



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

---

**Efecto de la lecitina de soya en el crecimiento de crías del  
guppy (*Poecilia reticulata*)**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**B I Ó L O G A**

**PRESENTA:**

**LILIANA PEREA ANTONIO**

**DIRECTOR: M. EN C. ADOLFO CRUZ GÓMEZ**

**CODIRECTORA: BIOL. ASELA RODRÍGUEZ VARELA**



**Ecología  
de Peces**

**Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 2004.**



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.



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.



## DEDICATORIAS

A mí madre, Teresa Antonio Cabrera; porque desde el cielo, sé que estás muy orgullosa de mí y aunque me has hecho mucha falta, sé que siempre has estado conmigo, porque te llevo en mis pensamientos y en mi corazón. Te quiero mucho mamá.

A mí padre, C.P. Angel Perea Domínguez; por tu ejemplo, tus consejos, tus regaños y por todo tu apoyo. Porque juntos hemos logrado salir adelante y siempre voy a estar orgullosa de ti. Gracias pá, te quiero mucho.

A ti Iván, porque has estado conmigo todo este tiempo, por tu amor y comprensión, y sé que juntos logremos esto y muchas cosas más. Te amo.

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores; M. en C. Adolfo Cruz Gómez y a la Bióloga Asela del Carmen Rodríguez Varela, por haber aceptado dirigir esta tesis, por sus consejos y conocimientos, y porque son unos excelentes profesores y excelentes personas.

A los profesores; Biol. José Antonio Martínez Pérez, Dr. Sergio Chazaro Olvera y M. en C. Mario A. Fernandez Araiza; por haber aceptado ser mis sinodales y por sus consejos para que esta tesis llegara a su culminación.

## ÍNDICE

	Páginas
Resumen	2
Introducción	3
Antecedentes	10
Objetivos	14
Metodología	15
Resultados	26
Discusión	39
Conclusiones	44
Literatura citada	45
Apéndices	50

## RESUMEN

Una de las principales herramientas en la nutrición acuícola, que sirve para estimular a los animales en la captación del alimento, es la inclusión de aditivos en la dieta. Aditivos que en primera instancia, contengan propiedades suficientes para motivar a los organismos a ingerir el alimento y en segundo lugar, que ejerzan un efecto positivo en determinadas características, como por ejemplo mejorar el crecimiento de los animales. Últimamente, la utilización de la lecitina en la alimentación de aves, puercos, peces y crustáceos, ha cobrado mayor importancia por las necesidades de su mejoramiento genético, lo que permite tasas de conversión y de ganancia de peso jamás pensadas, que hace que su cultivo siga siendo competitivo. En el presente trabajo se probó el efecto de la lecitina de soya en el crecimiento de crías de guppy, para lo cual se montaron cinco peceras con un volumen real de agua de 32 litros; se acondicionaron, se les colocaron filtros de caja y calentadores estos para mantener la temperatura del agua la cual, al realizarse monitoreos promedió en 24°C. El alimento que se utilizó fue hojuela marca Wardley triturado, al cual se le administró lecitina de soya en concentraciones de 0.3 g, 0.675 g, 1.05 g, 1.425 g y el control, previamente la lecitina se diluyó en alcohol y se dejó secar, después se le adicionó al alimento y este se volvió a triturar lo más finamente posible. Se eligieron 14 crías de tres días de nacidas para cada pecera, semanalmente se pesaron y midieron; la alimentación consistió del 4% de su biomasa, misma que se les administró diariamente. También semanalmente se midieron parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH y oxígeno. Mensualmente se realizó la limpieza de las peceras con un sifón y la de los filtros de caja; se recogió el alimento no consumido en mallas para después secarlo y pesarlo, esto con la finalidad de evaluar la eficiencia de conversión del alimento. El tiempo de experimentación fue de 105 días. Se concluye que la lecitina de soya, adicionada al alimento en hojuela, sí tuvo un efecto positivo en el crecimiento en peso y longitud para las crías de guppy. El mejor tratamiento que tuvo efecto para el crecimiento, en peso y longitud, en las crías de guppy fue el de 1.425 g de lecitina de soya, que correspondió al 4.75% en su dieta.

## INTRODUCCIÓN

El mundo de la acuariofilia es grande y extenso, para conocer sus inicios debemos remontarnos a los tiempos en que los hombres que vivían alejados de ríos y mares, cansados de tener que desplazarse a enormes distancias para poder conseguir pescado fresco, se dedicaron a mantenerlo en cautiverio para su posterior consumo y fue en China y Japón donde la cría de carpas rojas era una práctica común. Los primeros acuarios eran recipientes redondeados de porcelana o las fuentes de los jardines y a partir de la dinastía Song (970-1278), es posible demostrar con seguridad la presencia de peces de colores y en la época del emperador Hong-wu siglo XIV, es donde se empezó la producción industrial de peceras de porcelana. Con la abertura de los acuarios de Londres (1853), París (1861), Berlín (1869) y la llegada del pez paraíso al acuario de París (1853), supuso el comienzo de la introducción de las especies tropicales como peces ornamentales; esto provocó que se empezaran a emplear sistemas de calefacción como lámparas de petróleo y gas que mediante una llama situada bajo el fondo del acuario recubierto de arcilla, elevara la temperatura del agua (Pemau, 2003).

