Sánchez, 1990 citado en Bañuelos, 1996).

Las vitaminas son compuestos orgánicos de estructura química diversa, que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos y a nivel tisular facilitan la síntesis de cofactores imprescindibles para el desarrollo de las diversas reacciones metabólicas (Velasco *et al.*, 1993).

Existen otras sustancias conocidas como vitamínoles o compuestos con importancia metabólica, las cuales no pueden ser clasificadas como vitaminas, puesto que se obtienen por síntesis en el organismo (Bondi, 1989).

Los aminoácidos, son unidades monoméricas con los grupos funcionales amino (NH_2) y carboxilo (COOH) unidos al mismo átomo de carbono, la unión de varios aminoácidos da origen a las proteínas. En el comercio se venden mezclas racémicas de aminoácidos

Utilización de L-carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy)

(mezclas equimoleculares de los isómeros D y L), como complementos alimentarios, aunque el organismo sólo puede utilizar para la síntesis de sus proteínas, los aminoácidos de la serie L, en tanto que los de la serie D los metaboliza como fuente de energía (Delfín y Chino, 1998).

La L- carnitina actúa como factor de crecimiento esencial para ciertos insectos, y participa en el metabolismo de los ácidos grasos en los animales superiores (Bondi, 1989). Es una amina cuaternaria, es un compuesto higroscopico y fácilmente soluble en agua (McDowell, 1989) .

Fue aislada por primera vez en 1905, aunque se ha referido a ella como una vitamina y/o vitaminoide , la carnitina o vitamina BT esta más cercana a los aminoácidos. Se sintetiza a partir de los aminoácidos lisina y metionina a nivel del hígado y de los riñones. El 90% de la carnitina se encuentra en las células cardiacas y del músculo esquelético y actúa como transportador de los ácidos grasos de cadena larga a través de la membrana mitocondrial para aumentar la producción de energía. La activación necesaria para la conversión de los ácidos grasos de cadena larga a Acetil-CoA tiene lugar en los mitosomas de la mitocondria y en la membrana más externa de la misma. Pero, los Acetil-CoA de cadena larga no pueden penetrar en la membrana más interna para ser oxidados si la carnitina no está presente. La carnitina, por tanto, actúa como un sistema de transporte. Unido a la carnitina como Acetil-carnitina, el Acetil-CoA puede atravesar la membrana interna de la mitocondria. Sin la carnitina, las grasas no pueden quemarse como combustible y como consecuencia serán almacenadas en la sangre y en las células en forma de lípidos y triglicéridos. Aparte de hallarse envuelta en la oxidación de las grasas, la L-carnitina también estimula la secreción de la hormona del crecimiento (Mc Dowell, 1989).

La L-carnitina estimula el crecimiento, incrementa el peso y restablece el balance nitrogenado. Se utiliza en forma de carnitina o clorhidrato de carnitina en dosis de 200 a 500 mg/día en adulto y 5-10 mg/kg en niños (Velasco, 1993).

Niños y adultos sanos pueden sintetizar arriba de 20 mg de carnitina. En mamíferos, el γ - butirobetano (YBB) es el inmediato precursor de carnitina y puede ser sintetizado a partir de lisina y metionina en

tejidos. La última conversión de YBB a carnitina ocurre en el hígado. Es localizada principalmente en el músculo esquelético, aproximadamente 40 veces más la concentración de carnitina en la sangre (McDowell, 1989).

Dadas las propiedades y efectos que tiene la L-Carnitina, está ha sido ocupada tanto en humanos como en animales, entre los que destacan cerdos y aves (www.etsia.upm.es/prodanim.htm) y en peces, se están realizando investigaciones sobre su efecto (Fernández, 1998).

ANTECEDENTES

En la actualidad hay mucha información sobre sustancias utilizadas para incrementar la biomasa de los peces de ornato, la L-Carnitina ha sido utilizada para este fin, por lo tanto se tienen nociones de cómo actúa este aminoácido.

Lam y Sharma (1985) investigaron el efecto de la tiroxina sobre la sobrevivencia, desarrollo y crecimiento de larvas de carpa (*Cyprinus carpio*) con el incremento de la salinidad del medio, mejorando la viabilidad e incubabilidad de los huevos promoviendo la sobrevivencia, crecimiento y desarrollo larval.

Malison *et al.* (1988) evaluaron la respuesta en el desarrollo y crecimiento de machos contra hembras de percas amarillas (*Perca flavescens*) tratados con 17 β -estradiol a dosis de 15 mg/kg de dieta. Las hembras ganaron más peso, comieron más alimento y tuvieron una mejor eficiencia alimenticia que los machos.

Cervantes (1990) empleó el nitrovin en carpas (*Cyprinus carpio*), las dosis usadas fueron de 0, 12.5, 25 y 50 ppm. El resultado mostró un rendimiento favorable en dosis de 50 mg/kg de alimento, comprobándose así su acción como promotor de crecimiento.

Basurto (1991) probó el efecto promotor del crecimiento del nitrovin en tilapia híbrida (*Oreochromis sp*) a dosis de 1.0 g/kg, 1.5 g/kg y 2.0 g/kg de alimento. Dando por resultado que no surtió ningún efecto como promotor de crecimiento.

Castillo (1993) utilizó la virginiamicina en tilapia (*Oreochromis sp*) con dosis de 0, 50, 100, 150, 200, 250 y 300 ppm, siendo el resultado no satisfactorio.

Castillo *et al.* (1996) en un estudio llevado a cabo con la ictiofauna del sistema de Alvarado y Sontecomapan, indican que las larvas y juveniles son los estadios más adecuados para el cultivo de especies nativas para promover su crecimiento y reproducción.

Barragán *et al.* (1997) suministraron cobamamida al pez ángel escalar *Pterophyllum scalare* variedad mármol y dorada xantocrómica, en dosis de 0 a 6 mg/100g de alimento seco. Se concluyó que la cobamamida no tuvo efecto positivo en la aceleración del crecimiento en el ángel escalar.

Corbello *et al.* (1997) adicionaron cobamamida a *Cichlasoma urophthalmus* determinando que presentó un crecimiento alométrico y efectivo.

Gómez-Marquez *et al.* (2001), evaluaron el crecimiento de *Poeciliopsis gracilis* con tres tipos de alimentación: alimento vivo (*Daphnia sp.*), hojuelas de alimento balanceado “tetraperez” (25% de proteína) y alimento balanceado para trucha “El pedregal” (50% de proteína), concluyendo que de acuerdo al análisis costo-beneficio, es recomendable alimentar a los peces en sus primeras etapas de vida con alimento vivo y posteriormente con hojuelas cuyo contenido de proteínas sea de 25%.

Espinoza (2001) aplicó las concentraciones de 0 mg, 1 mg, 2mg, 3mg y 4 mg de Cobamamida en 50 g de alimento a crías de peces japoneses, observándose que la mejor concentración fue la de 2 mg incrementando 0.1802 mm/día 0.0043 mg/día.

Kruger *et al.* (2001) evaluaron tres diferentes niveles de proteínas (30%, 38% y 45%) y tres de lípidos (6%, 8%, 12%) en el pez espada (*Xiphophorus helleri* Heckel 1848). En el nivel de proteína de 45% en las concentraciones de 6 y 12 % de lípidos fue alto el índice de crecimiento específico. El nivel de 45% de proteína y con la concentración más baja de lípidos (6%) muestra el mayor índice de crecimiento y factor de conversión alimenticia en juveniles de pez espada.

Marañón *et al.* (2001) evaluaron el efecto anabólico del acetato de trembolina (ATB) en *Carassius auratus*, en dos concentraciones: 0 y 200 mg/kg de alimento. El incremento promedio en talla de los peces tratados con 200 mg/kg de ATB es de 29.84% mientras que el grupo

Utilización de L-carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy)

control tuvo un incremento de 10.30%. Esto determina que el ATB actúa como anabólico al incrementar la talla de los organismos.

Soto *et al.* (2001) evaluaron el efecto del esteroide norgestrel y la coenzima de acetato de tamoxifeno en la talla y sobrevivencia de *Xiphophorus helleri*, las dosis aplicadas fueron de 30 y 50 mg/kg, registrando que los organismos alimentados con acetato de tamoxifeno de 30 mg/kg presentaron las tallas más grandes con promedio de 3.24 ± 0.74 mm. El acetato de tamoxifeno 50 mg/kg produjo el mayor aumento de peso a diferencia de los demás tratamientos.

