



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

Evaluación del efecto de la lecitina de soya en el desarrollo de alevines de la carpa *Cyprinus carpio rubrofusca*.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

PRESENTA:

ISRAEL GONZÁLEZ REYNOSO

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



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 2003.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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



AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por permitirme existir en este mundo y por todo lo que me ha concedido en la vida.

A MIS PADRES

Salvador E. González Corona

y

Luisa F. Reynoso Aguado

Por ser mis padres, pero sobre todo por ser mis amigos y por enseñarme el camino del bien, ya que gracias a su esfuerzo, dedicación y apoyo he logrado alcanzar una meta más en mi vida, además, gracias por formarme dentro de un ámbito familiar e inculcarme los valores necesarios para ser un hombre de bien.

A MIS HERMANAS

Adriana (Sarita) y Elizabeth (Pilar)

Por brindarme su apoyo en todo lo que me he propuesto y por darme consejos cuando los he necesitado.

A TI COSI

IVONNE ARELI VELÁZQUEZ OCHOA

Por existir, por permitirme conocerte, por apoyarme en todas mis decisiones y contribuir a realizar mis anhelos. pero sobre todo, GRACIAS por abrirme tu corazón.

A MI FAMILIA

A todos ustedes, por que de una manera u otra siempre me apoyaron y me dieron su confianza. Gaby, gracias por la máquina y tu ayuda.

A MIS AMIGOS

Ana, Araceli, Arturo (HIJO), Aurora, César (FURCIO), Erika, José Luis (LUIGUI), Liliana (PONCHITA), Patricia (CHUPS). Por haberme brindado su valiosa amistad y cariño y por todos los momentos que vivimos juntos, los cuales no se repetirán.

A MIS DIRECTORES

M. en C. Adolfo Cruz Gómez y a la Bióloga. Asela Rodríguez Varela, ya que sin su apoyo, experiencia y deseos de compartir su conocimiento, no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

A MIS SINODALES

DR. Sergio Chazaro Olvera, M. en C. Adolfo Cruz Gómez, Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela, M. en C. Jonathan Franco López, Biol. José Antonio Martínez Pérez, a los cuales, agradezco su apoyo y consejos para la realización de este documento.

A todos los profesores que tuve durante la carrera, ya que sin su enseñanza no hubiese logrado conseguir esta meta.

W e're all in the sam e boat

***TODO HOMBRE CULTO
AMA Y PROTEGE A LOS
ANIMALES Y LAS PLANTAS***

Let's keep it afloat !

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCION

ANTECEDENTES

OBJETIVOS

METODO

RESULTADOS

DISCUSION

CONCLUSION

LITERATURA CITADA

APENDICE

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una de las actividades más antiguas practicadas por el hombre; de acuerdo con los registros, se considera que tuvo sus inicios en China, con la crianza de la carpa por el General Fan Li, quien escribió el primer tratado sobre esa especie hacia el año 475 A.C. (Aguilera y Noriega, 1986 y Juárez y Palomo, 1988 en Coll, 1991; Rodríguez y Maldonado, 1996). En la actualidad incluye la crianza o cultivo de una gran diversidad de organismos, tales como algas, jaibas, cangrejos, camarones, langostinos, ostras, ostiones, tortugas y ranas entre otros (Rodríguez y Maldonado, 1996).

Se tienen referencias de que en nuestro país esta práctica se realizaba desde las épocas prehispánicas. Al estar ligada a los organismos que se crían o cultivan en el agua, ha propiciado cierta dificultad para establecer un marco conceptual que permita una clara separación entre lo que son las pesquerías y la producción por acuicultura (Rodríguez y Maldonado, 1996).

La acuicultura abarca sobre todo el control del crecimiento y producción de las especies susceptibles al cultivo. Es una actividad orientada a la selección y manejo de organismos reproductores, producción de huevos, de larvas, de crías, engorda, pasando por el transporte, procesamiento y comercialización del producto hasta su consumo; siendo la acuicultura una forma mas de producción agropecuaria, a la cual se le reconoce como una actividad económica con beneficios en todo el mundo, sobre todo en los países en vías de desarrollo, donde ésta puede desempeñar un papel importante para el desarrollo rural; por lo que la alimentación es un factor base (Aguilera y Noriega, 1986 en Coll, 1991; Rodríguez y Maldonado, 1996).

La alimentación comprende la prescripción de un régimen alimenticio y la digestión y absorción de los alimentos (Bazerque, 1978), por lo que uno de los objetivos, si no es que el más importante, dentro de la acuicultura, es el incrementar el peso del pez en un lapso de tiempo corto y en condiciones de tiempo económicamente bajas. Para lograr este objetivo, es necesario cubrir satisfactoriamente las necesidades del pez, ofreciéndole las condiciones necesarias, así como alimento adecuado del cual dependerá el éxito en el crecimiento del organismo. La alimentación artificial es un complemento de la alimentación natural disponible y de los organismos naturales producidos por la fertilización del agua (Bardach, 1990).

El alimento ingerido generalmente se expresa en porcentaje de peso corporal / día y varía de 2 a 6 % dependiendo de la especie, edad y temperatura. El alimento comido se digiere y una parte es asimilada y la otra es expulsada como producto de desecho. El alimento asimilado se utiliza para la conservación del organismo (sustitución de partes desgastadas, reparación de estructuras y gasto energético), para el crecimiento (principalmente, de la musculatura y el esqueleto) y para la vitelogénesis o el vitelo nutritivo. En la digestión el alimento es atacado por las enzimas digestivas del animal y dividido en partes más simples que puedan asimilarse y absorberse por el organismo (Coll, 1991).

Las variables ambientales que mayor influencia ejercen sobre la alimentación en sistemas acuáticos son: la temperatura y la cantidad de oxígeno disuelto en el agua; en los organismos el incremento en la temperatura produce un aumento de la actividad metabólica, un mayor consumo de oxígeno y un aumento de la actividad alimentaria. Al aumentar la temperatura, aumenta la cantidad de alimento ingerido, se aceleran los procesos digestivos y la propia digestibilidad de determinados nutrientes en muchos casos, y se incrementa la asimilación. El incremento de la temperatura produce un doble efecto en los sistemas acuáticos: por un lado disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y por otro aumenta su consumo por parte de los organismos al aumentar su productividad metabólica (Coll, 1991).

Las necesidades nutritivas de los peces comprenden requerimientos energéticos como son: proteínas, vitaminas, hidratos de carbono, minerales y lípidos (Coll, 1991).

Los peces necesitan un alto contenido de proteínas en su dieta (35-60 %) (Halver and Tiews, 1979); debido a que estas encarecen el costo de la alimentación, se han realizado pruebas para determinar la cantidad mínima necesaria para obtener el máximo crecimiento, bien directamente realizando test de dieta o indirectamente utilizando isótopos (Coll, 1991). Los peces necesitan de un 20–30 % de lípidos en su dieta (Halver, 1976), los cuales, se utilizan como fuente de energía almacenadas, como depósito de grasa o incorporados en fosfolípidos y componentes esteroideos de órganos vitales.

Se ha visto que los fosfolípidos presentes en la dieta, tienen un efecto benéfico, manifiesto en el crecimiento y sobrevivencia de larvas de peces

marinos como “red sea bream” *Chrysophrys major* y el mandíbula de chuchillo *Oplegnathus fasciatus* (Kanazawa, 1983), aligote “ayu” (Teshima y col., 1982; Kanazawa y col., 1985) y *P. monodon* (Páscual, 1984) alimentadas con dietas semi-sintéticas, en las que la colina y los ácidos grasos esenciales (AGE) fueron adicionados por separado en cantidades iguales. Aún más, la eficiencia de los fosfolípidos en el crecimiento y sobrevivencia se ha demostrado que varía con el tipo y fuente de fosfolípidos usada.

El efecto benéfico de los fosfolípidos en el crecimiento y la sobrevivencia de larvas de peces marinos y crustáceos, es particularmente sorprendente, si estamos conscientes de la habilidad natural de esos organismos para biosintetizar fosfolípidos a partir de ácidos grasos y triglicéridos (Lui y col., 1974). Aunque falta por confirmar un verdadero requerimiento de fosfolípidos en la dieta, bajo condiciones reales de cultivo, se ha sugerido que la esencialidad dietética de los fosfolípidos (si es que la hay) se debe a un requerimiento específico para el transporte de ácidos grasos dentro del cuerpo, así como a la lentitud en la velocidad de biosíntesis con relación a su demanda metabólica durante la fase de desarrollo larvario (Teshima y col., 1986).

La falta de vitaminas ocasiona enfermedades carenciales (avitaminosis), los principales efectos producidos por la falta de vitaminas son el escaso crecimiento y la falta de apetito en los peces, en general, acompañados según los casos de parálisis, convulsiones, anemias, hemorragias y trastornos diversos del digestivo. En determinados casos se afecta la visión, especialmente por carencia de vitaminas A y K, y también se producen alteraciones en caso de hipervitaminosis sobre todo vitaminas A y D (Burrows y col., 1952 en Coll, 1991). Al determinar los requerimientos vitamínicos en peces, se estudia la mínima cantidad de una vitamina dada que produce el mayor crecimiento, índice de conversión y supervivencia (Coll, 1991).

Los carbohidratos no son requerimiento esencial para los peces y constituyen para éstos solo una fuente de energía de tipo secundario. No obstante, su presencia en la dieta es necesaria por que en ésta sustituye a la proteína como fuente de energía, con lo que se reduce su proporción en la dieta y por lo tanto los costos de alimentación, se suele añadir de un 20–25 % de carbohidratos en la dieta (Furukawa, 1975).

La habilidad de peces carnívoros para hidrolizar o digerir carbohidratos complejos es limitada, debido a la debilidad en la actividad amilolítica en tracto

digestivo (Spannhof y Plantikow, 1983). Así, para especies tales como la trucha, conforme aumenta la proporción de almidón en la dieta, disminuye su digestibilidad (Singh y Nose, 1967; Bergot y Breque, 1983). Aún más, en ensayos de alimentación de mayor duración con peces carnívoros (p. ej. salmónidos) se ha observado que elevados niveles de carbohidratos en la dieta, disminuyen el crecimiento, elevan los niveles de glicógeno en hígado y eventualmente causan mortalidad (Phillips y *col.*, 1977 en www.fao.org/docrep/field/003/AB4925/AB492511.htm). Por el contrario, los peces omnívoros o herbívoros de agua caliente, tales como la carpa (*C. carpio*), bagre de canal (*I. punctatus*), tilapia (*O. niloticus*) y la anguila (*A. japonica*) han mostrado ser más tolerantes para niveles elevados de carbohidratos; siendo utilizados más eficientemente los carbohidratos como fuente de energía o bien el exceso es almacenado en forma de lípidos corporales (Chiou y Ogino, 1975; Adreson y *col.*, 1984 en www.fao.org/docrep/field/003/AB4925/AB492511.htm; Robinson y Wilson, 1985; Degani y *col.*, 1986).

Los minerales tienen un papel estructural en el organismo, formando parte del esqueleto, cartílagos, etc. Además, intervienen en la regulación del metabolismo como activadores enzimáticos, en la actividad neuromuscular, en el balance ácido-básico y formando parte de enzimas, hormonas y vitaminas. La cantidad total de minerales por Kg de pienso que se debe suministrar es de unos 30–40 g, es decir aproximadamente 4 % del total de la dieta (Ketola, 1978 en Coll, 1991).

Las lecitinas son un grupo de compuestos químicos que se encuentran en los tejidos vivos. En los animales, las mayores concentraciones se dan en los tejidos nerviosos y en los glóbulos rojos. También se encuentran en las plantas y en la yema del huevo. Las lecitinas, sustancias de aspecto ceroso, pueden disolverse en alcohol o éter (www.free_news.org/monsan_26.html). Son importantes como ingrediente y como nutriente, su inclusión en alimentos balanceados depende del organismo y de su medio ambiente (Re Araujo, 1999).