Quiso la suerte que los aficionados descubriesen al pequeño pez llamado guppy, que poseía la gran cualidad de contentarse con una temperatura de 18°C. Este pececillo sostuvo el entusiasmo hasta que la calefacción a gas permitió mantener la temperatura de modo constante y regulable. Entonces los comerciantes y especialistas comenzaron con la importación de especies cada vez más numerosas (Fabre, 1990).

De esta manera, desde hace una veintena de años, gracias a las técnicas y al desarrollo de los circuitos comerciales, la acuariofilia entusiasma a millares de aficionados (Chaumeton, 1991).

Los guppys, *Poecilia reticulata*, pertenecientes a la familia Poeciliidae, quizás sean estos los ovovivíparos más conocidos por los aficionados. Como otros muchos hechos relacionados con el guppy, la historia de su clasificación taxonómica está llena de peculiaridades. La historia del guppy es la de un pez descubierto tres veces. En 1859, un zoólogo alemán llamado Peters, describe una nueva especie de pez a la que llama *Poecilia reticulata*. Cuatro años después (en 1863), un hombre llamado De Filippi describe una nueva especie a la que da el nombre de *Lebistes poeciloides Girardinus guppyi* y, en 1913, Regan clasifica a la especie como *Lebistes reticulatus* (mezcla del nombre dado por Peters y De Filippi). Esta es la denominación que se consideró válida durante muchos años, y aún hay quien la utiliza. La taxonomía del guppy fue revisada y se le concedió el mérito de su descubrimiento a quien primero lo descubrió, es decir, a Peters, aceptándose como válida la denominación *Poecilia reticulata* y a J. L. Guppy el que vio su nombre en boca de todos, al pasarse a denominar vulgarmente a este pez como guppy. En su región de origen ocupan múltiples hábitats, que van desde arroyos hasta lagunas y charcas. Esta adaptabilidad es la que hace tan resistente al guppy en los acuarios. Originalmente, el guppy habitaba las aguas de América Central hasta Brasil y Venezuela, así como en las islas de Trinidad, Barbados, Martinica y otras cercanas. Actualmente, este pez puede encontrarse por todo el mundo (por ejemplo en Australia), debido a su adaptabilidad; por ser un voraz depredador de mosquitos y en especial de sus larvas, por esto se le ha empleado en la lucha biológica contra este insecto, introduciéndolo en charcas, lagos y otras aguas en las que los mosquitos se criaban. En cuanto a su alimentación, la posición de la boca en los guppys, terminal y superior, nos indica claramente que estos peces se alimentan en superficie. La principal fuente de alimentación de los guppys son larvas de mosquitos, pero es un pez

voraz que acepta una gran variedad de alimento. Se alimenta de escamas, alimento vivo, congelado, algas, lechuga fresca, espinaca, etc. ([www.animalls.net/ARTIC128.HTML](http://www.animalls.net/ARTIC128.HTML)).

Estos peces quizás sean actualmente los que con mayor frecuencia podemos encontrar en las tiendas dedicadas a la venta de animales de acuarios. Son animales muy resistentes, se adaptan fácilmente a los acuarios comunitarios y tienen un corto período de reproducción, lo pueden hacer prácticamente en cualquier condición. Los machos miden alrededor de tres cm, poseen un órgano copulador llamado gonopodio y son mucho más coloreados que las hembras. Prefieren aguas duras o incluso salobres, con un pH de 7.0 - 8.5 y soportan temperaturas que van de los 22° C a los 28° C ([www.animalls.net/ARTIC17.HTML](http://www.animalls.net/ARTIC17.HTML)).