Valencia (2001) adicionó cobamamida en concentraciones de 0, 2, 4 y 6 mg/ 100 g de alimento, con el fin de estimular y evaluar el crecimiento de *Pterophyllum scalare*, determinándose que con las concentraciones de 2 y 4 mg hubo mayor incremento en longitud, altura y peso.

Valencia *et al.* (2001) analizaron el efecto del esteroide norgestrel y el cofactor de citrato de tamoxifen como promotores de crecimiento en el pez ángel *Pterophyllum scalare*, a dosis de 0 (control), 250 y 500 µg/l. Los peces con los valores mayores tanto en talla como en peso fueron registrados en el tratamiento con 500 µg/l de agua.

Con respecto al tema de la presente investigación, McDowell (1989) menciona que Fraenkel en 1948 realizó una investigación sobre los requisitos dietéticos del gusano de harina conduciendo al reconocimiento de una nueva vitamina, la cual fue llamada después carnitina. La mayoría de los insectos y animales (incluyendo mamíferos) sintetizan carnitina.

Chatzifotis *et al.* (1996) suministraron 2 g de L-carnitina y dos concentraciones de lisina (10 y 14g) a *Pagrus major* para evaluar el crecimiento y la cantidad de ácidos grasos en el músculo blanco e hígado del pez. La carnitina incrementa el crecimiento cuando se utiliza con la concentración de 14 g de lisina, pero no causa ningún efecto con el tratamiento de 10 g de lisina.

Chatzifotis *et al.* (1997) evaluaron el efecto de la L-carnitina en *Pagrus major* en la pérdida de peso, el contenido de lípidos y el contenido de L-carnitina en el músculo dorsal. Se utilizaron dos concentraciones, de 0.09 g y 4 g durante un lapso de 30 días. Durante el periodo de alimentación, los peces del tratamiento de 4 g, mostraron mayor acumulación de L-carnitina en su músculo dorsal. La alta concentración de L-carnitina no mostró un claro efecto en la pérdida de peso del pez.

Becker *et al.* (1999) suministraron dosis de 300 mg, 150 mg y 0 mg de L-carnitina a híbridos de Tilapia (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*), para observar el incremento en crecimiento, conversión alimenticia y porcentaje de eficiencia de proteína. El tratamiento de 150 mg presentó la mayor tasa de crecimiento que el tratamiento de 300 mg. el promedio de la conversión alimenticia fue bajo en la dieta control, comparado con la dieta de 150 mg de L-carnitina.

Fernández (1998) realizó estudios sobre el efecto de la utilización de L-carnitina sobre el crecimiento en peso en rodaballo (*Scophthalmus maximus*) y el departamento de producción animal de la Escuela Técnica de Madrid tiene dentro de sus proyectos el uso de L-carnitina en lechones (www.etsia.upm.es/prodanim.htm).

Twibell *et al.* (2000) utilizaron dietas de 2.1, 41, 212 y 369.7 mg de L-carnitina en híbridos de perca rayada (*Morone saxatilis* macho X *M. chrysops* hembra), el alimento consumido y la ganancia en peso de los peces del tratamiento de 369.7 mg, incrementaron significativamente comparado con la dieta de 2.1 mg. no hay diferencias significativas en la eficiencia alimenticia, en el total de lípidos en el hígado y en la supervivencia de los peces entre los tratamientos.

OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar el efecto de L-Carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy).

Objetivos particulares: Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de L-carnitina como promotor de crecimiento en peces.

Obtener los modelos de crecimiento exponencial individual en longitud y peso de cada concentración.

Analizar los parámetros de porcentaje de ganancia en peso y longitud así como el factor de conversión alimenticia y el factor de condición obtenidos en cada concentración y el tipo de crecimiento presentado.

METODOLOGÍA

- **Montaje y acondicionamiento**

Se utilizaron 4 peceras de 51x29x26 cm (un control y 3 experimentales) con un volumen de 30 lt. Cada pecera se equipó con un filtro de caja con carbón activado cubierto con una malla de apertura de 125 μ m (para evitar la entrada de las crías y de alimento a este), termómetro y un termostato de 10 watts, una vez montadas se les adicionó 2 ml de acondicionador y se dejó reposar de 24 a 48 horas. La temperatura de cada una de las peceras permaneció entre los $25 \pm ^\circ$ C.

Ya acondicionadas las peceras, en cada una se colocaron 10 crías de guppy (*Poecilia reticulata*) de aproximadamente 15 días de eclosión, los cuales se aclimataron por 2 semanas y su alimentación consistió en alimento comercial en hojuelas.

- **Dosis administradas**

Mediante un bioensayo preliminar se obtuvieron las dosis más apropiada para este trabajo, las cuales fueron como sigue:.

30 g de alimento comercial tipo hojuela marca Wardley + 70 mg de L-Carnitina

30 g de alimento comercial tipo hojuela marca Wardley + 35 mg de L-Carnitina

30 g de alimento comercial tipo hojuela marca Wardley + 17 mg de L-Carnitina

30 g de alimento comercial tipo hojuela marca Wardley (grupo control).

- **Preparación del alimento**

Para cada concentración se pesó 30g de alimento para peces tipo hojuela de la marca Wardley, se molió y pasó por un tamiz de 2mm de abertura de malla y se mezcló con la dosis de L-carnitina previamente disuelta en alcohol, se dejó reposar por 24 a 48 horas hasta la evaporación total del alcohol. Pasado este tiempo, se guardó en frascos de plástico debidamente etiquetados (Ruelas, 1995).

- **Análisis fisicoquímicos**

Cada semana se registró oxígeno disuelto utilizando el método de Winckler. El pH con un potenciómetro Water prof pH Testr 2. La temperatura se registró diariamente con un termómetro de cubeta marca Brannan.

- **Medición de los organismos y del alimento consumido**

La fase experimental duró 64 días, cada semana se registró la longitud del pez con un vernier y el peso con una balanza semianalítica marca Ohaus, modelo Scout con capacidad de 200g por 0.01g para evaluar su crecimiento. Con base a estos registros, se les proporcionó diariamente el 5% de su biomasa dividido en dos raciones el cual fue pesado en una balanza Pocket Pro C/50, con capacidad máxima de 10 g por 0.002 g. Así mismo, semanalmente se retiró el residuo del alimento y los desechos fecales con una red, se dejó secar, se separó y pesó para determinar la cantidad de alimento aprovechado por los peces.

- **Análisis de datos**

LONGITUD:

Para determinar la velocidad de incremento en longitud durante el tiempo en que fueron sometidos los peces a las diferentes concentraciones de L-carnitina, se aplicó el modelo de crecimiento exponencial individual según lo propuesto por Ricker (1975) y Bojórquez (1998).

$$L_t = L_0 e^{rt}$$

Donde:

L_t = longitud total de cuerpo del pez en milímetros al tiempo t
 L_0 = Longitud total del cuerpo del pez en milímetros al tiempo 0
 e = Base de los logaritmos naturales
 r = Velocidad del crecimiento individual en longitud total
 t = Tiempo

PESO:

De igual manera para determinar la velocidad de incremento en peso durante el tiempo en que fueron sometidos los peces a las diferentes concentraciones de L-carnitina, se aplicó el modelo de crecimiento exponencial individual según lo propuesto por Ricker (1975) y Bojórquez (1998).

$$W_t = W_0 e^{rt}$$

Donde:

W_t = Peso en gramos al tiempo t
 W_0 = Peso en gramos al tiempo 0
 e = Base de los logaritmos naturales
 r = Velocidad del crecimiento individual en peso
 t = Tiempo

RELACIÓN PESO-LONGITUD

Para determinar el tiempo de crecimiento y Factor de Condición que presentó el pez durante el tiempo que fueron sometidos los peces a las diferentes concentraciones de L-carnitina, se aplicó la relación peso-longitud según lo propuesto por Ricker (1975) y Bojórquez (1998).

$$W_t = a l^b$$

Donde:

W_t = Peso del pez en gramos

a = factor de condición

l = longitud del pez en milímetros

b = tipo de crecimiento; en donde $b = 3$ isometría y $b \neq 3$ alometría

FACTOR DE CONDICIÓN DE FULTON

Para determinar el Factor de Condición simple o de Fulton se aplicará según lo propuesto por Rodríguez (1992) con la siguiente expresión:

$$K = \frac{W}{L^b}$$

Donde:

W = Peso (g).