Éstas, son fuente de fosfolípidos y como ingrediente en la nutrición de animales de granja y marinos actúan como emulsionante de las grasas, mejoran la digestión y así mismo la eficiencia alimenticia. En dietas para animales marinos se ha comprobado que además de mejorar la digestión y la

absorción de dietas lipídicas, reduce la lixiviación de los nutrientes solubles en agua, promoviendo así la atracción y la aceptabilidad de las dietas. Los niveles empleados en fórmulas comerciales están en el rango de 1–2 % (Re Araujo, 1999). Pueden ser incluidas como parte de los suplementos o en la mezcla aditiva o como parte de la fórmula alimenticia, ya que juegan los papeles de nutrimento funcional. Debido a su consistencia oleosa y propiedades emulsionantes, la lecitina de soya es útil en los alimentos procesados y particularmente en alimentos extruidos. Ésta proporciona lubricación permitiendo una mayor eficiencia en la producción del alimento (Re Araujo, 1999).

Últimamente la lecitina ha tomado gran importancia como componente lipídico en las dietas para el cultivo, principalmente por los fosfolípidos que contiene y la función estabilizadora (iónica) en la fórmula alimenticia, ya que emulsionan los glóbulos lipídicos a nivel de hemolinfa (Re Araujo, 1999).

Los tipos de lecitina son muy variados, los más importantes por ejemplo: lecitina de soya manipulada genéticamente, se emplea mucho para chocolates, panadería y pastelería, margarinas y productos para adelgazar (www.free_news.org/monsan_26.html), lecitinas alimenticias (proteínas de las plantas) para contrarrestar el cáncer (www.ediho.es/horticom/news/22.html), lecitinas granuladas, líquidas o lecitinas de soya granuladas (mezcla de harina de soya y lecitina líquida) de chícharos o frijoles (www.monografias.com/trabajos/alimentación/alimentación.shtml), triple lecitina que ayuda a deshacer los depósitos de grasa y colesterol lo cual es benéfico para una mejor circulación sanguínea, con fuente de colina e inositol que ayudan a mejorar la memoria (www.gnc-consulting.com), triple lecitina con cromo la cual al mezclar estos ingredientes ayuda a quemar grasa y para el metabolismo de los carbohidratos, reduce el anhelo de azúcares y mantiene la firmeza del músculo (www.gnc-consulting.com).

La lecitina de soya, producto derivado del frijol de soya, rico en minerales, en especial fósforo, ya que además contiene vitaminas A, B, E y K y aunque es una forma de grasa, aporta muy pocas calorías y en cambio moviliza y quema las demás grasas (www.pronat.com.mx/q-encontrar/TemaTip/Rlecitina.htm).

A pesar de las diferencias entre las lecitinas, existen más evidencias a favor de las lecitinas de soya debido a su disponibilidad comercial y económica.

Las diferencias en los porcentajes de inclusión dependerán del tipo de dieta: purificada, semi-purificada o completa; por lo que el esclarecimiento de la lecitina en el metabolismo lipídico ayudará a disminuir los requerimientos de altos porcentajes de proteína, colina e inositol en alimentos balanceados (Re Araujo, 1999).

RESUMEN

La acuicultura es una de las actividades más antiguas practicadas por el hombre, además de ser una actividad orientada a la selección y manejo de organismos reproductores, producción de huevos, de larvas, de crías y engorda, pasando por el transporte, procesamiento y comercialización del producto hasta su consumo. Siendo esta una forma más de producción agropecuaria, a la cual se le reconoce como una actividad económica con beneficios en todo el mundo. La alimentación comprende la prescripción de un régimen alimenticio para la digestión y la absorción de los alimentos, para lograr este objetivo es necesario cubrir satisfactoriamente las necesidades del pez ofreciéndole las condiciones necesarias, así como alimento adecuado del cual dependerá el éxito en el crecimiento del organismo. Las necesidades nutritivas de los peces comprenden requerimientos energéticos como son: proteínas, vitaminas, hidratos de carbono, minerales y lípidos, debido a esto se sabe que las lecitinas son importantes como ingrediente y como nutriente, su inclusión en alimentos balanceados depende del organismo y de su ambiente, además de ser una fuente de fosfolípidos y como ingrediente en la nutrición de animales de granja y marino, actúa como emulsionante de las grasas, mejora la digestión y así mismo la eficiencia alimenticia, además mejora la digestión y absorción de dietas lipídicas, reduce la lixiviación de los nutrientes solubles en agua, promoviendo la atracción y la aceptabilidad de las dietas. La lecitina de soya, producto derivado del frijol de soya, rico en minerales, en especial fósforo, además de contener vitaminas A, B, E y K y aunque es una forma de grasa, aporta muy pocas calorías pero en cambio moviliza y quema las demás grasas. Por lo anterior, se probaron cuatro concentraciones de lecitina de soya en porcentajes de 16 %, 38%, 58 %, 79 % en la dieta y un grupo control, para evaluar la ganancia en peso y longitud total de la carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus*, así como determinar la velocidad de crecimiento, el factor de condición y la relación peso-longitud al haber sido alimentados con el 6 % de su biomasa. La concentración de 17.5 mg equivalente al 58 % de lecitina de soya en su dieta, presentó los mejores incrementos en peso y longitud total, a una confiabilidad del 95 %, el mejor factor de condición lo presentó la concentración de 11.5 mg de lecitina de soya y de la relación peso-longitud se determinó un crecimiento alométrico (95 %). Se concluye, que la adición del promotor lecitina de soya sí tuvo un efecto en el crecimiento de la carpa cuando a su dieta le es incorporado el 58 % de lecitina de soya, por lo tanto, sí aceleró el peso y la longitud y es una opción muy viable para el piscicultor.

ANTECEDENTES

Steven y Gatlin (1997) realizan experimentos aplicando dietas que contenían lecitina y colina suplementaria en *Ocellatus sciaenops*, observando que la suma de la lecitina mejoró generalmente una ganancia de peso y eficacia alimenticia.

Chalee y col. (1998) realizaron estudios evaluando cuatro diferentes dietas, aplicando concentraciones de lecitina de 0.5, 1.0 , 1.5 y un control en la gamba marina, observando que el crecimiento y la supervivencia con concentraciones de 1.0 y 1.5 no presentaban diferencias significativas, pero en el grupo control y el de 0.5 si se presentaba un crecimiento y supervivencia significativamente mayor.

Storebakken y col. (1998) realizaron un experimento con salmón, para evaluar la proteína de soya concentrada (18 % de ácido fitico / Kg) y determinar si la fitasa de soya concentrada afecta la disponibilidad de la proteína y los elementos esenciales, en 3 dietas durante 84 días, la soya concentrada fue equivalente a la comida de pez como una fuente de proteína dietética para el salmón, y ninguna fitasa permanecía después del tratamiento.

Estudios con larvas de camarón demuestran que cuando se incluyó lecitina seca de soya en un 3.5 % en la dieta, el índice de crecimiento y la sobrevivencia fueron incrementados, lo que sugiere que el efecto de la lecitina depende del origen que esta tenga. En cambio, utilizando proteína animal (caseína y extracto puro de proteína de cangrejo *Cancer irroratus*) concluyeron que la lecitina no era esencial para *Macrobrachium rosenbergii*, un crustáceo de agua dulce (Re Araujo, 1999).

Recientes estudios nutricionales en juveniles de *Penaeus vannamei* confirman el efecto positivo en crecimiento y supervivencia del uso de lecitina líquida de soya con respecto a la lecitina de calamar (Re Araujo, 1999).

Berge y col. (1999) prueban 4 dietas para el halibut Atlántico y lo realizan a base de proteína de soya y un atrayente, finalizando en que la admisión de la dieta con proteína de soya concentrada fue mayor que la que contenía comida de pez y la adición del calamar no tuvo ningún efecto para la preferencia y admisión de la dieta. Los grupos que se alimentaron con dietas no

complementadas con calamar fueron utilizados para la determinación de la composición química del cuerpo y el resto del grupo de peces fue utilizado para determinar o estimar la digestibilidad, no teniendo ningún efecto la fuente de proteína en la digestibilidad, ni en la retención de energía. El pez alimentado con proteína de soya concentrada presentó un porcentaje ligeramente mayor en materia seca que los alimentados con comida de pez.

Elangovan y Shim (2000) probaron el reemplazo del alimento del pez con soya en crecimiento y composición del cuerpo del juvenil *Borbodes altus* concluyendo que la comida con proteína de soya puede ser incluida en la dieta hasta en un 37 % como suplemento para comida de pez, reemplazando aproximadamente 33 % de la proteína del pez.

Floreto y col. (2000) probaron el efecto de la soya adicionada en su dieta, con y sin una suplementación de aminoácidos en proporciones de 25, 50, 87.5 y 100 % y comida de pez durante 60 días alimentando juveniles en etapa tardía, encontrando que: la suplementación y los niveles de alimento de soya debajo del 50% de la proteína resultaron con una ganancia en peso comparada con dietas sin una suplementación o a niveles altos de proteína de soya, por último encontraron que la suplementación acorta significativamente los ciclos y es crucial para la supervivencia de los juveniles alimentados al 100% con la dieta de proteína de soya.

Estudios realizados por González-Félix y col. (2001) con *Litopenaeus vannamei*, para observar crecimiento y supervivencia, administrando diferentes dietas con fuentes lipídicas como: coco, soja, linaza, cacahuate y aceite de menhaden, adicionándoles 5 % de aceite de la prueba y 3.1 % de lecitina comercial, reportan que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Peisker (2003) realiza estudios con camarón y demuestra que arriba del 50 % y al 75% el alimento del pez puede ser reemplazado por proteína de soya sin efectos negativos y arriba del 75 % los porcentajes de crecimiento se vieron reducidos.

Hasta el momento, existen escasas publicaciones que aborden el efecto de la lecitina de soya sobre el crecimiento y mucho menos en la carpa, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo general:

OBJETIVOS

GENERAL

- Evaluar el crecimiento individual, en longitud y peso, en alevines de la carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus*, mediante la administración de lecitina de soya en su dieta, y definir cual es la concentración más efectiva que lo lleve a cabo.

PARTICULARES

- Determinar cual de las diferentes concentraciones de lecitina de soya aplicadas en su dieta es la mas efectiva para el rápido y adecuado crecimiento de la carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus*.
- Determinar, basándose en las diferentes concentraciones, el incremento en longitud total o estándar.
- Determinar, basándose en las diferentes concentraciones aplicadas, el incremento en peso total.
- Determinar la relación peso–longitud de las diferentes concentraciones aplicadas, para definir el tipo de crecimiento y su factor de condición bajo condiciones de laboratorio en alevines de la carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus*.

MÉTODO

Los organismos se obtuvieron del “Centro Acuícola Tezontepec de Aldama, Hidalgo”, ubicado en el municipio de Tezontepec de Aldama, (SAGARPA, 2001). Se mantuvieron en un periodo de cuarentena, los cuales estuvieron bajo observación para ver su comportamiento; los organismos fueron alimentados una vez al día con alimento comercial seco en hojuelas marca Wardley, una vez terminado el periodo de cuarentena se colocaron en sus peceras definitivas.

Se equiparon cinco peceras con una capacidad de 40 litros, utilizando un volumen real de 30 litros de agua a la cual se le adicionó acondicionador para el agua “pentabiocare” en proporción de una gota por litro de agua que ayuda a eliminar el cloro, neutraliza el agua, inactiva metales pesados, protege a los peces del estrés y forma una cubierta protectora sobre la piel del pez. Pasadas 48 horas, se les colocaron filtros de caja con fibra de vidrio y carbón activado y aire por medio de una bomba de aire y fueron tapadas con una cubierta de vidrio. Apartir de este momento, se registraron semanalmente los parámetros fisicoquímicos como: Temperatura con un termómetro de cubeta, oxígeno disuelto del agua mediante la técnica de titulación de Winckler y mediante un oxímetro de la marca OAKTON modelo WD – 35640 – 60 (De la Lanza (1998) y De la Lanza y Hernández (1998). y pH con un potenciómetro digital de la marca ORION modelo 290 A, para cada una, los cuales fluctuaron de $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, O_2 de 8.5 ± 1 ppm y pH de 8.5 ± 0.5 .

Semanalmente se realizó una limpieza exhaustiva del filtro de caja, se hicieron cambios de agua (20 %) sifoneando el fondo y reponiendo la cantidad de agua, en caso necesario se cambiaron los materiales filtrantes. Antes de la administración del alimento, cada semana se sifoneó el posible sobrante del alimento y excretas y se pesaron para la evaluación efectiva de lo consumido por los peces.