La mayoría de los peces, en contraste con lo que sucede en las aves y mamíferos, no cesan de crecer después de que han alcanzado su maduración sexual, ya que depende de factores ambientales (bióticos y abióticos) para que estos sigan creciendo (crecimiento indeterminado). Por eso se dice que el crecimiento de los peces es mucho más variable y flexible que el de las aves y mamíferos, en los cuales todavía existe una última limitación genética para el crecimiento de una especie y este factor es más evidente en las clases más pequeñas (crecimiento determinado). Pero puede suceder que miembros de una especie, siendo de la misma edad, puedan ser de tamaños variables, en contraste con los tamaños más definidos a determinada edad, que aparecen en unos cuantos peces, como sucede en los machos de los guppys y generalmente entre los individuos de los grupos de vertebrados terrestres, al cual también a este tipo de crecimiento se le llamaría crecimiento determinado. Para los peces como sucede con todos los animales, es indispensable una nutrición adecuada para poder crecer y sobrevivir. Una vez que el alimento ha sido ingerido y digerido, puede participar en varias

funciones en el cuerpo del pez. Puede proporcionar energía para los procesos biológicos o ceder material para la restauración o reposición de los componentes celulares destruidos o desgastados, o para el crecimiento y la reproducción. Cuando los registros del aumento de longitud (o peso) de un pez, son confrontados con el tiempo a lo largo de su vida, o de cierto período, se obtiene la tasa de crecimiento que se representa con una curva. El crecimiento de los peces, en lo particular, es de gran importancia para el hombre, por ser el explotador y administrador potencial de las poblaciones de los peces, ya sea para la obtención de alimento o simplemente como deporte (Lagler *et al.*, 1990).

Una de las principales herramientas en la nutrición acuícola, que sirve para estimular a los animales en la captación del alimento, es la inclusión de aditivos en la dieta. Aditivos que en primera instancia, contengan propiedades suficientes para motivar a los organismos a ingerir el alimento y en segundo lugar, que ejerzan un efecto positivo en determinadas características, como mejorar el crecimiento de los animales, influir en la obtención de poblaciones de un solo sexo, o alterar el color en su carne y/o piel. Existen dos funciones vitales que el alimento debe procurar hacia los animales para ser ingerido, ambas de carácter químico: en peces, lo primero que sucede es la percepción del alimento, para lo cual el animal cuenta con células sensoriales ubicadas en varias partes de su cuerpo como en la boca y labios. Después el animal lo captura y en el sentido del gusto radicarán su aceptación o rechazo. La potencialidad de las propiedades del alimento está enfocada inicialmente en la inclusión de sustancias atrayentes que estimulen el apetito de los animales. Comúnmente, es posible encontrar en el mercado varias sustancias artificiales como aminoácidos (betaína, glicina, inosina), nucleótidos y derivados de grasa (lecitina y glicerolípidos), aunque los extractos de algunos organismos acuáticos tales como

camarones, calamar y mejillones son también incorporados como elementos atrayentes en la dieta (García- Ulloa, 2002).

Se ha observado la necesidad de fosfolípidos en las dietas de larvas de peces para el crecimiento. La lecitina de soya, como suplemento en micropartículas en la dieta, tiene un alto valor nutritivo, similar al del alimento vivo como los rotíferos en términos de crecimiento y sobrevivencia. Ácidos grasos altamente insaturados tales como el ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico en micropartículas en la dieta, también han demostrado ser indispensables para mantener el crecimiento y sobrevivencia de larvas de peces (Anónimo, 1993).

Algunos fosfolípidos como fosfatidilcolina más fosfatidilinositol en porcentajes de 1-2 y la fosfatidiletanolamina, que se han encontrado en dietas, han sido indispensables para el mantenimiento y sobrevivencia de larvas de peces y crustáceos; también algunas larvas que han sido maltratadas han tenido una alta mortalidad cuando sus dietas no contienen fosfolípidos. Estos fosfolípidos se encuentran dentro de la lecitina de soya que no solamente es efectiva en el aumento del crecimiento y sobrevivencia de las larvas, sino también promueve los estadios de juvenil a adulto (Kanazawa, 1993).

La soya (*Glicine max*) es una leguminosa que se cultiva y se consume en los países orientales desde hace muchos años. En un principio la soya era

procesada exclusivamente para la obtención del aceite, el cual se utilizaba para la fabricación de jabones, pinturas y barnices. Su uso en alimentos estuvo muy restringido por mucho tiempo hasta que se logró solucionar el problema de la inestabilidad del aceite con el proceso de hidrogenación. Actualmente el aceite de soya es el aceite vegetal de mayor consumo mundial (Gustafson, 1978).

Asimismo, la pasta obtenida como subproducto de extracción era usada como fertilizante, hasta que se descubrió su alto contenido proteínico. Recientemente la demanda mundial alcanzada por la proteína ha hecho de la pasta de soya el producto principal así; se considera que la semilla la contiene en un 40% y es proteína de alto valor nutricional y calidad, el 20% restante corresponde al contenido de aceite poliinsaturado (Dubois, 1981).