L^b = Longitud del pez elevada al valor de la pendiente obtenida de la relación peso/longitud .

K = Factor de Condición.

FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Con la finalidad de determinar la eficiencia de conversión alimenticia se utilizará la fórmula de (Blanco,1995)

$$FCA = \frac{AC}{W_f}$$

Donde:

FCA = Factor de Conversión Alimenticia.

AC = Alimento consumido.

W_f = Peso ganado

PORCENTAJE DE GANANCIA EN PESO

Con la finalidad de determinar el porcentaje de ganancia en peso se utilizará la formula de (Blanco, 1995).

$$\%GP = \left(\frac{P_f - P_i}{P_i} \right) \times 100$$

Donde:

%GP = Porcentaje de ganancia en peso

P_f = Peso final

P_i = Peso inicial

PORCENTAJE DE GANANCIA EN LONGITUD

Con la finalidad de determinar el porcentaje de ganancia en longitud se utilizará la fórmula de (Blanco, 1995).

$$\%GL = \left(\frac{L_f - L_i}{L_f} \right) \times 100$$

Donde:

%GL= Porcentaje de ganancia en longitud

L_f = Longitud final

L_i = Longitud inicial

Para determinar si existen diferencias significativas entre los promedios en longitud y peso obtenidos en las diferentes concentraciones de L-carnitina, se realizó un análisis de varianza de un factor con un 95% de confianza según lo propuesto por Daniel (1980) y Zar (1999), y se complementó con la prueba LSD de Fisher (prueba de la mínima diferencia significativa) con el objetivo de establecer, en el caso de existir diferencias significativas, la relación entre cada grupo (Sokal and Rohlf, 1995), todos los cálculos fueron realizados utilizando el programa EXCEL de Microsoft.

RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 1) se observa que el tratamiento de 70 mg presentó el mayor promedio en incremento en peso y longitud, el menor incremento se observa en el tratamiento de 17 mg.

Tabla 1. Resultados al final de experimento que muestran los valores de peso y longitud para cada uno de los tratamientos.

	70 mg	35 mg	17 mg	0 mg
W promedio	0.14	0.09	0.04	0.09
S ² peso	0.04	0.04	0.03	0.03
Varianza	0.001	0.002	0.001	0.001
L promedio	1.97	1.81	1.38	1.68
S ² Longitud	0.14	0.19	0.26	0.24
Varianza	0.019	0.034	0.068	0.057

En la tabla 2 se muestran los promedios de peso y longitud durante cada medición de los diferentes tratamientos, pudiendo observar el incremento en cada medición.

Tabla 2. Promedio de los resultados obtenidos durante el periodo de investigación en peso y longitud.

Día	70 mg		35 mg		17 mg		0 mg	
	W	L	W	L	W	L	W	L
1	0.02	1.28	0.02	1.21	0.01	0.99	0.02	1.19
8	0.02	1.40	0.02	1.24	0.01	1.06	0.02	1.26
15	0.03	1.40	0.02	1.23	0.01	1.07	0.02	1.31
22	0.04	1.65	0.02	1.43	0.02	1.17	0.02	1.41
43	0.09	1.75	0.06	1.59	0.02	1.28	0.02	1.53
50	0.10	1.78	0.08	1.62	0.03	1.25	0.02	1.59
57	0.12	1.85	0.09	1.69	0.04	1.34	0.02	1.61
64	0.14	1.97	0.09	1.81	0.04	1.38	0.02	1.68

Incremento en Longitud

En la figura 1 del modelo de crecimiento en longitud, se puede observar que los tratamientos de 70 mg y 35 mg, con pendientes de 0.0063 y 0.0065 respectivamente, presentaron el mayor crecimiento respecto a los grupos control y 17 mg que presentan una tasa de crecimiento menor.

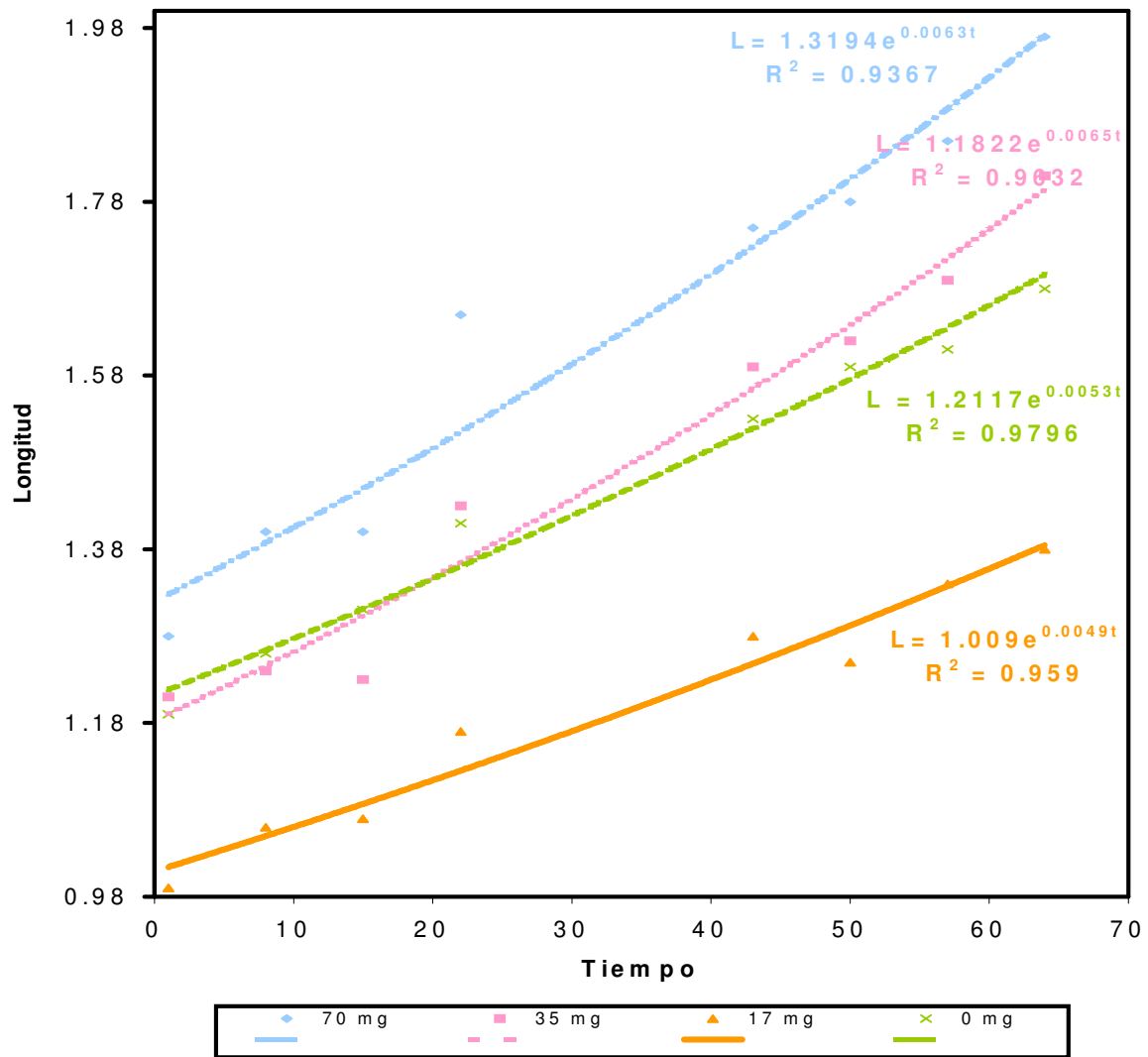


Figura 1. Modelo de crecimiento en longitud respecto al tiempo de *Poecilia reticulata* con diferentes tratamientos.

Incremento en Peso

En la figura 2 del modelo de crecimiento en peso, se observó el mismo comportamiento, las concentraciones que registraron una mayor tasa de incremento, fueron las de 70 mg y 35 mg, siendo el más bajo el tratamiento de 17 mg.