Los peces se colocaron en grupos de 20 organismos por pecera y apartir de este día, semanalmente cada pez se capturó con una red de acuario de dimensiones de 6.25 cm x 4.20 cm y a través de ella se registró la longitud estándar con el uso de un vernier de la marca Scala en centésimas de centímetro. Posteriormente con el uso de una balanza electrónica de la marca

Acculab con una capacidad máxima de 10 g y una precisión de 0.002 g, tarada, se registró el peso húmedo del pez en milésimas de gramo.

Los promedios de la longitud y el peso por grupo experimental al inicio de la fase de investigación fueron los siguientes.

Tabla 1. Promedios de peso y longitud al inicio de la fase experimental por grupo.

mg de lecitina	W (g)	L (cm)
Control	0.103	1.559
5	0.1485	1.6475
11.5	0.214	1.858
17.5	0.1495	1.7
23.75	0.117	1.5955

La lecitina se administró vía oral a través del alimento seco en dosis experimentales de 5.0, 11.5, 17.5, 23.75 mg de lecitina por 30 g de alimento seco y un grupo control, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Grupos experimentales y concentración de lecitina de soya probada.

GRUPO	g / DE ALIMENTO	mg / DE LECITINA	% en la DIETA
CONTROL	30	0	0
DIETA 1	25	5	16
DIETA 2	18.5	11.5	38
DIETA 3	12.5	17.5	58
DIETA 4	6.25	23.75	79

La técnica de incorporación del fármaco consistió en (Guerrero, 1975 en Ruelas-Peña, 1995):

- 1.- Pesar el alimento comercial (hojuelas) por medio de una báscula Scout con una capacidad de 200 g y 0.01 g de precisión.
- 2.- Tamizarlo por medio de un tamiz de abertura de malla de 100 micras y colocarlo en un recipiente limpio y seco de plástico.

- 3.- Pesar el fármaco por medio de una báscula de marca Acculab con una capacidad máxima de 10 g y una precisión de 0.002 g, de acuerdo a la cantidad requerida y según su presentación (polvo), molerlo usando mortero con pistilo limpio y seco.
- 4.- Disolver el fármaco en 10 ml de acetona pura e incorporarlo perfectamente al alimento, cuidando que no quede nada en el recipiente.
- 5.- Mezclar perfectamente por medio de una espátula, cuidando que se incorpore homogéneamente.
- 6.- Secar a intemperie (sin calor directo ni polvo) por lo menos 48 horas para que toda la acetona se evapore.
- 7.- Guardar en frascos de plástico, evitando su exposición al sol o al polvo.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Con los datos semanales que se obtuvieron durante 149 días experimentales, se obtuvieron el peso, longitud promedio y varianza de cada pecera. Para determinar si existieron diferencias significativas entre los promedios de peso (g) y longitud (cm) obtenido en las diferentes concentraciones del aditivo lecitina de soya a una confiabilidad del 95 % se realizó un análisis de varianza de un factor según lo propuesto por (Daniel, 1980 y Zar,1999):

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

Ho= El promedio del peso (g) o longitud (cm) entre los diferentes peces sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya son iguales.

Ha= El promedio del peso (g) o longitud (cm) entre los diferentes peces sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya por lo menos en una concentración es diferente.

VARIANZA ENTRE O VARIANZA DE TRATAMIENTOS

$$S_{entre}^2 = \frac{\sum_{i=1}^a n_i \left(\bar{Y}_i - \bar{Y} \right)^2}{a - 1}$$

VARIANZA DENTRO O VARIANZA DE ERROR

$$S_{dentro}^2 = \frac{\sum_{i=1}^a (n_i - 1)S_i^2}{a - 1}$$

PRUEBA DE FISHER ‘F’

$$F_{experimental} = \frac{S_{entre}^2}{S_{dentro}^2}$$

DONDE:

a = Número de tratamientos o niveles del factor

\bar{Y}_i = Media por tratamiento o nivel de factor

\bar{Y} = Media general

S_i^2 = Varianza por tratamiento o nivel de factor

n_i = Número de observaciones por tratamiento o nivel de factor

n = Número total de repeticiones u observaciones

Toma de decisión y conclusión:

El valor crítico de F_{n-a}^{α} donde α a 0.05 es el nivel de significancia, ‘n’ es el número de observaciones y ‘a’ son los tratamientos o niveles del factor (n -a grados de libertad).

Se acepta H_0 si $F_{experimental}$ es menor que el crítico (F_{tablas}) es decir,
 $F_{experimental} \leq F_{n-a}^{\alpha}$ ($p > 0.05$)

Se rechaza H_0 si $F_{experimental}$ es mayor que el crítico (F_{tablas}) es decir,
 $F_{experimental} > F_{n-a}^{\alpha}$ y por lo tanto se acepta H_a ($p \bullet 0.05$)

En caso de rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_a), se realizó la prueba de comparación múltiple de medias tipo Fisher o Prueba LSD para determinar qué concentración fue estadísticamente diferente o igual.

Cuando las repeticiones fueron iguales entre todas las concentraciones (al inicio del experimento):

$$LSD = t_{n-a}^{\alpha/2} \sqrt{\frac{2(C.M.error)}{n_i}}$$

Cuando las repeticiones fueron diferentes entre todas las concentraciones (al final del experimento):

$$LSD = t_{n-a}^{\alpha/2} \sqrt{C.M.error \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_i'} \right)}$$

DONDE:

$t_{n-a}^{\alpha/2}$ = Grados de libertad dentro. Valor crítico de la tabla t, con el nivel de significancia de $\alpha/2$ y grados de libertad n-a

C.M.error = Cuadrado medio de error de la tabla de Anova (C.M. dentro de los grupos) n_i y n_i' son el número de repeticiones de los tratamientos que se están comparando.

Para determinar la velocidad o tasa de crecimiento en longitud (cm) durante el tiempo en que fueron sometidos los peces a diferentes concentraciones del aditivo lecitina de soya, se aplicó el modelo de crecimiento exponencial individual según lo propuesto por Ricker (1975):

$$l = l_0 \lambda^{rt}$$

Donde:

l = Longitud del pez al tiempo t

l_0 = Longitud del pez al tiempo 0

e = Base de los logaritmos naturales

r = Velocidad de incremento en longitud

t = Tiempo

Para determinar la velocidad o tasa de crecimiento en peso (g) durante el tiempo en que fueron sometidos los peces a diferentes concentraciones del aditivo lecitina de soya, se aplicó el modelo de crecimiento exponencial individual según lo propuesto por Ricker (1975):

$$w = w_0 \lambda^r t$$

Donde:

w = Peso del pez al tiempo t

w₀ = Peso del pez al tiempo 0

e = Base de los logaritmos naturales

r = Velocidad de incremento en peso

t = Tiempo

Para determinar el tipo de crecimiento que presentaron los peces durante el tiempo en que fueron sometidos a las diferentes concentraciones del aditivo lecitina de soya, se aplicó la relación peso–longitud de acuerdo a lo propuesto por Ricker (1975):

$$w = al^b$$

Donde:

w = Peso del pez

a = Factor de condición

l = Longitud del pez

b = Tipo de crecimiento

Si b = 3 el crecimiento es de tipo isométrico

Si b • 3 el crecimiento es de tipo alométrico

< 3 el pez aumenta más en longitud que en peso

> 3 el pez aumenta más en peso que en longitud

Con el fin de determinar si el tipo de crecimiento (pendiente) isométrico o alométrico fue estadísticamente significativo, se aplicó la prueba t-Student para comparar pendientes de acuerdo a lo propuesto por Zar (1999).

H₀= El valor de la pendiente obtenido por la relación peso–longitud, estadísticamente define un crecimiento de tipo isométrico $\beta_1 = 3$

H_a= El valor de la pendiente obtenido por la relación peso–longitud, estadísticamente define diferencias a $\beta_1 \neq 3$, por lo tanto es un crecimiento de tipo alométrico.

$$t_{\text{experimental}} = \frac{b_1 - \beta_1}{S_{\beta_1}}$$

Donde:

b_1 = Valor de la pendiente obtenido de la relación peso–longitud

β_1 = Valor que define el crecimiento isométrico (3)

S_{β_1} = Error estándar de la pendiente

Para obtener el error estándar de la pendiente:

$$S_{\beta_1} = \sqrt{\frac{\frac{\sum \lambda_i^2}{n-2}}{\sum l_i^2 - \frac{(\sum l_i)^2}{n}}}$$

$$\sum \lambda_i^2 = \sum \left(w_i - \hat{w}_i \right)^2$$

Donde :

w_i = peso experimental

\hat{w} = peso teórico

$\sum l_i$ = sumatoria de la longitud

$\sum l_i^2$ = sumatoria de las longitudes al cuadrado

n = pareja de datos de la regresión potencial

Toma de decisión y conclusión

El valor crítico es $t_{n-2}^{\alpha/2}$ donde α es 0.05 el nivel de significancia ($0.05/2=0.025$) y n = pareja de datos de la regresión ($n-2$ grados de libertad)

Se acepta H_0 si $t_{\text{experimental}}$ es menor que el crítico (t_{tablas}) es decir,
 $t_{\text{experimental}} \leq t_{n-2}^{\alpha/2}$ ($p > 0.05$).

Se rechaza H_0 si $t_{\text{experimental}}$ es mayor que el crítico (t_{tablas}) es decir,
 $t_{\text{experimental}} > t_{n-2}^{\alpha/2}$ y por lo tanto se acepta H_a ($p \bullet 0.05$).

Para determinar el factor de condición simple o de Fulton se aplicó según lo propuesto por Rodríguez (1992) la siguiente expresión:

$$K = \frac{w}{l^b}$$

Donde:

K = Factor de condición de Fulton

w = Peso del pez en gramos

l = Longitud del pez en centímetros

b = Tipo de crecimiento (valor de la pendiente obtenido del análisis de regresión de la relación peso–longitud).

Para determinar la tasa de incremento diario neto en longitud (cm) del pez, se aplicó la expresión:

$$a = \frac{l_{fi} - l_{ini}}{T}$$

Donde:

a = Incremento diario neto en longitud (cm/día)

l_{fi} = Longitud promedio del pez al final del experimento

l_{ini} = Longitud promedio del pez al inicio del experimento

T = Tiempo

Para determinar la tasa de incremento diario neto en peso (g) del pez, se aplicó la expresión:

$$a = \frac{w_{fi} - w_{ini}}{T}$$

Donde:

a = Incremento diario neto en peso (g/día)

w_{fi} = Peso promedio del pez al final del experimento

w_{ini} = Peso promedio del pez al inicio del experimento

T = Tiempo

Con la finalidad de determinar la eficiencia de conversión de alimento, se utilizó la fórmula (Hepher, 1993):

$$ECA = \frac{G * 100}{R}$$

Donde:

ECA = Eficiencia de conversión del alimento

G = Ganancia de peso (g) (Peso promedio del pez al final del experimento – Peso promedio al inicio del experimento)

R = Peso total del alimento consumido (g) (Peso del alimento total suministrado–Peso del alimento no consumido)

RESULTADOS

Incremento en Peso

La figura 1 muestra las diferentes curvas de crecimiento exponencial en peso obtenidas durante el periodo experimental, aplicando diferentes concentraciones de lecitina de soya en 30 g de alimento comercial.

En ésta, se puede observar que la curva del grupo control fue la que obtuvo el valor más alto en velocidad de incremento en peso, con una pendiente de 0.0134; la curva de 23.75 mg de lecitina de soya fue la que obtuvo el valor más bajo presentando una pendiente de 0.0081. El resto de las concentraciones (5 mg, 11.5 mg y 17.5 mg de lecitina de soya) presentaron velocidades de incremento por debajo del grupo control, con pendientes de 0.0105, 0.0104 y 0.0119 respectivamente.

Con base en los resultados, se pudo observar que la concentración de 5 y 11.5 mg de lecitina de soya en 30 g de alimento comercial tuvieron un comportamiento igual.