Con el gran desarrollo y mejoramiento de las técnicas de elaboración se ha logrado obtener una amplia gama de productos con diferentes propiedades, los cuales les permite adaptarse a diversos sistemas alimenticios, entre otros productos obtenidos de la soya se encuentran: harinas sin desgrasar, harinas desgrasadas, concentrados proteínicos, aislados proteínicos, salvado de soya, aceite de soya, etc. La lecitina natural de soya presenta como principales constituyentes a los fosfolípidos, los cuales son compuestos formados por: glicerol, esfingosinas, ácidos grasos, ácido fosfórico y además por colina, serina, etanolamina o inositol (Ingleton, 1971, Iveson, 1972). Los principales fosfolípidos presentes en la lecitina de soya natural son: fosfatidilcolina (15%), fosfatidiletanolamina (14%) y fosfatidil-inositol (12%) (Scholfield, 1981).

La lecitina libre de aceite, rica en fosfatidilcolina, se ha llegado a considerar propiamente como un producto alimenticio, mientras que en otros casos se utiliza con fines farmacéuticos. Se han realizado estudios en donde se ha comprobado que la lecitina de soya poliinsaturada acelera la reabsorción de colesterol y de otros lípidos; además, facilita el transporte de los lípidos en la sangre, dispersándolo en pequeñas partículas, lo que les permite permanecer en suspensión y favorecer de ésta forma su utilización como fuente energética (Simons, 1977).

Últimamente, la utilización de la soya y sus derivados como harinas integrales, aceite, y lecitina en la alimentación de aves, puercos, peces y crustáceos, ha cobrado mayor importancia por las necesidades de su mejoramiento genético, lo que permite tasas de conversión y de ganancia de peso jamás pensadas, que hace que su cultivo siga siendo competitivo. Sin embargo, el uso de las lecitinas en la nutrición es relativamente nuevo y su inclusión es aún limitada, principalmente por el desconocimiento de lo que es en sí la lecitina. En animales de granja, la lecitina es usada primordialmente para emulsionar grasas, mejorar la digestión y la eficiencia alimenticia. En dietas para animales marinos, se cree que mejora la digestión y la absorción de dietas lipídicas, que sirve para proporcionar y proteger los ácidos grasos polinsaturados. Además, en forma directa mejora la calidad física del concentrado (textura) y reduce la lixiviación de los nutrientes solubles en agua, promoviendo la atracción y la aceptabilidad de las dietas. Los niveles de utilización de la lecitina, en fórmulas comerciales para animales marinos están en el rango de 1-2%. La lecitina puede ser incluida como parte del total de la fórmula, como parte de los suplementos o en la mezcla aditiva. La lecitina es formulada dentro de los ingredientes acuaculturales para jugar ambos papeles de nutrimento funcional. Desde el punto de vista general los fosfolípidos pueden servir como una fuente de ácidos grasos esenciales y/o pueden ser un transportador o acarreador de vitaminas liposolubles (A, D, E o K). Las lecitinas en general son importantes como ingrediente y como nutriente, su inclusión en alimentos balanceados depende del organismo y de su medio ambiente. A pesar de las diferencias entre lecitinas existen evidencias a favor de las lecitinas de soya debido a disponibilidad comercial y también desde el punto de vista económico (Re-Araujo, 1999).

## ANTECEDENTES

En algunos estudios realizados por Kanazawa *et al.* (1985), donde se incluyó lecitina seca de soya en un 3.5% en la dieta de las larvas de camarón (*Panaeus japonicus*), el índice de crecimiento y la sobrevivencia incrementaron. Según estos autores, este efecto depende mucho del origen de las lecitinas, por ejemplo la lecitina de la almeja *Tapes philippinarum* fue efectiva a niveles del 1%, la lecitina de soya y la de huevo no fueron significativas al mismo nivel. Esto les permitió inferir que la proporción de fosfolípidos y de los ácidos grasos podían dar diferencias en los resultados.

Rumsey y Smith (1990), investigaron el efecto promotor de crecimiento de la lecitina en truchas, donde determinaron que este fosfolípido, combinado con tierra de diatomeas, cumple con la función de promotor de crecimiento. Con el fin de reducir los problemas de manejo, mezclaron la lecitina con tierra de diatomeas o vermiculita, para preparar un producto con buena fluidez que se pudiera añadir fácilmente al elaborar el alimento de los peces. Concluyeron que la adición de 5.5% de lecitina en la dieta, actuaba como promotor de crecimiento cuando se les administraba a truchas jóvenes.

Kanazawa (1993), realizó un estudio de los fosfolípidos esenciales como nutrientes en larvas de peces de *Oplegnathus fasciatus*, *Japanese flounder*, *Paralichthys olivaceus* y del camarón *Panaeus chinensis*, donde utilizó 14 lípidos marcados para conocer el mecanismo por el cual los fosfolípidos aumentan el crecimiento de los peces y crustáceos. Sus resultados demostraron que los fosfolípidos se requieren para el transporte de otros lípidos en la dieta, particularmente colesterol y triglicéridos en el cuerpo. Por otro lado *Macrobrachium rosenbergii* lo mantuvo con dietas suplementadas con y sin lecitina de soya. Sin embargo no observó

diferencias significativas en la ganancia de peso y sobrevivencia de este crustáceo.