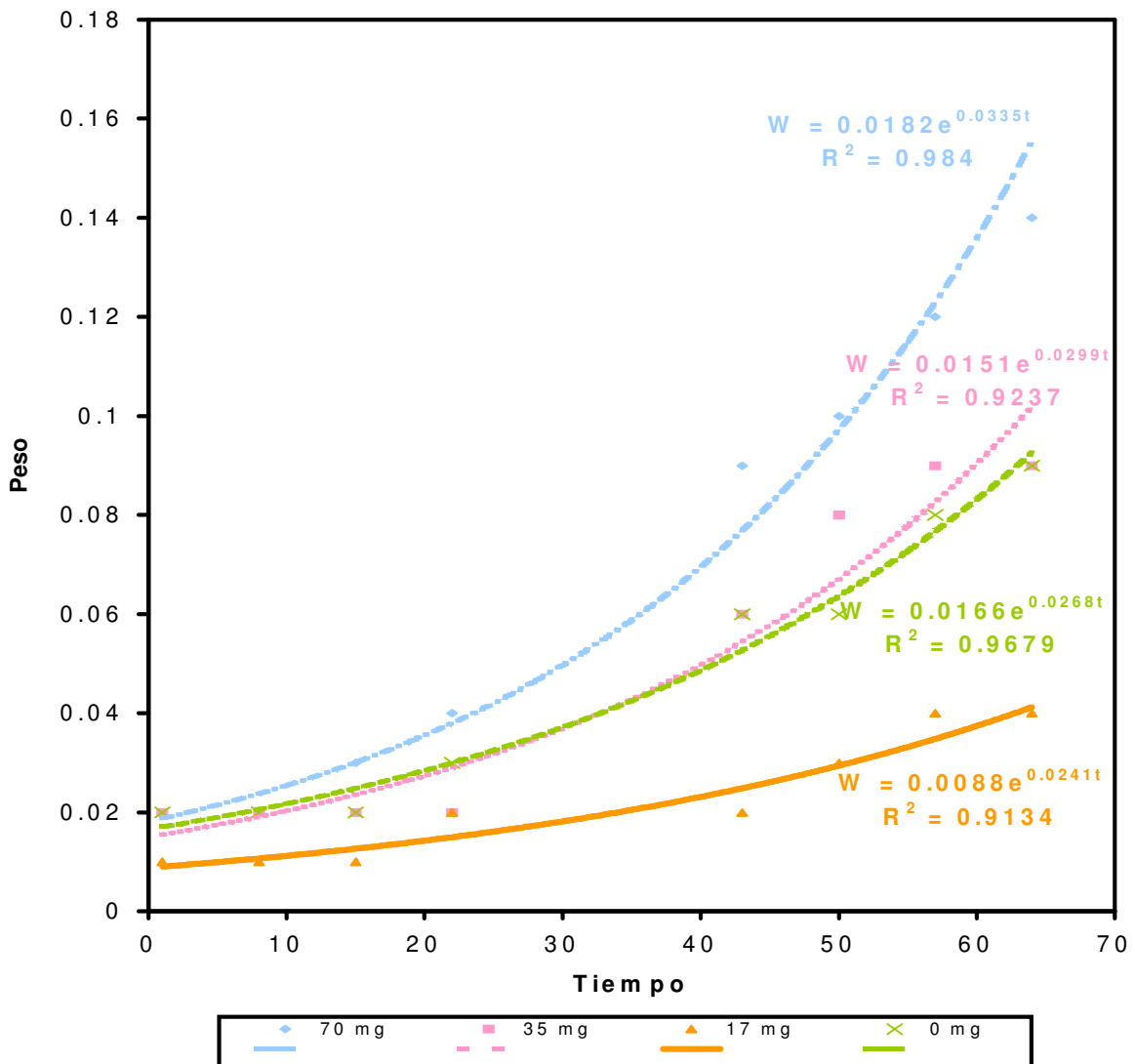


Figura 2. Modelo de crecimiento en peso respecto al tiempo de *Poecilia reticulata* con diferentes tratamientos.

Relación Peso/Longitud

En la figura 3 se observa la velocidad de crecimiento tanto en peso como en longitud de los diferentes tratamientos de L- carnitina en *Poecilia reticulata*, observando que los tratamientos que presentaron un aumento considerable son los de 70 y 35 mg.

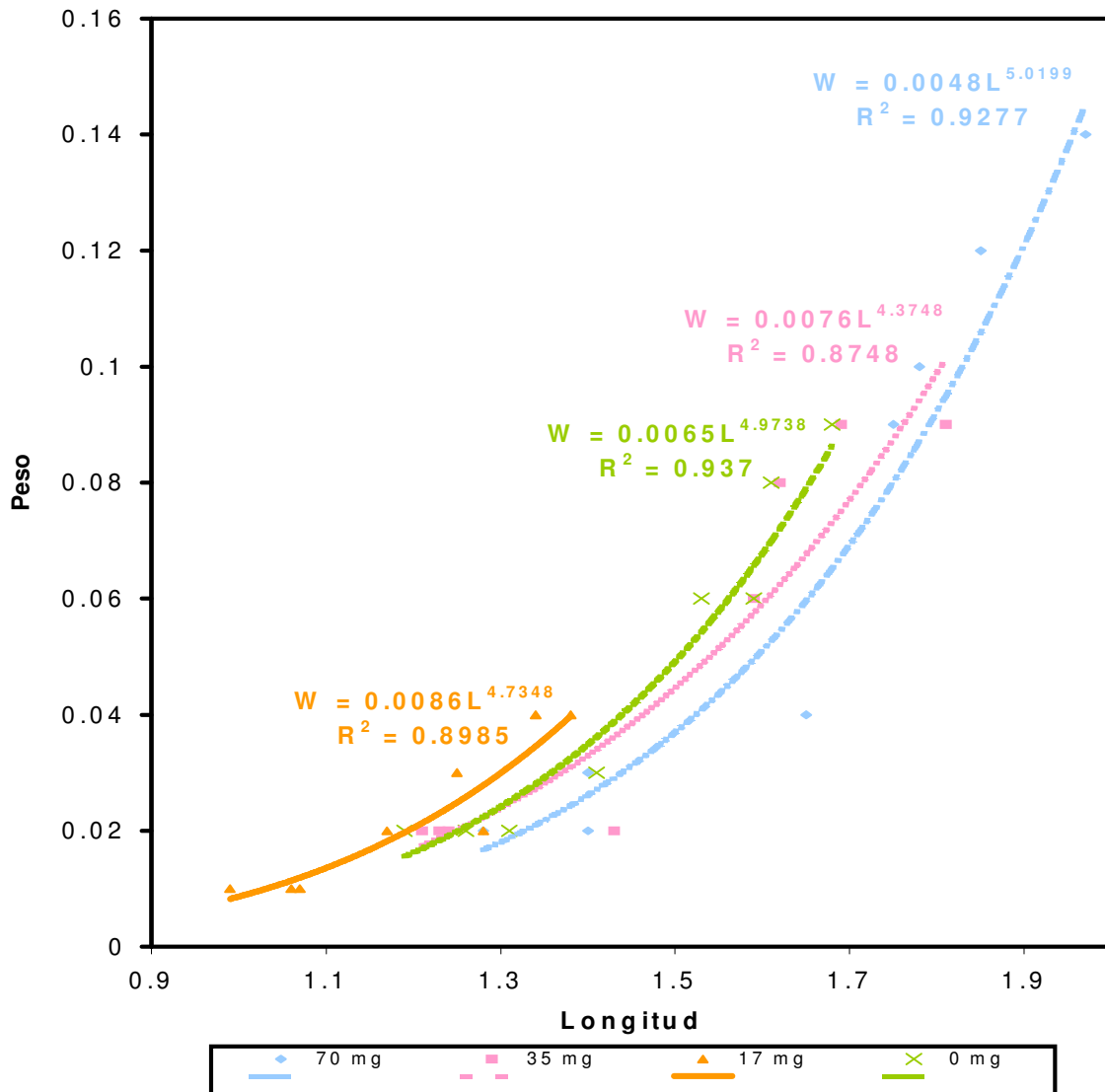


Figura 3. Curvas de la relación Peso/ Longitud de *Poecilia reticulata* con diferentes tratamientos.