Incremento en Longitud

La figura 2 presenta las curvas obtenidas en velocidad de incremento en longitud al aplicar diferentes concentraciones de lecitina de soya durante el periodo experimental.

La velocidad de incremento presentada por el grupo control fue la que obtuvo el valor más alto con una pendiente de 0.0042, seguida por la de 17.5 mg con 0.0035 y siendo la mas baja la de 0.0025 la obtenida por la concentración de 23.75 mg.

Al igual que con el peso, se observó que la concentración de 5 mg y 11.5 mg fueron las que presentaron una velocidad de incremento igual con una pendiente de 0.033 cm/día, pero también por debajo del grupo control.

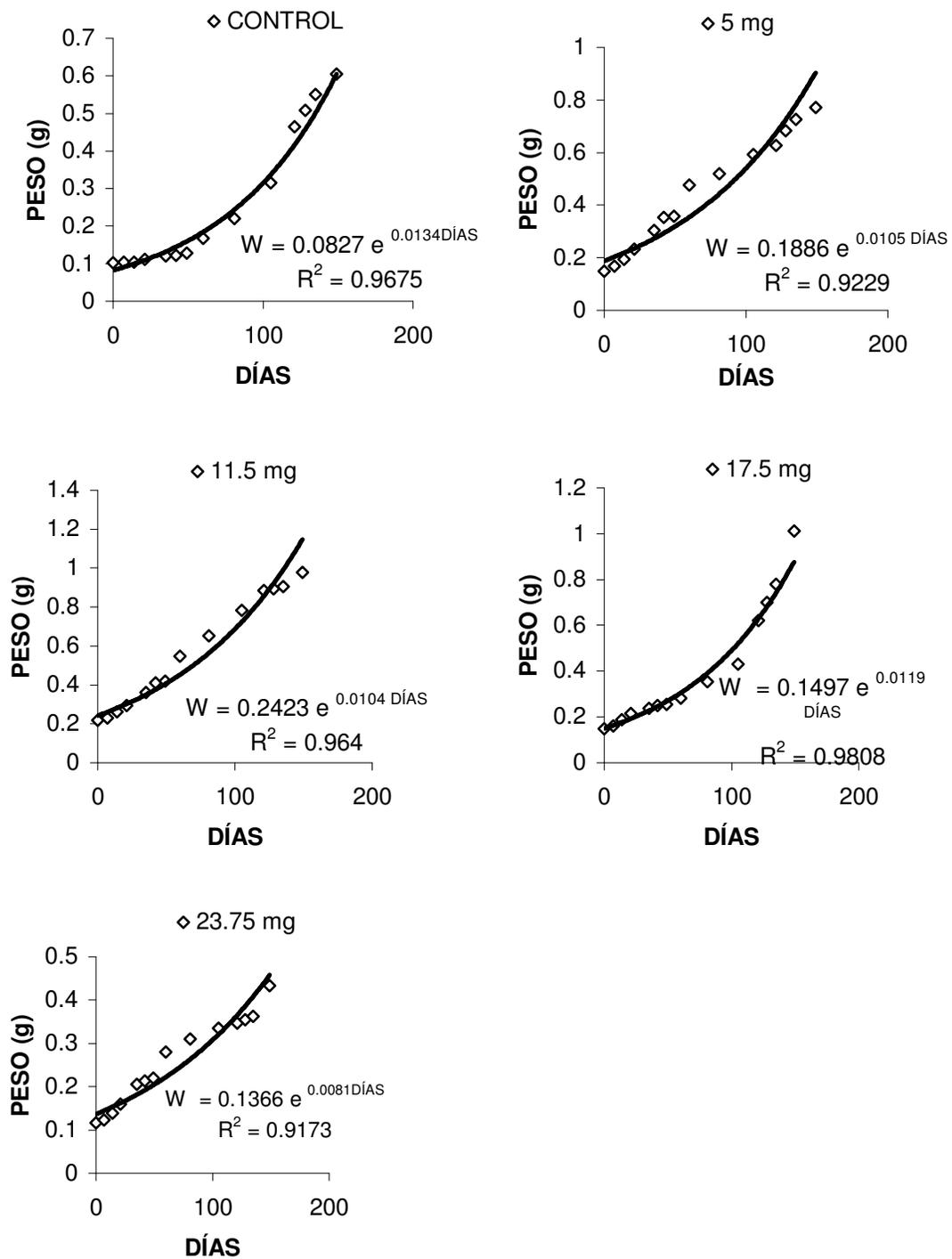


Fig. 1. Crecimiento exponencial en peso obtenido de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

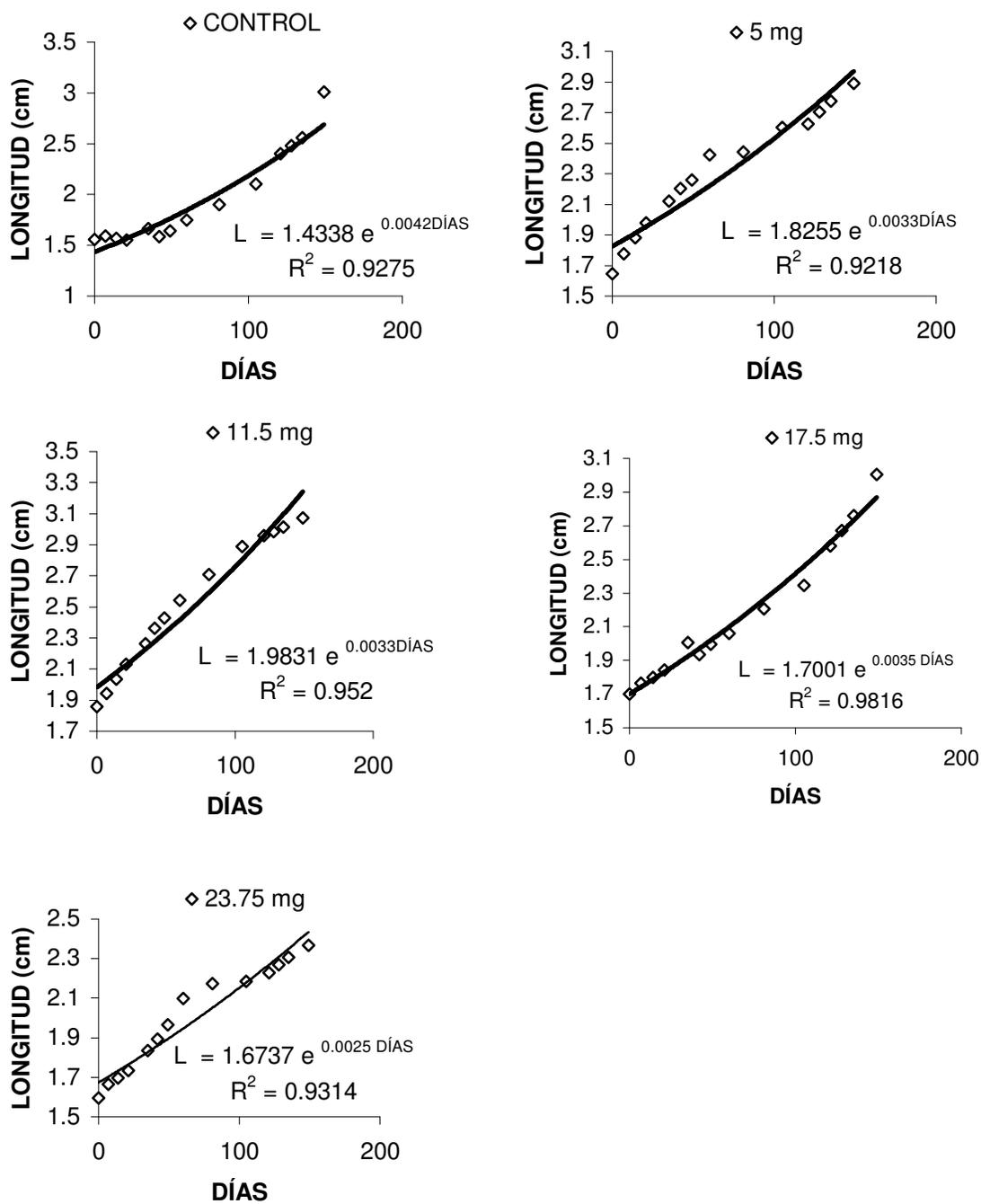


Fig. 2. Crecimiento exponencial en longitud obtenido de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofusculus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

Tasa de Incremento neto en Peso

La tasa de incremento neto en peso en la figura 3, nos mostró que la concentración de 17.5 mg tuvo el valor más alto (0.0057 g/día) siguiéndole muy de cerca la concentración de 11.5 mg de lecitina de soya con (0.0050 g/día), la concentración de 23.75 mg fue la más baja (0.0021 g/día) con respecto al control (0.0033 g/día).

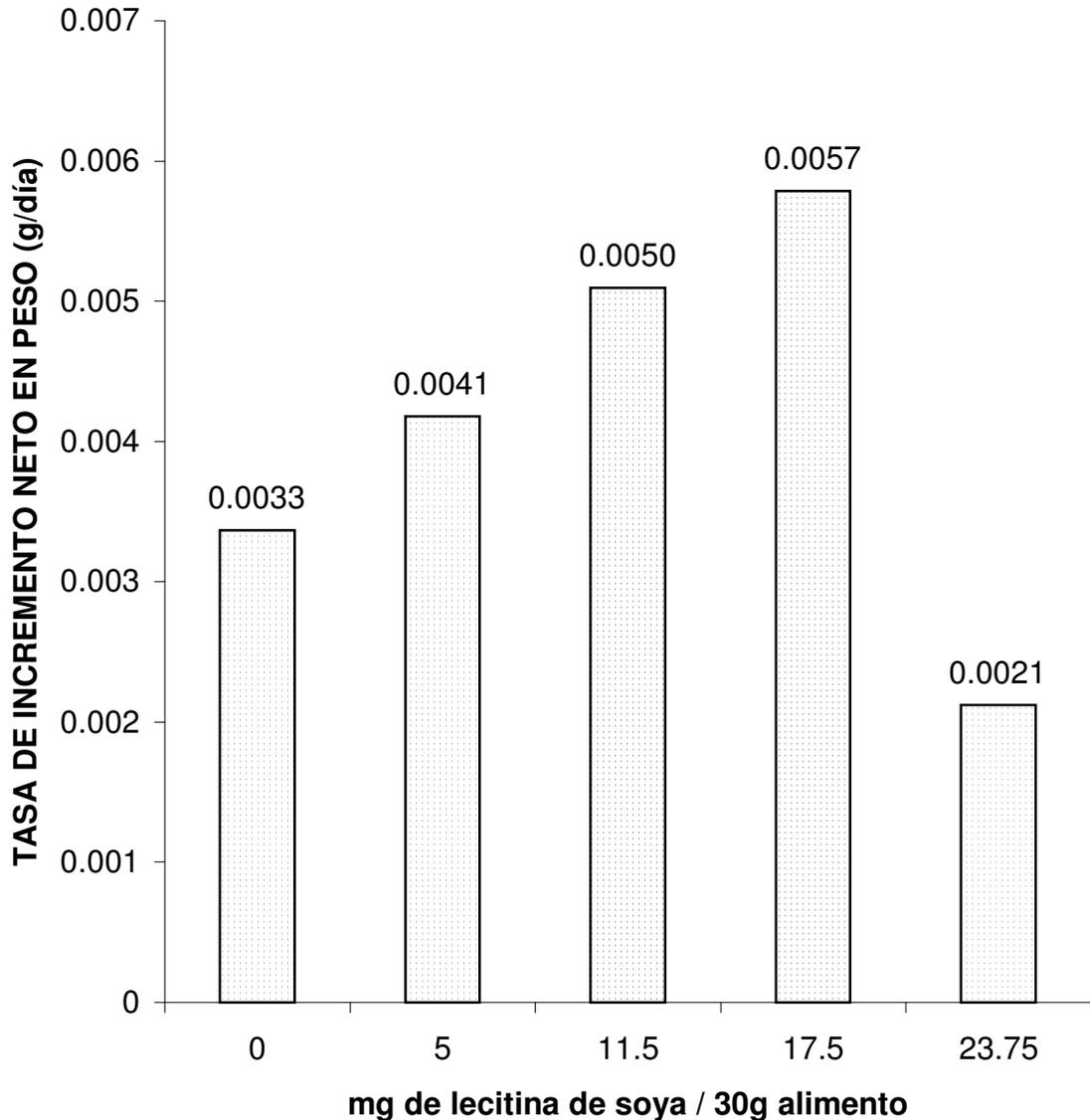


Fig. 3. Tasa de incremento neto en peso obtenido de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

Tasa de Incremento neto en Longitud

El incremento neto en longitud mostrado en la figura 4, nos indicó que la mayor tasa de incremento se obtuvo en el control, con un valor de 0.0097 cm/día y la concentración con el valor más bajo fue la de 23.75 mg con 0.0051 cm/día.