Briggs *et al.* (1994), evaluaron el efecto de lípidos y lecitina en el crecimiento, sobrevivencia, eficiencia alimenticia, producción y composición del caparazón de las post-larvas de *Panaeus monodon* Fabricius. Elaboraron ocho dietas suplementadas con lecitina en proporciones de 0-9% y un total de lípidos (aceite de hígado de bacalao y aceite de soya 3:1) en proporciones de 3.5- 12.5 %. Reportaron que la adición de lecitina en la dieta (particularmente de 46-63 %), del total de lípidos, aumentó en un 3 % en términos de crecimiento; la eficiencia alimenticia y producción en un 6% en términos de sobrevivencia incrementó significativamente la producción del camarón. Por esto los autores reportan que la lecitina actúa probablemente sobre el crecimiento, sobrevivencia y/o fago-estimulante en *Panaeus monodon*.

Escaffre y Kaushik (1995), realizaron un estudio donde evaluaron el uso potencial de concentrado de proteína de soya en la sobrevivencia y crecimiento de larvas de carpa común, en cinco dietas; un control que contenía levadura (Protibel) e hígado de res como proteína, cuatro dietas más que contenían levadura, concentrado de proteína de soya con proteína soluble y lecitina de soya y otra dieta más que contenía solamente concentrado de proteína de soya y concentrado de proteína soluble. Todas las dietas contenían aceite de hígado de bacalao, una mezcla de vitaminas, minerales y alginato de sodio. Observaron que la mayor sobrevivencia se presentó en el grupo control, seguida de la dieta que contenía levadura (Protibel), concentrado de proteína soluble y lecitina de soya. En cuanto al crecimiento, observaron que en el grupo control fue donde hubo mayor crecimiento que en el resto de las dietas. Concluyeron que la concentración de proteína de soya, puede ser utilizada en dietas para larvas con un suplemento del

aminoácido metionina y que el efecto de la soya es benéfico para la sobrevivencia de larvas de carpa común.

Cruz *et al.* (1996), determinaron el efecto nutricional de diferentes niveles de lecitina de soya líquida, en dietas comerciales para el camarón *Panaeus vannamei* y el efecto de la lecitina sobre la digestión aparente de los lípidos de la dieta. Con la finalidad de determinar si el uso de la lecitina líquida es justificado o recomendable, en una dieta compuesta de tipo comercial, formularon tres dietas, de las cuales dos de ellas contenían 1 y 2% de lecitina líquida de soya y un control. Demostraron que los fosfolípidos son necesarios en la alimentación de crustáceos y que su inclusión en dietas comerciales para *Panaeus vannamei* juveniles, es recomendable por su efecto positivo sobre la tasa de crecimiento y la tasa de conversión alimenticia, siempre y cuando se use de manera suplementada a la cantidad de los lípidos y los fosfolípidos aportados por los otros ingredientes en la dieta y además también demostraron que la comparación entre las presentaciones de lecitina de soya (líquida y seca), resultó más favorable para la forma líquida, tanto a nivel de crecimiento y tasa de conversión alimenticia, como a nivel económico. El precio tan elevado de la lecitina de soya provoca un aumento de 3% en el costo del camarón producido, aún cuando la tasa de conversión alimenticia se mejore.

Hung *et al.* (1997), evaluaron el efecto de la lecitina de soya y el cloruro de colina sobre el crecimiento y la digestibilidad en salmones juveniles del Atlántico. Suministraron una dieta basada en caseína-gelatina, suplementada con lecitina de soya y cloruro de colina; elaboraron cuatro dietas, las cuales contenían cada una: 0 g de cloruro de colina con 30 g de lecitina, 5 g de cloruro de colina con 0 g de lecitina, 5 g de cloruro de colina con 30 g de lecitina y un

control. Observaron que el crecimiento del grupo control fue lento y que hubo efectos significativos en el crecimiento cuando las dietas se suplementaron con cloruro de colina y lecitina. Sus resultados indican que el requerimiento de colina es satisfactorio a partir de 4 g, agregados a las dietas basadas en caseína-gelatina y que la lecitina de soya puede reemplazar completamente al cloruro de colina.