En la tabla 3 se muestran los valores de incremento total en peso y longitud, observando que el tratamiento de 70 mg presentó el mayor incremento en estas variables, seguido del tratamiento de 35 mg.

Tabla 3. Incremento total en peso y longitud de cada tratamiento.

Incremento	70 mg	35 mg	17 mg	0 mg
Peso	0.12 g	0.07 g	0.03 g	0.07
Longitud	0.69 cm	0.60 cm	0.39 cm	0.49

Con los datos obtenidos del modelo de Peso vs. Longitud (Figura 3), se aplicó el Factor de Condición de Fulton utilizando para ello el valor de la pendiente, observándose que el tratamiento de 17 mg presentó el factor de condición más alto con 0.0087 en comparación con los demás tratamientos, mientras que el más bajo fue el de 70 mg con un valor de 0.0047 (Tabla 4).

Tabla 4. Se muestra el factor de condición obtenidos de la relación peso - longitud y el F.C. obtenido por la fórmula de Fulton.

F.C.	control	17 mg	35 mg	70 mg
Ordenada (a)	0.0065	0.0086	0.0076	0.0048
Pendiente	4.7348	4.9738	4.3748	5.0199
Fulton	0.0068	0.0087	0.0067	0.0047

Tabla 5. Valores del F.C, F.C A y el Alimento Consumido

	70 mg	35 mg	17 mg	0 mg
F.C de Fulton	0.7729	0.6541	2.5903	2.4322
F.C.A	27.21	32.21	34.87	30.71
A. consumido	3.265	2.255	1.046	2.15

Factor de Conversión Alimenticia

En la figura 4 se observa la relación entre el alimento consumido, el F. C. de Fulton y el Factor de Conversión Alimenticia, este último y el F. C. con el tratamiento de 17 mg presentaron los valores más altos.

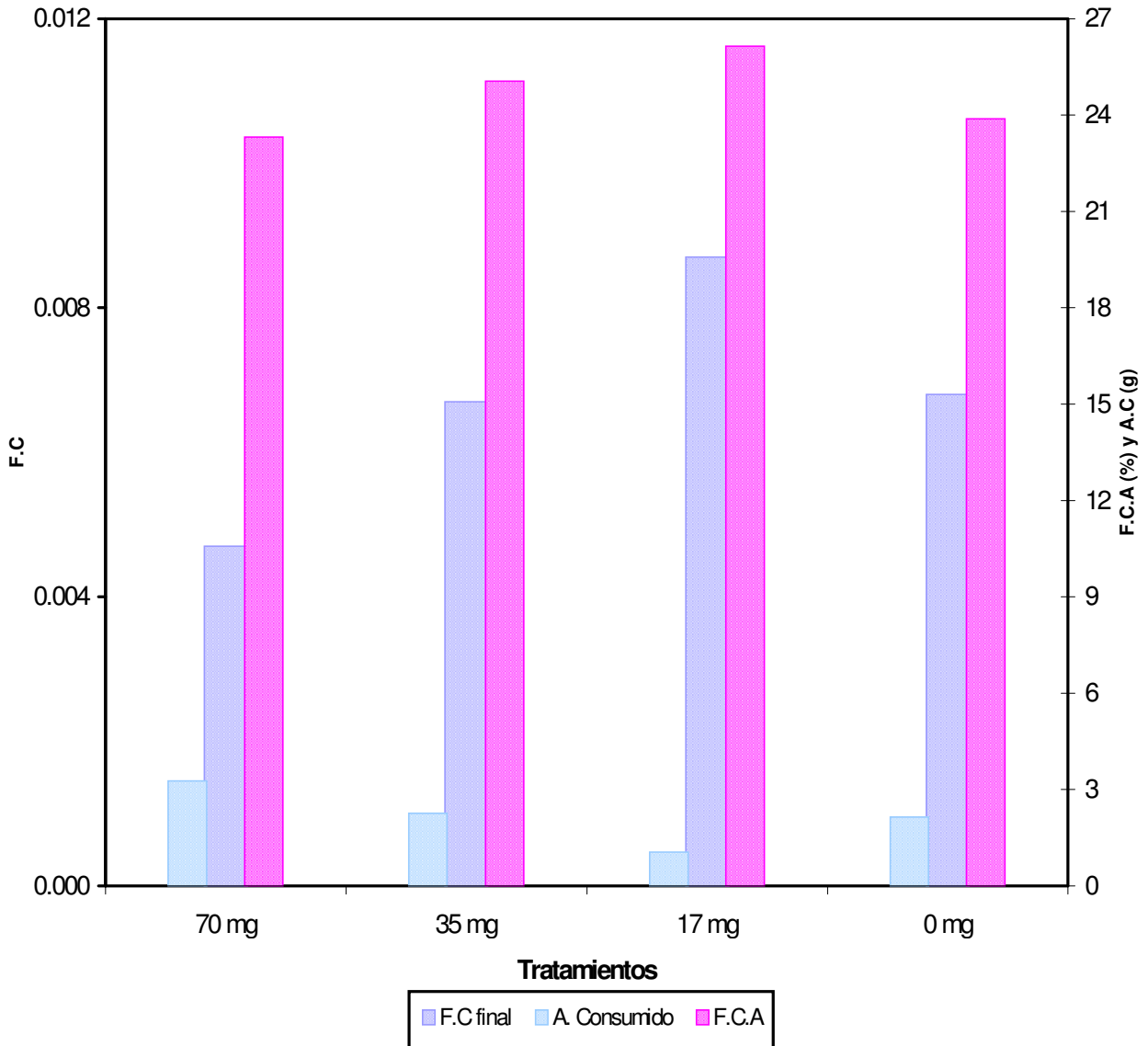


Figura 4. Relación entre el Factor de Condición, el Factor de Conversión Alimenticia y el Alimento consumido.

La figura 5 muestra la relación entre el F. C de Fulton y el porcentaje ganado en peso y longitud, observándose que el tratamiento que presentó un mayor aumento tanto en peso como en longitud es el de 70 mg de L-carnitina, seguido de los tratamientos de 35 y 0 mg, y por último el de 17 mg. En la misma figura el Factor de Condición es más alto en el tratamiento de 17 mg con 2.5903, seguido de los de 0 mg y 70 mg con 2.4322 y 0.7729 respectivamente, y con el valor más bajo el de 35 mg con un F. C. de 0.6541.