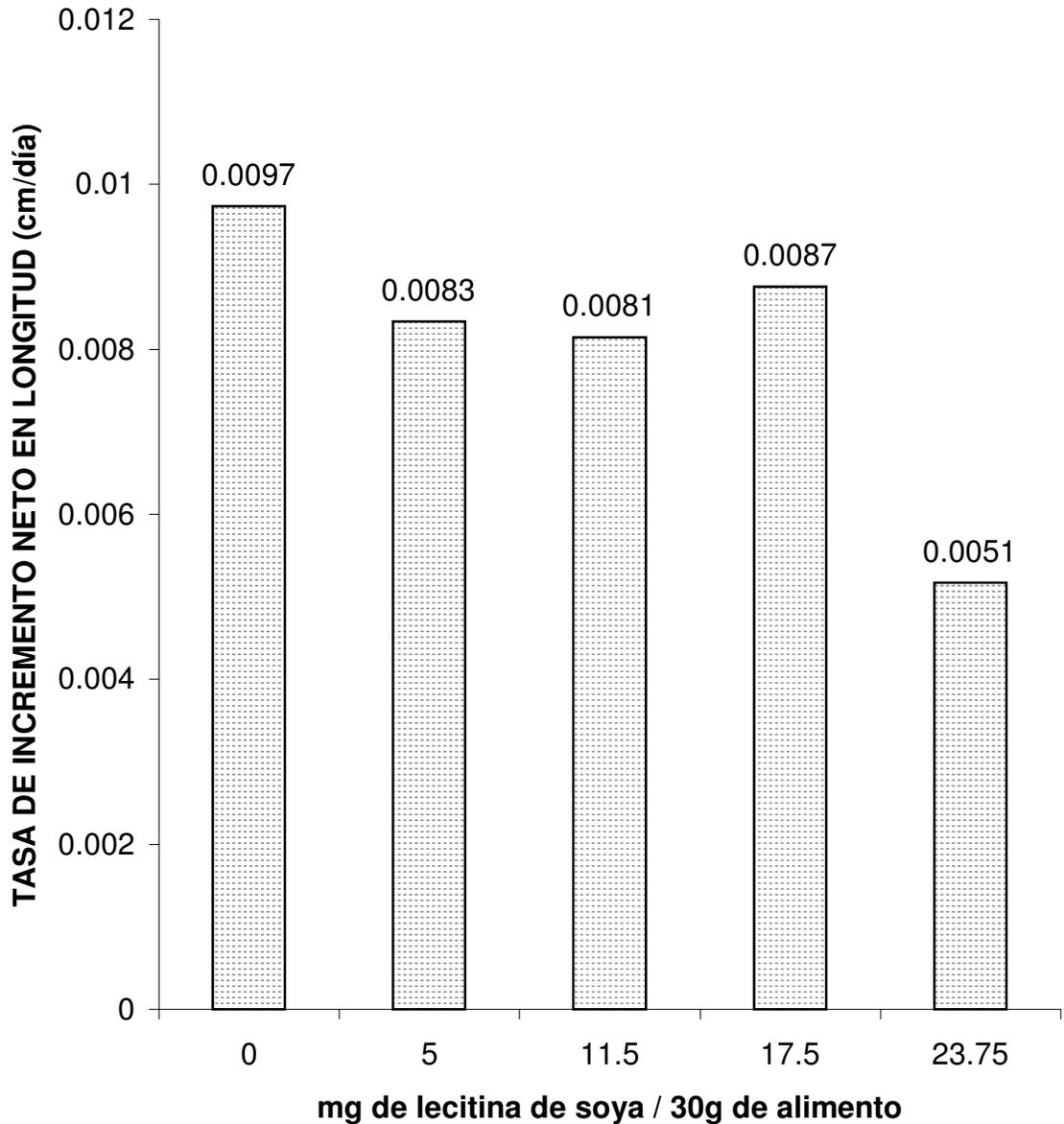


Fig. 4. Tasa de incremento neto en longitud obtenido de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofasciatus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

Alimento neto consumido

La figura 5, presenta los valores de alimento neto consumido por los alevines durante el periodo experimental, observando que los peces con la concentración de 11.5 fueron los que presentaron un valor alto con relación a los de las diferentes concentraciones y los peces de la pecera control fueron el grupo que presentó el valor mas bajo.

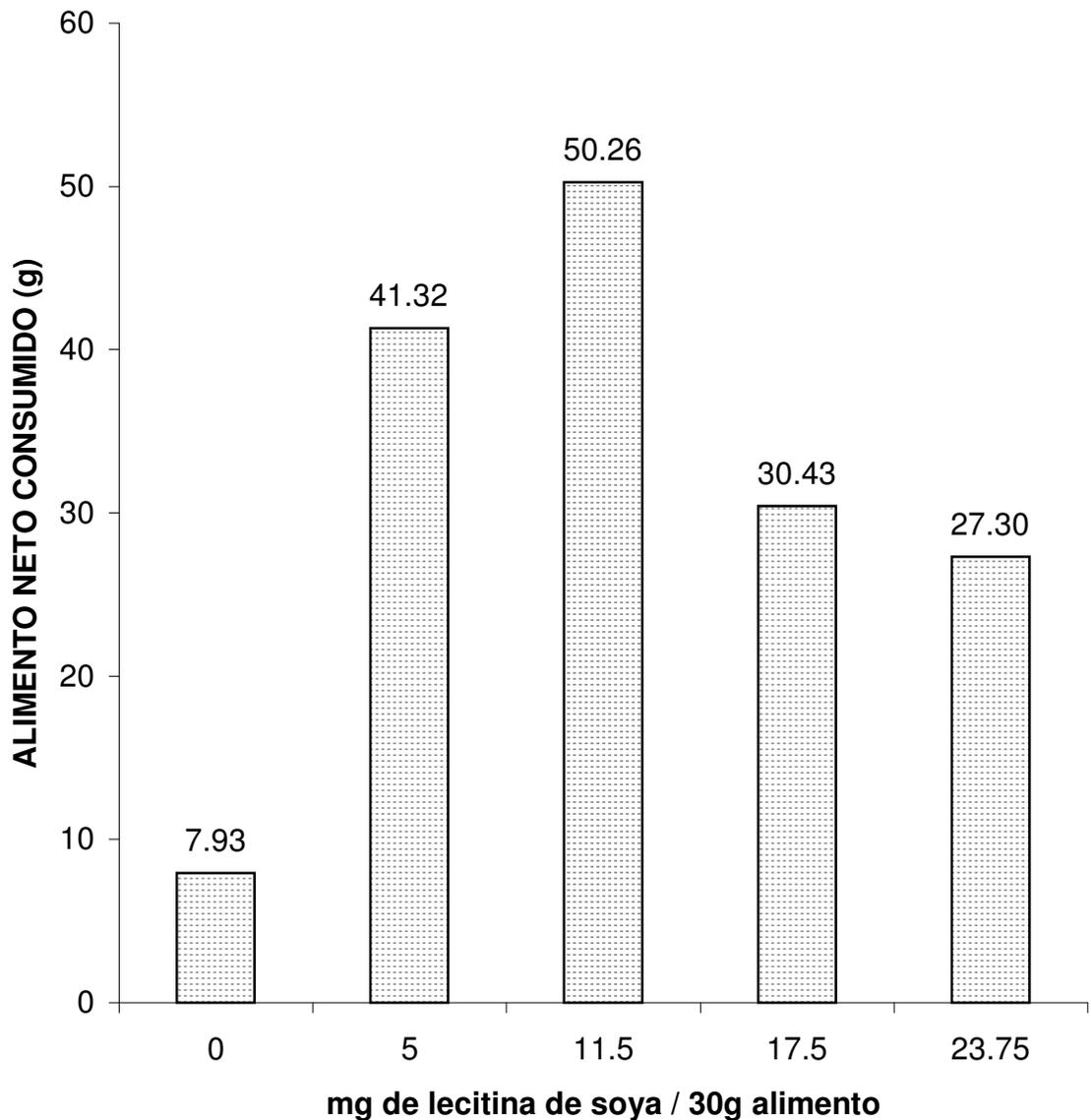


Fig. 5. Alimento neto consumido por alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofascus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

Eficiencia de conversión de alimento

El grupo que presentó una mejor eficiencia de conversión del alimento fue el grupo control, seguido por el de 17.5 mg, 11.5 mg y 5 mg, encontrándose en el grupo de 23.75 mg el valor más bajo (Fig.6).

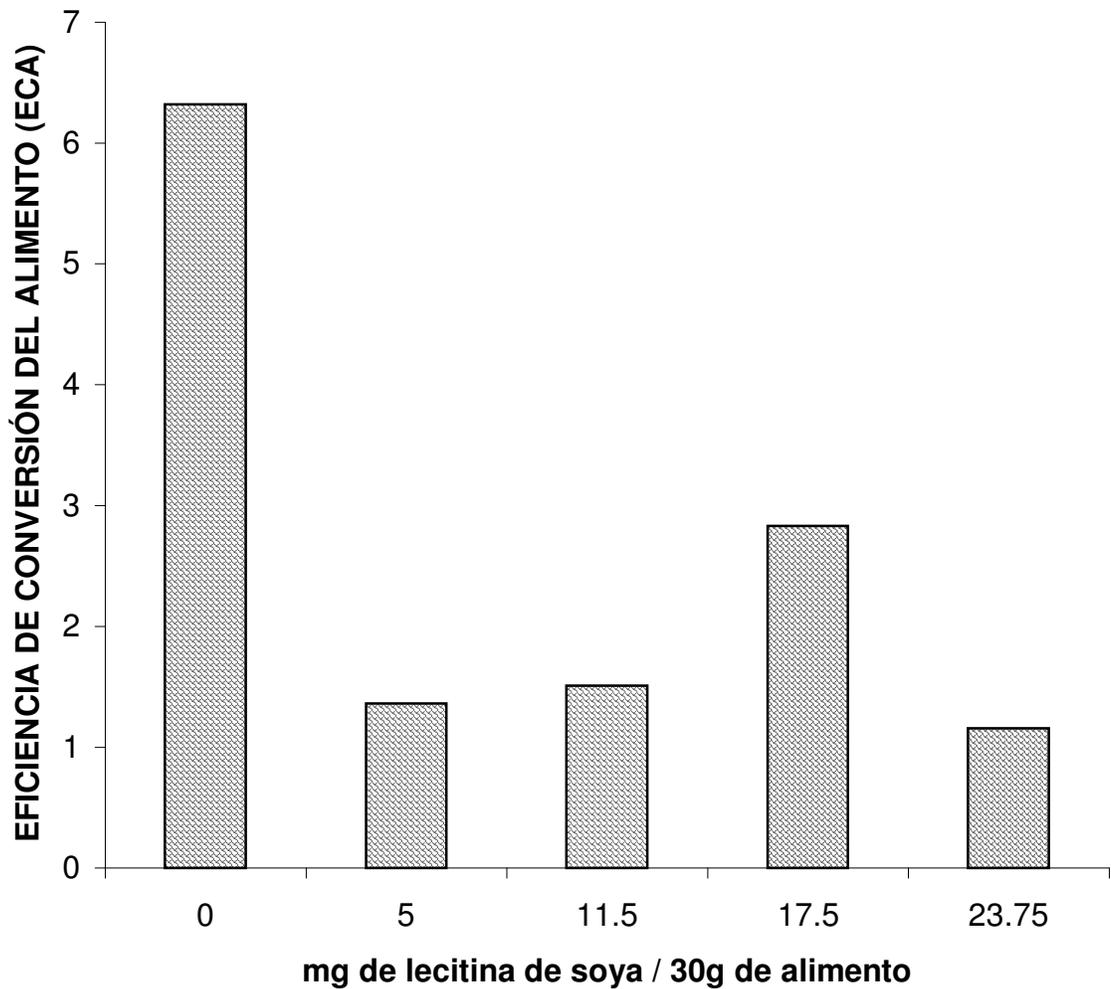


Fig. 6. Eficiencia de conversión del alimento de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofusca* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

Incremento neto en Peso y Longitud

El mayor incremento neto en peso lo presentó la concentración de 17.5 mg de lecitina y el más bajo la de 23.75 mg con respecto al grupo control, en longitud total el control fue el que presentó el valor más alto en relación a las diferentes concentraciones aplicadas.