Craing y Gatlin (1997), evaluaron el crecimiento y composición del cuerpo del pez tambor juvenil (*Sciaenops ocellatus*), alimentado con dietas que contenían lecitina de soya y suplementadas con colina. El experimento lo realizaron en dos fases: en la primera fase elaboraron cuatro dietas utilizando aceite de pescado; la primera dieta basal contenía 3000 mg de colina bitartrato como complemento vitamínico. Las otras tres dietas se elaboraron con la adición de lecitina de soya refinada, cada una con un 4% en lugar de aceite de pescado, suplementado con 3000 mg de bitartrato de colina o una combinación de ambos. En la segunda fase del experimento, elaboraron dietas similares, excepto que no contenían colina si no que contenían como suplemento cloruro de colina. Observaron que en estos dos experimentos, la adición de lecitina de soya generalmente mejora la ganancia en peso y la eficiencia alimenticia del pez tambor juvenil.

Con base a estos antecedentes, donde se ha utilizado a la lecitina de soya en sus diferentes presentaciones como: aceites, seca o líquida en dietas como promotor para el crecimiento dentro de la acuicultura de peces y crustáceos y no en organismos ornamentales, como el caso del guppy, el cual es un pez ornamental y con demanda en el ámbito comercial, se plantean los siguientes objetivos:

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto en el crecimiento individual en peso y longitud en crías del guppy (*Poecilia reticulata*), administrándoles alimento enriquecido con lecitina de soya a diferentes concentraciones.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

Evaluar el crecimiento individual en peso de crías de guppy, administrándoles alimento enriquecido con lecitina de soya a diferentes concentraciones.

Evaluar el crecimiento individual en longitud de crías de guppy, administrándoles alimento enriquecido con lecitina de soya a diferentes concentraciones.

Determinar la eficiencia de la lecitina de soya en crías de guppy, mediante los modelos de crecimiento exponencial, relación peso-

longitud, factor de condición de Fulton, eficiencia de conversión del alimento e incrementos netos en longitud y peso por día.

De las concentraciones de lecitina de soya probadas, determinar la más adecuada para el crecimiento en crías de guppy.

## **METODOLOGÍA**

Se instalaron cinco peceras (cuatro tratamientos y un control) de 26 x 51 x 30 cm, con capacidad de 40 litros a un volumen real de agua de 32 litros. El agua de las peceras se acondicionó y se dejó reposar durante un lapso de 48 horas. Pasado ese tiempo se colocaron filtros de caja y calentadores de 5 y 10 watts, estos para mantener la temperatura del agua la cual, al realizarse monitoreos promedió en 24°C.

Para la elaboración del alimento, se prepararon cinco bloques, cada uno con 30 g de hojuela comercial marca Wardley, que se pesaron en una balanza marca OHAUS con capacidad de 200 g y una graduación de 0.01 g y se trituroó en un tamiz, posteriormente a los primeros cuatro bloques se les agregó lecitina de soya en polvo en concentraciones de: 0.3 g, 0.675 g, 1.05 g, 1.425 g respectivamente; previamente diluida en 50 ml de alcohol absoluto y se dejó reposar hasta que estuviera completamente seco, trituroándolo nuevamente en un mortero para obtener partículas lo más finamente posible, el quinto bloque fue utilizado como control al cual no se le agregó lecitina de soya. Finalmente se guardó en recipientes tapados y debidamente etiquetados.

Para cada tratamiento, se eligieron 14 crías de tres días de nacidas, que fue el promedio de nacimientos de una sola madre que se escogió por tratamiento. La alimentación consistió del 4% de su biomasa y fue administrada diariamente.

Cada siete días se pesaron en una balanza semianalítica marca Acculab con capacidad de 10 g y una graduación de 0.002 g, colocando sobre ella un recipiente de plástico con agua de la misma pecera y tarándola.

Se midieron con una vernier marca Scala, sujetando a las crías con la ayuda de una red.

Cada siete días, se midieron parámetros fisicoquímicos como: Temperatura con un termómetro marca Brannan, pH con un pHmetro marca Oaklon y Oxígeno con un oxímetro digital marca Oaklon. También se realizó la limpieza de los filtros de caja y finalmente se restableció el nivel inicial de agua de las peceras. El alimento recogido se dejó secar y se pesó, esto con la finalidad de evaluar la eficiencia de conversión del alimento.

Mensualmente se llevó a cabo la limpieza de las peceras usando un sifón, sacando aproximadamente el 50% del agua. El tiempo de experimentación fue de 105 días.

## PROCESAMIENTO DE DATOS

Todas las ecuaciones se realizaron en el programa de computo Microsof Excel Office 2000.