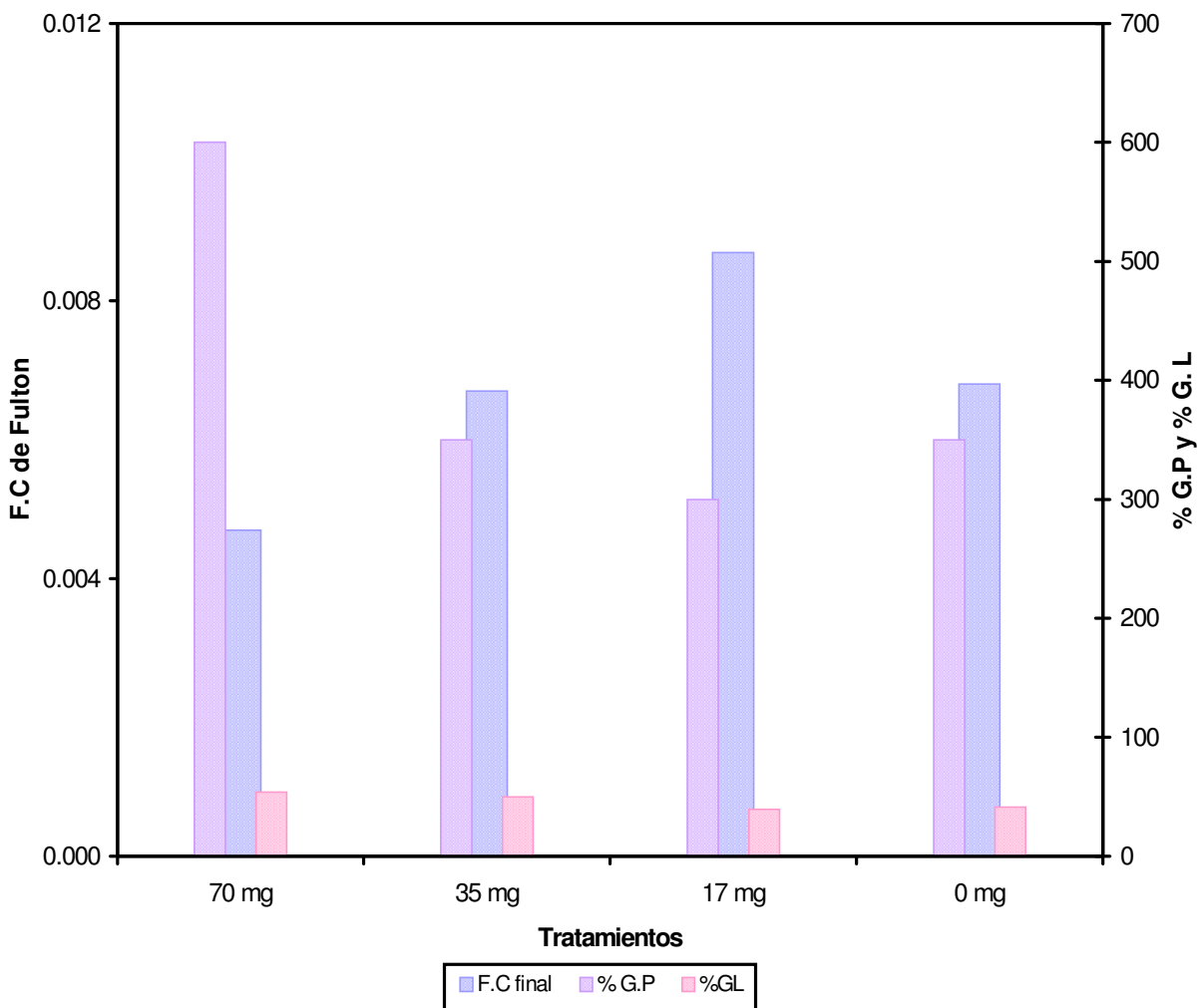


Figura 5. Se observa el porcentaje de ganancia en peso y longitud respecto al F. C de Fulton.

Tabla 6. Incremento total en peso y longitud de cada tratamiento y el F.C al inicio y final de la experimentación.

	70 mg	35 mg	17 mg	0 mg
Prom.W inicial	0.02	0.02	0.01	0.02
Prom. W final	0.14	0.09	0.04	0.09
Incremento W	0.12 g	0.07 g	0.03 g	0.07 g
% GananciaW	600	350	300	350
Prom. L inicial	1.28	1.21	0.99	1.19
Prom. L final	1.97	1.81	1.38	1.68
Incremento L	0.69 cm	0.60 cm	0.39 cm	0.49 cm
% Ganancia L	53.91	49.59	39.39	41.18
F.C inicial	0.0058	0.0087	0.0105	0.0084
F.C final	0.0047	0.0067	0.0087	0.0068

En cuanto a los factores fisicoquímicos como temperatura, pH, oxígeno disuelto en ambas repeticiones se controlaron, y se mantuvieron constantes (Tabla 7).

Tabla 7. Muestra el valor promedio de los factores fisicoquímicos tomados.

Fase	Temperatura	pH	Oxígeno disuelto
1ª . Fase	25.5	9	4.6
2ª . Fase	25	9.3	4.6

Con la finalidad de comprobar estos datos, se llevó a cabo una repetición de este experimento en un tiempo de 30 días considerando el mismo tipo de análisis, sólo que se agregó una dosis de más, siendo esta de 140 mg con el propósito de observar si una concentración mayor a la de 70 mg, presentaba el mismo o mejor efecto que ésta, los resultados (Tabla 8 y Figura 6) demostraron que, tanto la concentración de 140 mg como la de 70 mg tienen el mismo efecto y por lo mismo, la dosis recomendada sigue siendo la de 70 mg.

En la tabla 8 y figura 6, se muestra el incremento total en peso y longitud de las dos experimentaciones, como se puede observar, en la

segunda fase experimental los tratamientos tanto de 140 como la de 70 mg, presentan los valores más altos tanto en longitud como en peso en comparación a los demás.

Tabla 8. Porcentaje del incremento total en longitud y peso, de las dos fases experimentales.

1ª. fase	140 mg	70 mg	35 mg	17 mg	0 mg
% G W	-----	600	350	300	350
% G L	-----	53.91	49.59	39.39	41.18
2ª. fase					
% G W	128	100	110	75	133
% G L	25.47	24.17	21.11	19.14	24.35

Relación Peso/Longitud

En la figura 6 se observa la velocidad de crecimiento tanto en peso como en longitud de los diferentes tratamientos de L- carnitina en *Poecilia reticulata*, mostrando que los tratamientos que presentaron un aumento considerable son los de 70 y 35 mg.

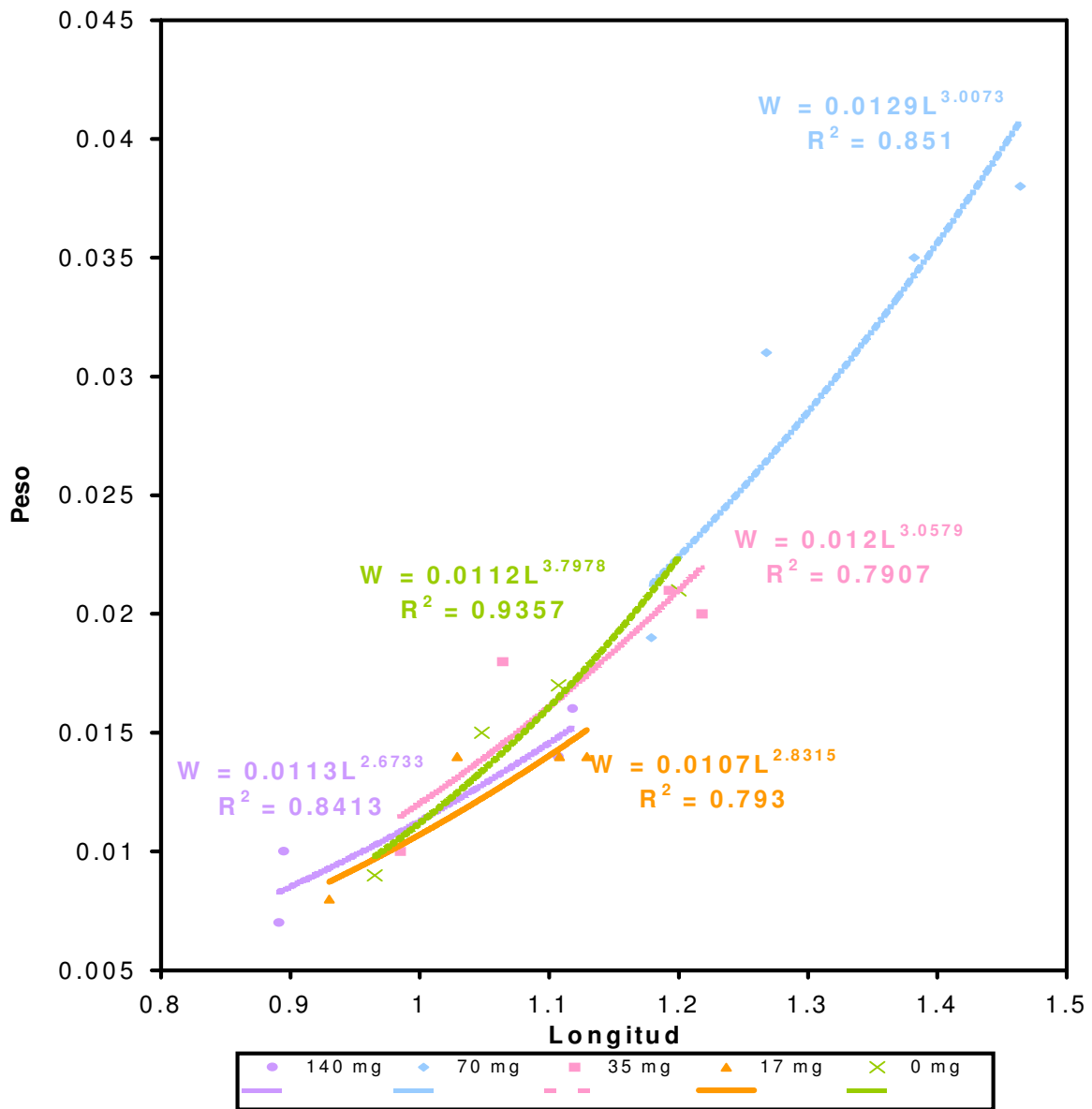


Figura 6. Curvas de la relación peso/longitud de *Poecilia reticulata* con diferentes tratamientos.