Tabla 3. Valores obtenidos durante el periodo experimental con alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya, en incremento neto en peso y longitud total, ECA y alimento neto consumido.

L. de s / 30 g	0	5	11.5	17.5	23.75
Inc. neto en peso (g)	0.5016	0.6227	0.7591	0.8621	0.3161
Inc. neto en longitud (cm)	1.46	1.24	1.22	1.3	0.77
Alimento neto consumido	7.9368	41.3270	50.2689	30.4319	27.3040
E.C.A.	6.31	1.36	1.51	2.83	1.15

Relación Peso-Longitud

La figura 7, muestra los diferentes valores obtenidos de la relación peso-longitud en la cual podemos observar que el tipo de crecimiento presentado en los alevines de carpa, fue un crecimiento de tipo alométrico ($b \neq 3$).

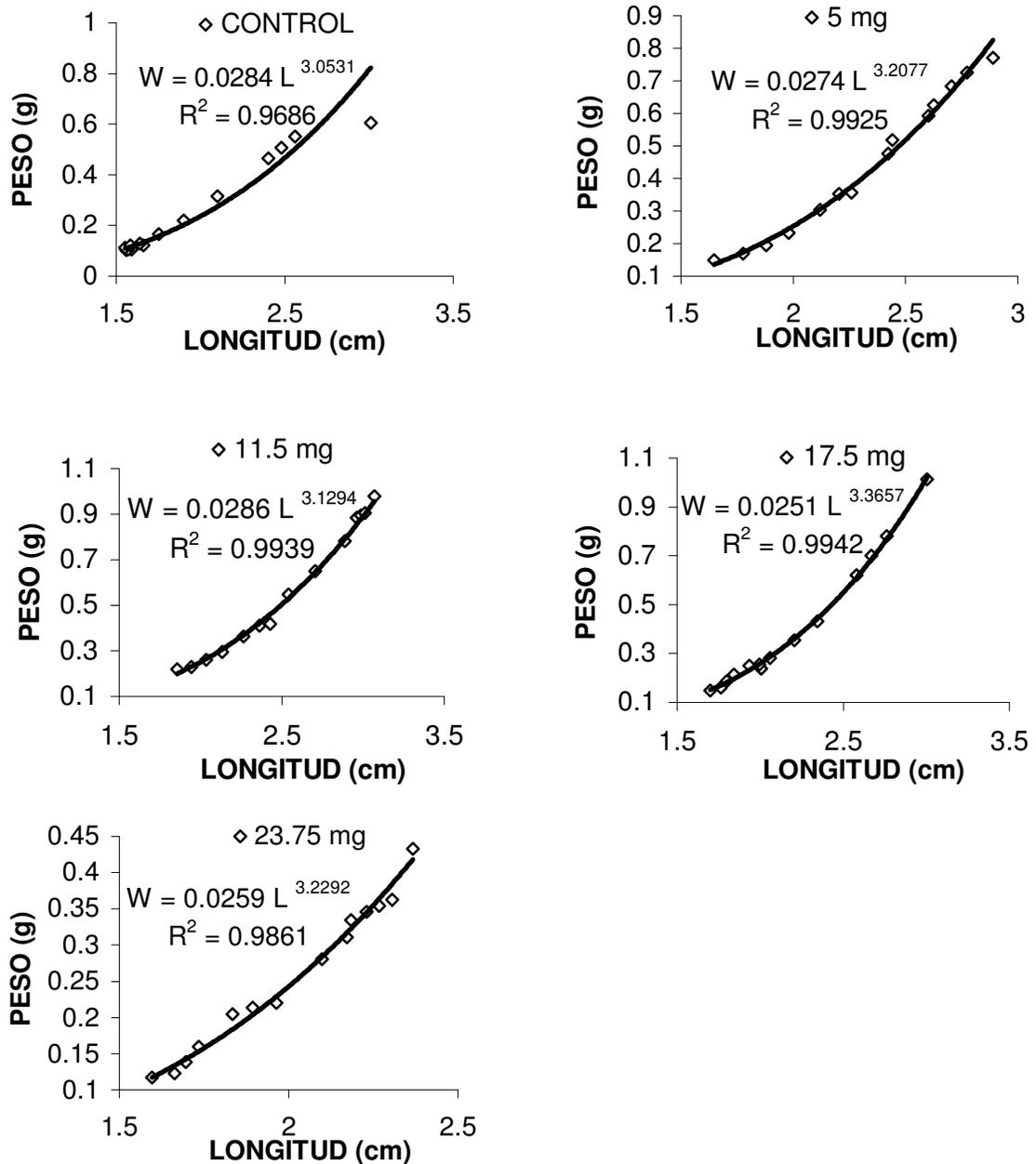


Fig. 7. Valores obtenidos de la relación peso-longitud durante el periodo experimental para cada grupo de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofusca* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

Factor de condición

En la figura 8, se muestra que el grupo al que se le aplicó una dosis de 11.5 mg de lecitina de soya fue el que presentó el mejor factor de condición con un valor de 0.029 seguido por el de 23.75 mg con un valor de 0.027 y los grupos de 5 y 17.5 mg de lecitina de soya con un valor de 0.025, el grupo que tuvo el valor mas bajo fue el grupo control (0.020).

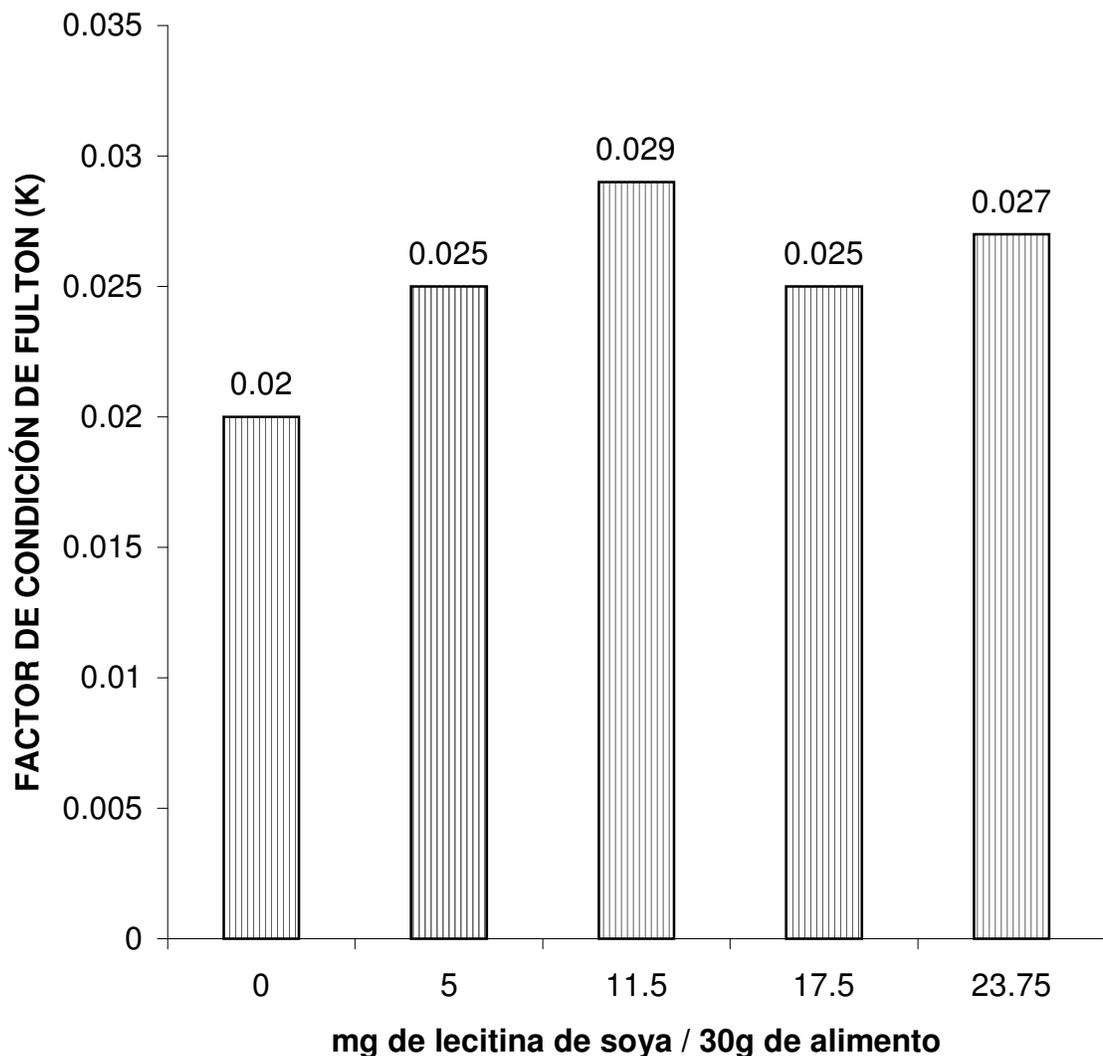


Fig. 9. Valores obtenidos al aplicar el modelo de Fulton (K) a los valores finales obtenidos en el periodo experimental para cada grupo de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos registrados durante el periodo experimental, muestran que la temperatura se mantuvo en $20^{\circ}\pm 1$, el oxígeno disuelto del agua en 8.5 ± 1 y el pH en 8.5 ± 0.5 , por lo que estas variables no afectaron el ciclo experimental, ya que son condiciones adecuadas para la carpa (Tabla 4).

Tabla 4. Variaciones de los parámetros fisicoquímicos a los cuales estuvieron sometidos alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus* alimentados con diferentes concentraciones de lecitina de soya.

CONCENTRACIÓN	TEMPERATURA	OXÍGENO	pH
Control	21	9.34	8.87
5.0 mg de lecitina de soya	21	8.85	8.69
11.5 mg de lecitina de soya	20	9.0	8.72
17.5 mg de lecitina de soya	20	9.0	8.7
23.75 mg de lecitina de soya	20	9.2	8.65

DISCUSIÓN

La importancia de la alimentación en los peces, hace necesario un análisis cuantitativo de su dieta ya que, para una ingestión apropiada de las poblaciones piscícolas, es necesario estimar la tasa de consumo del alimento, lo que nos permite conocer entre otras cosas, la eficiencia de conversión del alimento a tejido muscular, información sobre el comportamiento alimentario, apetito, cantidad de alimento ingerido, cantidad de comida diaria ingerida expresada en porcentaje del peso corporal, capacidad del estómago y ración máxima del alimento. La estimación de dicha tasa se puede obtener a partir de las observaciones diarias de los contenidos estomacales y alimento comido, valorado cuantitativa y cualitativamente (García de Jalon y *col.* 1993).

La alimentación a fin de cuentas repercute tanto en el crecimiento como en la reproducción, variables que tienen que ser evaluadas cuando se administran dietas, de las cuales se pueden obtener dos aspectos importantes: uno encaminado hacia la optimización y eficiencia en la alimentación en el cultivo de peces y otro hacia el aspecto puramente ecológico que permita valorar sus preferencias y hábitos alimentarios de los peces en su ambiente natural (Rodríguez y Cruz, com. pers.).

El uso de microdietas con ausencia de alimento vivo reduce el crecimiento y sobrevivencia, la habilidad de criar peces exclusivamente con dietas artificiales puede lograrse con pocas especies, sin afectar su crecimiento y sobrevivencia (Mookerji y Ramakrishna, 1991).