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

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

donde:

$W$  = peso al tiempo  $t$

$W_0$  = Peso al tiempo 0

$e$  = base de los logaritmos naturales

$r$  = velocidad de crecimiento en peso

$t$  = tiempo (días)

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

$$l = l_0 e^{rt}$$

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 crecimiento en longitud

$t$  = tiempo (días)

Para determinar la tasa de crecimiento específica (g/día), se aplicó según Ricker (1975) el siguiente logaritmo:

$$SGR = \frac{\ln W_{fi} - W_{ini}}{T} \times 100$$

donde:

*SGR* = Tasa de crecimiento específica

*ln* = logaritmo natural

*W<sub>fi</sub>* = peso promedio del pez al final del experimento

*W<sub>ini</sub>* = peso promedio del pez al inicio del experimento

*T* = tiempo (días)

Para determinar la tasa de crecimiento específica (cm/día), se aplicó según Ricker (1975) el siguiente logaritmo:

$$SGR = \frac{\ln L_{fi} - L_{ini}}{T} \times 100$$

donde:

*SGR* = Tasa de crecimiento específica

*ln* = logaritmo natural

*L<sub>fi</sub>* = longitud promedio del pez al final del experimento

*L<sub>ini</sub>* = longitud promedio del pez al inicio del experimento

*T* = tiempo (días)

Para determinar el tipo de crecimiento que presentó el pez 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):

$$W = a l^b$$

donde:

$W$  = peso

$a$  = factor de condición

$l$  = longitud

$b$  = tipo de crecimiento

Si  $b=3$  isometría

Si  $b<3$  alometría negativa, el pez aumenta más en longitud que en peso

Si  $b>3$  alometría positiva, el pez aumenta más en peso que en longitud

Con el fin de determinar si el tipo de crecimiento isométrico o alométrico fue estadísticamente significativo, se aplicó la prueba de t-Student para comparar pendientes de acuerdo a lo propuesto por Daniel (1980):

$H_0$  = el valor de la pendiente obtenido por la relación peso-longitud, estadísticamente definirá un crecimiento tipo isométrico  $\beta_1 = 3$

Ha= el valor de la pendiente obtenido por la relación peso-longitud, estadísticamente definirá diferencias a  $\beta_1 \neq 3$ , por lo tanto será un crecimiento 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

$\beta_1$  = valor que define el crecimiento isométrico (3)

$S_{\beta_1}$  = error estándar de la pendiente

Para obtener el error estándar de la pendiente:

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

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

donde:

$w_i$  = peso experimental

$\hat{w}_i$  = 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  $\alpha$  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 aceptará  $H_0$  si  $t_{\text{experimental}}$  es menor que  $t_{\text{tablas}}$  es decir  $t_{\text{experimental}} \leq t_{n-2}^{\alpha/2}$  ( $p > 0.05$ )

Se rechazará  $H_0$  si  $t_{\text{experimental}}$  es mayor que  $t_{\text{tablas}}$  es decir  $t_{\text{experimental}} > t_{n-2}^{\alpha/2}$  por lo tanto se aceptará  $H_a$  ( $p \leq 0.05$ )

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

$$K = \frac{w}{l^b} * 100$$

donde:

$K$  = Factor de condición de Fulton

$w$  = Peso promedio del pez en gramos

$l$  = Longitud promedio 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 neta de incremento diario en peso (g/día) del pez se aplicó la expresión:

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

donde:

$a$  = incremento diario neto en peso (g /días)  
 $W_{fi}$  = peso promedio del pez al final del experimento  
 $W_{ini}$  = peso promedio del pez al inicio del experimento  
 $t$  = tiempo expresado en días

Para determinar la tasa neta de incremento diario en longitud (cm/día) 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 expresado en días

Con la finalidad de determinar la eficiencia de conversión del 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 del pez al inicio del experimento)

$R$  = peso total del alimento consumido (g) (peso del alimento total suministrado- peso del alimento no consumido)

## ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

Para determinar si existieron diferencias significativas entre los promedios del peso (g) como en longitud (cm) obtenidos 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):

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

Ha= El promedio del peso (g) o longitud (cm) entre los peces sometidos a diferentes concentraciones de lecitina de soya, por lo menos en una concentración fue diferente, es decir hubo diferencias significativas entre los promedios del peso (g) o longitud (cm) a una confiabilidad del 95%.

### VARIANZA ENTRE o VARIANZA DE TRATAMIENTOS

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

### VARIANZA DENTRO o VARIANZA DEL ERROR

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

### PRUEBA DE FISHER "F"

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

donde:

$a$  = número de tratamientos o niveles de factor

$Y_i$  = media por tratamiento o nivel de factor

$Y$  = 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 es  $F_{n-a}^{\alpha}$  donde  $\alpha$  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 aceptará  $H_0$  si  $F_{experimental}$  es menor que  $F_{tablas}$  es decir,  $F_{experimental} \leq F_{n-a}^{\alpha}$  ( $p > 0.05$ )

Se rechazará  $H_0$  si  $F_{experimental}$  es mayor que  $F_{tablas}$  es decir  $F_{experimental} > F_{n-a}^{\alpha}$  y por lo tanto se aceptará  $H_a$  ( $p \leq 0.05$ )

Cuando se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), se realiza la prueba de comparación múltiple de medias de tipo Fisher o Prueba LSD para determinar qué concentración fue estadísticamente diferente o igual.