DISCUSIÓN

En 1989 Bondi menciona que la L-carnitina actúa como factor de crecimiento esencial para ciertos insectos y a demás de que participa en el metabolismo de los ácidos grasos en los animales superiores.

Bajo estas consideraciones, la L-carnitina ha sido utilizada como promotor de crecimiento en peces, es usada para degradar ácidos grasos y aumentar la masa muscular principalmente, por esta razón es utilizada para obtener mayor cantidad de carne ya sea en ganado o en peces comestibles y con una mínima cantidad de grasas. Para peces de ornato, que en el caso de este trabajo se utiliza para obtener organismos de talla comercial en menor tiempo y a menores costos.

En el presente trabajo los modelos de crecimiento en peso y longitud demostraron que los tratamientos de 70 y 35 mg de L-carnitina fueron los óptimos, pues presentaron una mayor tasa de crecimiento tanto en peso como en longitud respecto al grupo control. Permanece por debajo de estos, el tratamiento de 17 mg, en el cual se puede observar que su velocidad de crecimiento fue la más baja, pero con la diferencia de que tanto el tratamiento de 17 mg como el control presentaron los valores más altos respecto al factor de condición.

Los organismos de los tratamientos de 70, 35 y 0 mg presentaron en promedio la misma talla, al inicio de la experimentación, mostrando que las concentraciones de 35 y 0 mg presentaron el mismo incremento en peso, pero en cuanto a la longitud, se observó que la concentración de 35 mg presentó un mayor aumento que el grupo control.

Si bien el Factor de Conversión Alimenticia y el Factor de Condición fueron más altos en el tratamiento de 17 mg, los valores más altos en porcentaje de ganancia en peso y longitud se obtuvieron con los tratamientos de 35 mg y 70 mg.

En principio, los tratamientos de 70 y 35 mg cumplen las expectativas sobre el efecto esperado de la L-carnitina, que era el aumento tanto en peso como en longitud de los organismos.

Sin embargo, es necesario aclarar que el factor de condición, como indicador del estado del pez, solo nos da una visión instantánea. De acuerdo a Weatherley (1972) y Wootton (1990) si un pez no crece de manera proporcional tanto en la longitud como el peso, los valores del Factor de Condición variarán y en este sentido mencionan, que si un valor de F. C. es alto el pez será pesado para su longitud y si el F.C. es bajo el pez será demasiado liviano para su longitud.

En el caso del presente trabajo, se puede decir que con el tratamiento de 17 mg los peces tuvieron un crecimiento relativamente más proporcionado que en los otros tratamientos y esto se ve reflejado en la dimensiones de los peces, mientras que, con los tratamientos de 35 y 70 mg alcanzaron tallas más grandes con relación a los pesos observados; de acuerdo a estos autores, estos peces son demasiados livianos para su longitud. Sin embargo, también se puede mencionar que por tratarse de alevines el tipo de crecimiento durante esta etapa es de tipo exponencial y en el cual, el pez necesita crecer en longitud más rápido que “engordar” y por lo mismo, las necesidades de alimento durante el crecimiento también varían y esto se refleja en el factor de condición, el cual según Weatherley (1972), éste puede variar en el sentido de la madurez del pez o por el cambio en la intensidad de alimentación.

Estudios similares a este, como los de Chatzifotis *et al* (1996, 1997) con *Pagrus major*, Becker *et al* (1999) con *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis aureus*; Twibell *et al* (2000) con híbridos de la perca rayada, demostraron también, que mediante la aplicación de la L-carnitina en las dietas de estos organismos el incremento tanto en peso como en talla fue significativo.

La prueba de ANOVA de un factor, tanto para el peso como para la longitud ($F= 2.7694$; $P= 0.05$) demostró que existen diferencias significativas entre los tratamientos. La prueba de LSD ($P= 0.05$) para determinar entre que concentración las diferencias fueron más significativas, demostró, que si bien todas las concentraciones respecto al control tuvieron efecto tanto en peso como en longitud, éste se notó más en la longitud y con la concentración de 70 mg. Las concentraciones que no tuvieron significancia en ambos casos, fueron las de 35 mg respecto al control en cuanto a la variable peso, pero si la tuvo respecto a la longitud.

Por lo anterior, se puede concluir que las concentraciones de 70 y 35 mg fueron las mejores dosis como promotor en el crecimiento de estos peces, y así lo demuestran tanto las curvas de crecimiento, como los porcentajes de ganancia en longitud; además de los caracteres secundarios como coloración.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las curvas de crecimiento de las dos fases experimentales, los tratamientos de 140, 70 y 35 mg son lo óptimos para la obtención de tallas comerciales en menor tiempo, lo que permite sugerir que en los alimentos comerciales debería ser incluida la L-carnitina.

Tomando en cuenta el incremento en peso y longitud estos mismos tratamientos presentan los valores más altos, aunque podría decirse que el mejor tratamiento es el de 70 mg, debido a que fue el que presentó el mayor crecimiento respecto a los otros dos y es menor la cantidad de L-carnitina utilizada en comparación al tratamiento de 140 mg

El tipo de crecimiento que presentó el pez durante su desarrollo fue de tipo alométrico y durante esta fase de crecimiento se ajustó al modelo tipo exponencial.

La concentración de 17 mg, presentó la menor tasa de crecimiento en las dos fases experimentales, aún por debajo del grupo control, sin embargo su factor de condición fue el más alto.

El Factor de Condición y el Factor de Conversión Alimenticia presentaron valores mayores cuando la cantidad de alimento fue menor y viceversa.

En este sentido, y efectivamente al no tener un crecimiento proporcional tanto en peso como en longitud, el factor de condición varió durante cada fase de su crecimiento y en cada concentración de L-carnitina. Razón por la cual el factor de condición fue más bajo con los tratamientos de 70 y 35 mg, es decir fueron más “livianos” que “pesados”.

La L-carnitina como lo demuestran otros experimentos, es un buen promotor de crecimiento, por lo que se recomienda su uso en peces de ornato acorde a los resultados obtenidos en el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

BAÑUELOS, A. M. L., 1996. Anabólicos y aditivos como promotores de crecimiento de peces. Tesis Licenciatura. Facultad de Médico Veterinario Zootecnista. UNAM. México. 54 p.

BARRAGÁN, G. C., CASTAÑEDA, H. F., PEREZ, R. G., RAMIREZ, C. S., SÁNCHEZ, A. R., SÁNCHEZ, A. M., ÁVILA, M. F., BARRÓN, L. Y., BONILLA, M. R., CORBELLO, G. S., FALFÁN, V. E., HERNÁNDEZ, C. E., JUÁREZ, B. M., LÓPEZ, M. B., NIÑO, S. R., REDING, P. A., ROBLES, M. G., SALAS, H. J., SOTO, B. R., VALENCIA, P. B., CRUZ, G. A Y RODRÍGUEZ, V. A., 1997. Crecimiento en dos variedades del pez ángel *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) Heckel 1840, mediante el efecto de cobamamida. Memorias XXI Simposio de Biologías de Campo y XIV Coloquio Estudiantil de 3ª etapa, UNAM, campus Iztacala. 54 p.

BASURTO, A. E., 1991. Evaluación del nitrovin como promotor del crecimiento en tilapia híbrida *Oreochromis sp.* Tesis Licenciatura. Facultad de Médico Veterinario Zootecnista. UNAM. 48 p.

BECKER, K., SCHREIBER, S., ANGONI, C Y BLUM, R., 1999. Growth performance and feed utilization response of *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus* hybrids to L-carnitina measures over a full fattening cycle under commercial conditions. *Aquaculture* 174 (3-4): 313-322.

BLANCO, C. M. C., 1995. La trucha, cría industrial. Mundi-Prensa. Madrid, España. 503 p.

BONDI, A.A., 1989. Nutrición animal. Editorial Acribia. España. pp 276.

BOJORQUEZ, C. L., 1998. Modelos biomatemáticos en acuicultura. Pp. 159-227. En: Martínez, C. L. R., 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. AGT Editor, S. A México, 227 p.