Al haber administrado diferentes concentraciones de lecitina de soya a los alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofusca*, se logró tener un margen de que concentración es la más adecuada para el crecimiento en peso y longitud de esta especie, encontrando que la concentración más efectiva fue al aplicar 17.5 mg de lecitina de soya en 30 g de alimento comercial, aunque la concentración de 11.5 mg también presentó efectos favorables en contraste con la de 23.75 mg la cual mostró el menor incremento.

En el presente trabajo, el grupo que presentó las mayores velocidades de incremento fue el control, tanto en peso como en longitud, con valores de 0.0134 y 0.0042 respectivamente; sin embargo, cabe señalar que el grupo control presentó los valores más bajos con relación al peso y ligeramente

mayores en cuanto a longitud respecto a la concentración de 17.5 mg de lecitina de soya, y aunque su eficiencia de conversión alimenticia fue la mayor, su consumo de alimento neto menor, por lo que se infiere que la energía se canalizó más hacia el crecimiento que hacia el incremento en biomasa. Sin embargo, el análisis de los modelos mostró, que si bien la mayor tasa de incremento se presentó en el grupo control, los modelos con 11.5 y 17.5 mg al calcularse tanto en peso como en longitud fueron más altos.

Considerando lo anterior, en los incrementos netos se observó que los alevines no tuvieron el mismo comportamiento en peso y longitud durante la experimentación, ya que en peso, el mayor incremento lo presentó el grupo de 17.5 mg, seguido por el de 11.5 mg.

Con relación al alimento neto consumido, se sabe que existe un número de componentes proteínicos en el metabolismo de larvas de pez para los cuales hay pocos datos, por lo que es interesante mencionar la relación entre el porcentaje de proteína que es sintetizada y el que es asimilado como crecimiento; por lo anterior, es de importancia el conocer como se comportaron los peces durante el experimento y cual fue realmente lo consumido por estos, encontrando en este experimento, que el grupo que presentó el mejor valor al aprovechar el alimento fue el control, aunque su alimento neto consumido es bajo, se presume que dicha energía obtenida del alimento la canalizó hacia su crecimiento en longitud y no en peso, lo cual es reflejado en los incrementos netos del pez, encontrando en el grupo de 17.5 mg de lecitina de soya un caso similar pero hacia el peso, esto es, que este grupo presentó una eficiencia de conversión alimenticia más baja que el control pero el alimento neto consumido es mucho más alto, por lo que supondríamos que estos peces canalizaron la energía obtenida hacia su crecimiento en peso presentando el valor más alto en su incremento neto en peso, no así en longitud, además, cabe mencionar con respecto al grupo control, que, la falta de la lecitina de soya en la dieta probablemente fue la causa de no incrementar en peso, ya que en los tratamientos que si la contenían, su incremento fue más hacia el peso. Observando el comportamiento de las otras tres concentraciones manejadas (5, 11.5 y 23.75 mg), podemos decir que las eficiencias de conversión alimenticia fueron bajas pero su alimento consumido con la lecitina fue más alto que el control, por lo anterior, podemos mencionar que la canalización de la energía adquirida mediante el alimento suministrado fue distribuida o aprovechada de manera

equitativa, esto es, los peces de estos grupos crecieron tanto en peso como en longitud de manera casi proporcional, aunque en el grupo de 23.75 mg los peces obtenidos fueron pequeños en relación a todos los grupos; lo anterior podemos corroborarlo con lo obtenido mediante el análisis de varianza, el cual nos representa de manera más concreta si existieron o no diferencias significativas entre los tratamientos, esto a una confiabilidad del 95 %; encontrando que entre el grupo control y la concentración de 5 mg no existieron diferencias, pero con las concentraciones de 11.5 y 17.5 mg sí las hay en cuanto al peso, no así en relación a la longitud y con la concentración de 23.75 mg no las hay en peso pero sí en longitud, comparando la concentración de 5 mg encontramos que con respecto a las concentraciones de 11.5 y 23.75 mg existen diferencias significativas en peso y longitud, pero con relación a la de 17.5 mg solo existen diferencias en peso. Entre las concentraciones que presentaron los valores más altos en peso y longitud (11.5 y 17.5 mg) no se observaron diferencias significativas, pero entre estas y la concentración de 23.75 mg sí hay diferencias significativas en peso y longitud, lo cual se ve reflejado en los promedios finales (apéndice, tabla 5-6) y en el factor de condición, el cual nos muestra que el control presentó el valor más bajo y como se mencionó anteriormente el pez creció, pero su energía la canalizó únicamente hacia su crecimiento en talla; en cambio las concentraciones manejadas presentaron factores de condición más altos, por lo que se presume que el pez creció, pero la energía fue canalizada más hacia el incremento en peso y ligeramente en longitud, por lo que podemos decir que el promotor lecitina de soya sí tiene un efecto en el crecimiento del pez, pero sus propiedades ayudan más al incremento en biomasa que en longitud; dicho comportamiento también fue encontrado en la literatura por Dersjant – Li y Peisker quienes demuestran que arriba del 50 % y al 75 %, el alimento del pez puede ser remplazado por proteína de soya, sin efectos negativos en el porcentaje de crecimiento, pero cuando el reemplazo es del 75–100 % del alimento, los porcentajes de crecimiento en pez y camarón estudiados se vieron reducidos, lo cual demuestra que la proteína de soya concentrada tiene un alto valor nutricional (libre de factores antinutricionales) y es una buena proteína como ingrediente y como alternativa para la alimentación del pez (Peisker, 2003), así como lo encontrado por Elangovan y Shim (2000) con juvenil *Borbodes altus* y lo reportado por Cervantes (1990) en carpas (*Cyprinus carpio*) al utilizar el nitrovin en dosis de 0, 12.5, 25 y 50 ppm encontrando un resultado favorable en dosis de 50 mg/Kg de alimento, con lo que comprobó su acción como promotor del crecimiento y Viola y col. (1990)

con la virginiamicina en dosis de 4 a 80 mg/Kg, mejorando con todas el crecimiento, la conversión alimenticia y la retención de energía. Steven y Gatlin (1997) aplicaron dietas que contenían lecitina y colina suplementaria en *Ocellatus sciaenops*, encontrando que la suma de la lecitina mejoró generalmente una ganancia de peso y eficacia alimenticia; dos años mas tarde, Re Araujo (1999) al utilizar lecitina de soya seca en un 3.5 % en la dieta administrada a larvas de camarón y al comparar lecitina de soya liquida con respecto a la lecitina de calamar en juveniles *Panaeus vannamei*, aumenta el crecimiento y la supervivencia. En contraste con lo reportado por Floreto y col. (2000) quienes reportan que la suplementación y los niveles de alimento de soya debajo del 50% de la proteína resultan con una ganancia en peso comparada con dietas sin una suplementación o a niveles altos de proteína de soya.

Dada la importancia que reviste el conocer el estado de los peces bajo determinadas condiciones, se hace necesario definir su condición en términos cuantitativos. El factor de condición reviste una gran importancia, ya que nos da una idea de estado físico del pez en términos numéricos (grado de bienestar, robustez, gordura), pudiendo así determinar si un pez bajo ciertas condiciones está más gordo o flaco que en otras (Medina, 1976). Las fluctuaciones en este parámetro dependen sobre todo del desarrollo sexual y del estado nutricional en el que se encuentren los organismos, así como el poder de conversión de los mismos (alimento ingerido / aumento en peso) (Steffens, 1987).

En este experimento, el grupo que presentó el mejor grado de bienestar robustez y gordura fue al que se le alimentó adicionándole 11.5 mg de lecitina de soya en 30 g de alimento, con un factor de condición de 0.029 por encima de los otros grupos y siendo el valor más bajo el encontrado en el grupo de 23.75 mg de lecitina de soya. Debido a que no existen trabajos como éste, las comparaciones tuvieron que ser hechas con trabajos que usaron otras especies, y que abordaron el tema de crecimiento como los anteriormente descritos y así darnos una idea de la importancia que tiene la combinación del alimento con algún promotor para el crecimiento.

Según Chow (1958) la relación peso–longitud en los peces es un índice muy útil para evaluar numerosos aspectos relacionados con su crecimiento, sobre todo cuando los ejemplares son cultivados en condiciones controladas. El

valor que define el tipo de crecimiento es de gran relevancia biológica, ya que el valor cercano a 3 representa una proporcionalidad adecuada, desde el momento en que el crecimiento representa el aumento tridimensional del organismo (Lagler, 1978); en este trabajo se obtuvo, en la relación peso–longitud, que el crecimiento presentado por los alevines de carpa fue de tipo alométrico a una confiabilidad del 95%, lo cual es lo adecuado a la forma y proporcionalidad natural del pez carpa.

De acuerdo con Barnabé (1991), la calidad del agua en que se mantenga a la especie es muy importante, ya que variaciones en cualquiera de los parámetros físico – químicos, que no sean óptimos o en dado caso tolerados por la especie influyen en su crecimiento y reproducción y las variables ambientales que mayor influencia ejercen sobre la alimentación son la temperatura y la cantidad de oxígeno disuelto en el agua; en los organismos se puede observar que un incremento en la temperatura ocasiona un aumento en la actividad metabólica, un mayor consumo de oxígeno y un aumento de la actividad alimentaria. Esto es, al aumento de temperatura, aumenta la cantidad de alimento ingerido y los procesos digestivos se aceleran al igual que la digestibilidad de determinados nutrientes, incrementando así su asimilación. Entonces, el incremento de la temperatura produce un doble efecto en los sistemas acuáticos: por un lado disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y por otro aumenta su consumo por parte de los organismos al aumentar su productividad metabólica (Coll, 1991). Dichos reportes guiaron a tener las variables de temperatura, oxígeno disuelto y pH lo más posiblemente controladas, con lo que se puede decir, que en el presente trabajo no afectaron, ya que el escaso rango de variación que se mantuvo no tuvo ningún efecto en el crecimiento de los alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofusculus*, aunque los estudios de pH reportados para la carpa muestran que los valores óptimos para su desarrollo van desde 7.8 hasta 8.2, y que un pH arriba de 8.2 no es letal para la carpa pero su crecimiento y supervivencia se ven reducidos (Korwin-Kossakowski, 1990), por lo que podemos decir que el pH monitoreado durante el experimento pudo influir en el crecimiento del pez haciéndolo más lento.

Con base a lo realizado durante el periodo de experimentación y con lo ahora conocido, acerca de la lecitina de soya y sus propiedades emulsificantes, se afirma que la lecitina de soya **SI** actúa como un promotor para el crecimiento en la carpa *Cyprinus carpio rubrofusculus*, aunque hay mucho por investigar, ya

que se debe tener cuidado con las concentraciones que se manejen debido a que en una dosis alta, dicho crecimiento se ve inhibido y sería más perjudicial que seguir las alimentando con alimento normal sin ningún promotor, y observar si en otras especies es igual de efectiva.

La manipulación de la carpa es fácil, siempre y cuando se aprendió el mínimo conocimiento básico de manejo, además de conocer las condiciones óptimas en las cuales el pez se desarrolla y no tiene ningún impedimento para su eficaz mantenimiento, lo cual representaría un avance para realizar experimentos como el que se llevó a cabo en esta investigación.

Tomando en cuenta la experiencia al trabajar con las carpas y el promotor lecitina de soya, se hace necesario realizar otros trabajos probando la lecitina de soya como un suplemento del alimento y así comparar la eficiencia que esta puede mostrar al aplicarla sola o combinada con alimento para pez y así hacer más eficiente los gastos generados en el cultivo de peces.

Por último, se recomienda a las granjas piscícolas la utilización de la lecitina de soya para lograr mejores y más rápidos resultados en el crecimiento para todos sus peces (aunque falta investigación para probar si en todas las especies es positivo su efecto) y así incrementar sus producciones al invertir en el promotor lecitina de soya, como ya ha sido probado eficientemente en especies como el camarón y la Lubina.