CASTILLO, T. A., 1993. Evaluación de virginiamicina como promotor de crecimiento en tilapia *Oreochromis sp.* Tesis Licenciatura. Facultad de Médico Veterinario Zootecnista. UNAM. 56 p.

Utilización de L-carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy)

CASTILLO, G. X., GUERRERO, L. L., INFANTE, B. M., YÉPEZ D. E., ACEVEDO, C. A., ÁLVAREZ G. A., ARZOLA, N. J., ESPINOZA, V. E., HERNÁNDEZ, P. S., MARTÍNEZ, C. L., RODRÍGUEZ, R. N., CRUZ, G. A. Y RODRÍGUEZ, V. A., 1996. Utilización y aprovechamiento de la ictiofauna nativa del sistema de Alvarado y Sontecomapan, Veracruz. Memorias XX Simposio de Biologías de Campo y XIII Coloquio Estudiantil de 3ª etapa, UNAM, campus Iztacala. 46 p.

CERVANTES, F. M. A., 1990. Efecto del nitrovin en el crecimiento de carpas *Cyprinus carpio*. Tesis Licenciatura, Facultad de Médico Veterinario Zootecnista. UNAM. 55 p.

CHATZIFOTIS, S., TAKEUCHI, T Y SEIKAI, T., 1996. The effect of dietary carnitine supplementation on growth of red sea bream (*Pagrus major*) fingerlings at two levels of dietary lysine. *Aquaculture* 147(3-4): 235-248.

CHATZIFOTIS, S Y TAKEUCHI, T., 1997. Effect of supplemental carnitine on body weight loss, proximate and lipid compositions and carnitine content of red sea bream (*Pagrus major*) during starvation. *Aquaculture* 158 (1-2): 129-140.

CORBELLO, G. S., FALFÁN, V. E., JUÁREZ, B. M., ÁVILA, M. F., BARRAGÁN, G. C., BARRÓN, L. Y., BONILLA, M. R., CASTAÑEDA, H. F., HERNÁNDEZ, C. E., LÓPEZ, M. B., NIÑO, S. R., PÉREZ, R. G., RAMÍREZ, C. S., REDING, P. A., ROBLES, M. G., SALAS, H. J., SÁNCHEZ, A. R., SÁNCHEZ, A. M., SOTO, B. R., VALENCIA, P. B., RODRÍGUEZ, V. A Y CRUZ, G. A., 1997. Aclimatación, crecimiento y reproducción de *Cichlasoma urophthalmus* en condiciones de laboratorio. Memorias XXI Simposio de Biologías de Campo y XIV Coloquio Estudiantil de 3ª etapa, UNAM, campus Iztacala. 54 p.

DANIEL, W. W., 1997. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa. México, 485 p.

DE LA LANZA, E. G., 1998. Aspectos fisicoquímicos que determinan la calidad del agua. pp. 1-26. En: Martínez, C. L. R., 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. AGT Editor. México. 226 p.

DE LA LANZA, E. G. Y, P. S. HERNÁNDEZ, 1998. Nutrientes y productividad primaria en sistemas acuícolas. Pp. 27-65. En: Martínez, C. L. R., 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. AGT Editor. México. 226 p.

DELFÍN , A. I Y CHINO V. S., 1998. Biomoléculas. UNAM. Iztacala. México. pp.25,26.

ESPINOZA V. E. A., 2001. Determinación del crecimiento de crías de japoneses (*Carassius auratus*) aplicando diferentes concentraciones de cobamamida. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 59 p.

FERNÁNDEZ, P. C. A., 1998. Aspectos biológicos y tecnológicos del cultivo del rodaballo: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [http:// www. industriaspesqueras.com/n1p27.htm](http://www.industriaspesqueras.com/n1p27.htm).

GANONG, W. F., 1992. Fisiología médica. El Manual Moderno. México. pp. 372-373.

GÓMEZ-MÁRQUEZ, J. L., PEÑA- MENDOZA. B Y GUZMÁN-SANTIAGO, J. L. 2001. Evaluación del crecimiento de *Poeciliopsis gracilis* con tres tipos de alimentación. Memorias XVI Congreso Nacional de Zoología. Zacatecas, Zac.

KRUEGER, D.P., BRITZ, P.J. Y SALES J. 2001. Influence of varying protein content at three lipid concentrations on growth characteristics of juvenile swordtails (*Xiphophorus helleri* Heckel 1848). Aquarium Science and Conservation. 3 (4): 275 -280

LAM, T. J. AND R. SHARMA, 1985. Effects of salinity and thiroxine on larval survival, growth and development in the carp, *Cyprinus carpio*. Aquaculture. 44 (3): 201-212.

LOEZA, F. M. E., 1993. Efecto del olaquinox como promotor del crecimiento en tilapia (*Oreochromis mossambicus*) Peter 1852. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 59 p.

Utilización de L-carnitina como promotor de crecimiento en *Poecilia reticulata* (guppy)

MALISON, J. A., C. D. BEST, AND T. B. KAYES, B. C. WENTWORTH AND C. H. AMUNDSON. 1988. Growth and feeding responses of male versus female yellow perch *Perca flavescens* treated with estradiol. Can J. of Fisheries and aquatic. Sci. 4(5): 1942-1948.

MARAÑÓN, S., MAYA, P. E. Y GONZÁLEZ-NÁJERA, D., 2001. Resultados preliminares del efecto anabólico del acetato de trembolona en *Carassius auratus* en sistemas de recirculación cerrado. Memorias XVI Congreso Nacional de Zoología. Zacatecas, Zac.

MAYNARD, L. A., LOOSLI J. K, HINTZ F. H., WARNER G. R., 1981. Nutrición animal. 4ª ed. Mcgraw- Hill. México. 640 p.

MCDOWELL, R. L., 1989. Vitamins in animal nutrition. Comparative aspects to human nutrition. Academic Press. Inc. Pp388,393-395.

RUELAS, P. H., 1995. Inversión sexual en *Tilapia mossambica* Jordan y Everman (1890), mediante el uso de hormonas. Oceanología. Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar 4(8): 51- 59.

RICKER, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Departament of the environment fisheries and marine service. Bulletin 191, 382 p.

RODRÍGUEZ, G. M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT Editor, S. A. pp. 79

SOKAL, R.R AND F.J. ROHLF. 1995. Biometry 3rd ed. W.H. Freeman & Co. New York. 887 p.

SOTO, E., MARAÑÓN, S. Y MAYA, P. E. 2001. Evaluación del efecto del esteroide norgestrel y la coenzima acetato de tamoxifeno en la talla y sobrevivencia de *Xiphophorus helleri* en condiciones de laboratorio. Memorias XVI congreso Nacional de Zoología. Zacatecas, Zac.

STEFFENS, W., 1987. Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Editorial Acribia, S.A. España. 275 p.

STEWART, C., Y WITHROW C. D., 1991. Hormonas. En: Remington Farmacia. 17^a ed. Panamericana. Buenos Aires. pp. 1299

TWIBELL, R.G Y BROWN, P.B., 2000. Effects of dietary carnitine on growth rates and body composition of hybrid striped bass (*Morone saxatilis* macho X *M. chrysops* hembra). *Aquaculture* 187(1-2): 153-161.

VALENCIA, P. A. B., 2001. Estimulación del crecimiento de la variedad xantocrómica del pez ángel, *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) Heckel 1840, mediante la utilización de cobamamida. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 49 p.

VALENCIA, Y., MARAÑÓN, S. Y MAYA, P. E., 2001. Manipulación de crecimiento del *Pterophyllum scalare* (Piscis; Cichlidae) con el esteroide norgestrel y el cofactor de citrato de tamoxifeno. Memorias XVI Congreso Nacional de Zoología, Zacatecas, Zac.

VELASCO, M. A., LORENZO, F. P., SERRANO, M. P. Y ANDRES-TRELLES F., 1993. Vitaminas. En: Farmacología. 16^a ed. Interamericana. Mcgraw-Hill. España. pp. 880

WEATHERLY, R.L. 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic press. London.

WOOTTON, R.J. 1992. Fish Ecology, Chapman and Hail, New York. pp 404.

ZAR, J. H., 1996. Bioestatical analisis. 3^a. Ed. Prentice Hall, New York, pp 416-420.