CONCLUSIONES

-)} La concentración de 17.5 mg de lecitina de soya en 30 g de alimento comercial y que correspondió al 58 % en su dieta es la que mejor efecto presentó, por lo que es la más recomendada para aumentar el crecimiento de la carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus*.
-)} Los incrementos netos fueron diferentes en peso y longitud viéndose favorecido el peso por la adición del fármaco en 17.5 mg de lecitina no así en longitud.
-)} En cuanto al alimento neto consumido, el grupo de 11.5 mg fue el que mejor aprovechó el alimento, y la eficiencia de conversión alimenticia fue mejor en el grupo control que en los grupos a los que se les administró el fármaco lecitina de soya.
-)} La concentración de 11.5 mg en 30 g de alimento comercial correspondiente al 38 % en su dieta, favoreció notablemente el grado de robustez, bienestar y gordura de la carpa, medido a través del factor de condición, siendo esta concentración la más eficaz, determinando así la importancia de la administración de algún complejo que ayude o favorezca el crecimiento de manera óptima.
-)} Los alevines presentaron un crecimiento alométrico y de manera general los modelos de crecimiento en peso y longitud determinaron que el grupo control fue el que registró las mayores velocidades.
-)} Los parámetros físico-químicos temperatura y oxígeno disuelto no tuvieron influencia sobre los resultados en el crecimiento ya que estuvieron debidamente controlados, el pH pudo tener influencia en el crecimiento, pero habría que realizar otros estudios para afirmar esto, por lo cual, las conclusiones se deben solo al aditivo empleado.

LITERATURA CITADA

- BARDACH, J. E., 1990. *Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marino y de agua dulce*. AGT editor S.A. México, 741p.
- BARNABÉ, G., 1991. *Acuicultura I*. Omega. Barcelona, 478 pp.
- BAZERQUE, P., 1978. *Farmacología odontológica* 2^a Ed. Mundi. Argentina, 818 – 826.
- BERGE, G. M., B. GRISDALE-HELLAND Y S. J. HELLAND, 1999. Soy protein concentrate in diets for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture*, 178: 139-148.
- BERGOT, F. AND J. BREQUE, 1983. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of the physical state of starch and of the intake level. *Aquaculture*, 34: 203–212.
- CERVANTES, F. M. A., 1990. Efecto del nitrovin en el crecimiento de carpas *Cyprinus carpio*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM, 26 p.
- CHALEE, P., S. PIYATIRATITIVORAKULA., P. KITTAKOOPC, V. VIYAKARNA, W. FASTD Y P. MENASVETAA, 1998. Optimal dietary levels of lecithin and cholesterol for black tiger prawn *Penaeus monodon* larvae and postlarvae. *Aquaculture*, 167 (3–4): 273 – 281.
- CHOW, T., 1958. Growth characteristics of four species of pondfish in Hong Kong. *Fisheries Journal*, (2): 29-36.
- COLL, M. J., 1991. *Acuicultura marina animal*. 3^a ed. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 670 p.
- DANIEL, W. W., 1980. *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.

ELANGO VAN, A. Y K. F. SHIM, 2000. The influence of replacing fish meal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*). *Aquaculture*, 189: 133-144.

FLORETO, E. A. T., R. C. BAYER Y P. B. BROWN., 2000. The effect of soybean-based diets, with and without amino acid supplementation, on growth and biochemical composition of juvenile American lobster, *Homarus americanus*. *Aquaculture*, 189: 211-235.

FURUKAWA, A., 1975. Diet in yellowtail culture. *Proceedings of First International Conference on Aquaculture Nutrition*, october, 85-104.

GARCÍA DE JALON, L. D., MAYO, R. M., HERVELLA, R. F., BARCELO, C. E., FERNÁNDEZ, C. T., 1993. *Principios y Técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 279 p.

GONZÁLEZ-FÉLIX, M. L., A. L. LAWRENCE., D. M. GATLIN Y M. PÉREZ-VELAZQUEZ, 2001. Growth, survival and fatty acid composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* fed different oils in the presence and absence of phospholipids. *Aquaculture*, 205 (3-4): 325-343.

HALVER, J. E., 1976. Nutritional research with salmonids. En: K. S. Danberg (eds.). *Proceedings of the First International Conference on Aquaculture Nutrition*. Newark, Delaware, U.S.A., College of Marine Studies, University of Delaware, 25-37 pp.

HALVER, J. E. Y K. TIEWS, 1979. Finfish nutrition and fishfeed technology. *Proceedings of World Symposium on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. Hamburg, 1978. Ed. By Halver and Tiews. Berlín, 1979.

HEPHER, B., 1993. *Nutrición de peces comerciales en estanques*. Limusa, México. 199 p.

http://free_news.org/monsan_26.html.

<http://www.ediho.es/horticom/news/22.html>.

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB4925/492511.htm>.

<http://www.gnc-consulting.com>

<http://www.monografias.com/trabajos/alimentación/alimentación.shtml>.

<http://www.pronat.com.mx/q-encontrar/TemaTip/Rlecitina.htm>

KANAZAWA, A., 1983 Effects of dietary phospholipids on growth of the larval red sea bream and knife jaw. *Mem. Fac. Fish., Hagoshima Univ.*, 32: 109–114.

KANAZAWA, A., S. TESHIMA AND M. SAKAMOTO, 1985. Effects of dietary lipids, fatty acids, and phospholipids on growth and survival of prawn (*Penaeus japonicus*) larvae. *Aquaculture*, 50: 39–40.

KORWIN–KOSSAKOWSKI, M., 1991. Acclimatation and survival of carp (*Cyprinus carpio l.*) fry in alkaline solutions. pp. 279-281. En: P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers, and F. Ollevier (Eds.).1991. Larvi '91. Fish and Crustacean Larviculture Symposium. Short communications & abstracts. *European Aquaculture Society*, Special Publication No. 15, Gent, Belgium, 451 p.

LAGLER, K. F., 1978. *Freshwater fishery biology*. W.M.C. Brown Co. Publ. Dubuque. Iowa, 421 p.

LUI, C.W., B. A. SAGE AND J. D. O' CONNOR, 1974. Biosynthesis of lipovitellin by the crustacean ovary. *J. Exp. Zool.*, 188: 289–296.

MEDINA, G. M., 1976. El factor de condición múltiple (KM) y su importancia en el manejo de poblaciones de carpa de Israel (*Cyprinus carpio*

specularis). 1. Hembras en estado de madurez V (Nikolsky, 1963). Memorias del Simposio sobre pesquerías en aguas continentales Tomo I. Tuxtla Gutiérrez. México, 207-217 pp.

MOOKERJI, N. AND RAMAKRISHNA R. T., 1991. Survival and growth of rohu (*Labeo rohita* and *Singhi heteropneustes fossilis*) larvae fed and live foods. pp. 148-150. En: P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers, and F. Ollevier (Eds.). 1991. Larvi '91. Fish and Crustacean Larviculture Symposium. Short communications & abstracts. *European Aquaculture Society*, Special Publication No. 15, Gent, Belgium, 451 p.

PASCUAL, F. P., 1984. Lecithin requirement of *Penaeus monodon* juveniles. Poster No. 46; First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps, December 4-7, 1984, Iloilo, Philippines.

PEISKER, M., 2003. Soya concentrate "shows benefits". *Fish Farming International*, 30 (5): 28.

RE ARAUJO, A. D., 1999. Nutrición: La lecitina de soya en la nutrición acuícola *Panorama Acuícola*, 4 (3): 16-18.

RICKER, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of the environment fisheries and marine service, *Bull. Fish. Res. Board*. 191, 382 p.

RODRÍGUEZ, G. M., 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. A. G. T. Editor, México, 79 p.

RODRÍGUEZ, G. M., Y MALDONADO. J. C., 1996. La acuicultura en México, bases conceptuales y principios. *Oceanología*, 1 (11): 7-26.

RUELAS-PEÑA, J. H., 1995. Inversión sexual en *Tilapia mossambica* Jordan y Everman (1890), mediante el uso de hormonas. *Oceanología*, 4 (8): 51-59.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN, 2001. Delegación Federal en Hidalgo. Subdelegación de Pesca. Centro Acuícola Tezontepec de Aldama, Hidalgo.

SINGH, R. P. AND T. NOSE, 1967. Digestibility of carbohydrate in young rainbow trout. *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. Tokyo*, 17: 21–25.

SPANNHOF, L. AND H. PLANTIKOW, 1983. Studies on carbohydrate digestion in rainbow trout. *Aquaculture*, 30: 95–108.

STEFFENS, W., 1987. *Principios fundamentales de la alimentación de los peces*. Acribia, S. A. Zaragoza, España, 275 pp.

STEVEN, R. C. AND GATLIN III, M. D., 1997. Growth and body composition of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed diets containing lecithin and supplemental choline. *Aquaculture*, 151 (1–4): 259–267.

STOREBAKKEN, T., K. D. SHEARER Y A. J. ROEM., 1998. Availability of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy-protein concentrate and phytase-treated soy-protein-concentrate-based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 161: 365-379.

TESHIMA, S., A. KANAZAWA AND Y. KAKUTA, 1982. Requirements of the larval prawn, *Penaeus japonicus*, for Cholesterol and soybean phospholipids. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, 31: 193–199.

TESHIMA, S., A. KANAZAWA AND Y. KAKUTA, 1986. Effects of dietary phospholipids on lipid transport in the juvenile prawn. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 52: 159–163.

VIOLA, S., Y. ARIELI, AND E. LAHAV, 1990. Nonhormonal growth promoters for carp. 2. Feeding trials in ponds. Israeli, *Journal of Aquacultura*, 42: 91-94.

ZAR, J. H., 1999. *Bioestadística análisis*. 4^a Ed. Prentice–Hall, New Jersey, 931 p.

APÉNDICE

Tabla 5. Valores obtenidos al haber realizado el análisis de varianza de un factor en peso total de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya, al final del experimento.

Tiempo (día)	Grupos	Promedio	Varianza	F.experimetal	F.Crítico	Mejor []
149	Control	0.6046	0.0880	6.19	2.52	
	5 mg	0.7712	0.1503			
	11.5 mg	0.9777	0.1502			+
	17.5 mg	1.0116	0.3213			+
	23.75 mg	0.4331	0.0246			

Grupos	LSD	Existen diferencias
Control vs 5 mg	0.2920	No
Control vs 11.5 mg	0.2945	Sí
Control vs 17.5 mg	0.3081	Sí
Control vs 23.75 mg	0.2920	No
5 mg vs 11.5 mg	0.0858	Sí
5 mg vs 17.5 mg	0.0994	Sí
5 mg vs 23.75 mg	0.0834	Sí
11.5 mg vs 17.5 mg	0.1019	No
11.5 vs 23.75 mg	0.0858	Sí
17.5 vs 23.75 mg	0.0994	Sí

Tabla 6. Valores obtenidos al haber realizado el análisis de varianza de un factor en longitud total de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya, al final del experimento.

Tiempo (día)	Grupos	Promedio	Varianza	F.experimetal	F.Crítico	Mejor []
149	Control	3.01	0.2172	8.51	2.52	+
	5 mg	2.88	0.1506			
	11.5 mg	3.07	0.1383			
	17.5 mg	3.00	0.3333			
	23.75 mg	2.36	0.0700			

Grupos	LSD	Existen diferencias
Control vs 5 mg	0.3108	No
Control vs 11.5 mg	0.3108	No
Control vs 17.5 mg	0.3363	No
Control vs 23.75 mg	0.3082	Sí
5 mg vs 11.5 mg	0.0932	Sí
5 mg vs 17.5 mg	0.1186	No
5 mg vs 23.75 mg	0.0906	Sí
11.5 mg vs 17.5 mg	0.1186	No
11.5 vs 23.75 mg	0.0906	Sí
17.5 vs 23.75 mg	0.1161	Sí

Tabla 7. Valores obtenidos al haber realizado el análisis de regresión lineal a los promedios finales de peso y longitud total de alevines de carpa *Cyprinus carpio rubrofuscus* sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya.

Grupos	$t_{\text{experimental}}$	t_{tablas}	Se acepta Ho
Control	-1.4004	2.179	Sí
5 mg	-7.4372	2.179	No
11.5 mg	-8.7674	2.179	No
17.5 mg	-7.1906	2.179	No
23.75 mg	-1.3554	2.179	Sí