Cuando las repeticiones sean iguales entre todas las concentraciones se aplicará:

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

Cuando las repeticiones sean diferentes entre todas las concentraciones se aplicará:

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

donde:

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

C.M. error = cuadrado medio del error de la tabla de ANOVA (C.M. dentro de grupos)

$n_i$  = son el número de repeticiones de los tratamientos que se están comparando

## DISCUSIÓN

El tratamiento que presentó las más altas velocidades de crecimiento en peso como en longitud con 0.0205 y 0.0052 respectivamente, las más altas tasas de crecimiento específica en peso como en longitud con 1.89 g/día y 0.53 cm/día, el más alto porcentaje de factor de condición de Fulton con 1.36, los mayores incrementos diarios en peso y longitud con 0.00043 g/día y 0.0061 cm/día, los más altos incrementos netos en peso y longitud con 0.046 g y 0.642 cm y la más alta eficiencia de conversión del alimento con 8.7 % fue el de 1.425 g de lecitina de soya. Del mismo modo, al realizarse los análisis de varianza de un factor a los tratamientos con los que se trabajó, en relación a su peso y la longitud de las crías, se observó que sí hubo un tratamiento el cual presentó diferencias significativas, esto quizo decir que al menos un tratamiento tuvo efecto para aumentar en el crecimiento de las crías, y en ambos casos donde se observaron mejores resultados fue el de esta misma concentración de lecitina de soya.

Los restantes tratamientos se pueden dividir en dos grupos; el primero que correspondió a los peces que mostraron un mayor incremento diario y neto en peso, correspondió a los tratamientos de 0.3 g y 0.675 g con factores de condición de 1.05 siendo este el más bajo y 1.28 y que, de acuerdo a Wootton (1992) son organismos más pesados para su talla. Este grupo también se caracterizó por presentar las más bajas velocidades de crecimiento en longitud (0.0015 y 0.0019 respectivamente) y las más bajas tasas de crecimiento específica (0.22 cm/día y 0.32 cm/día respectivamente). El segundo grupo que mostró un mayor incremento diario y neto en longitud correspondió a los tratamientos de 1.05 g y el control, con factores de condición de 1.18 y 1.09 respectivamente y que de acuerdo a Wootton (op.cit) son organismos más ligeros para su talla. Este grupo también se caracterizó por presentar de las más altas velocidades de crecimiento en longitud (0.0043 y 0.0044 respectivamente) y de las más altas tasas de crecimiento específica en longitud (0.44 cm/día y 0.40 cm/día respectivamente), además el tipo de crecimiento alométrico que presentaron estos tratamientos determinó un mayor incremento en longitud que en peso (2.3424 y 1.9228 respectivamente).

En general, el tipo de crecimiento que presentaron las crías fue alométrico y estadísticamente también se comprobó ( $p < 0.05$ ), es decir, hubo un cambio en su peso o en su talla por lo que hubo crías que aumentaron más en peso que en longitud, como las del tratamiento con 0.3 g de lecitina de soya y otras más en talla que en peso, como las del tratamiento con 1.05 g de lecitina de soya.

Se sabe que la energía contenida en la dieta se destina en función del estadio de desarrollo del individuo, en crías a crecer y en adultos a su maduración sexual; en las primeras fases de vida se produce un pequeño aumento en su longitud y/o en su peso, por lo que la tasa de crecimiento aumenta de manera exponencial durante el período larvario; por esto, las crías en sus primeros días de vida crecen de forma alométrica (Granado, 1996).

El grupo control, fue el que tuvo el más bajo incremento neto, en peso, en comparación con los demás tratamientos, pero fue en el que los organismos crecieron más en longitud al ser alimentadas solamente con hojuela, sin adición de ningún estimulante; en este sentido, Granado (1996), menciona que las crías primero empiezan a crecer de manera longitudinal y después comienzan a ganar peso, lo que no se vio reflejado en este grupo por la falta de la lecitina de soya.

Si bien todos los tratamientos aplicados tuvieron un efecto positivo, ya que hubo tratamientos en los cuales las crías crecieron más en peso y otros más en longitud, y si consideramos también que los peces con los que se trabajó fueron de ornato, podría pensarse que el parámetro más importante pudiera haber sido la longitud más que el peso, y por lo mismo, el tratamiento de 1.05 g pudiera también haber sido considerado; sin embargo, siempre hay que tomar en cuenta que para un buen desarrollo ambos parámetros deben de ser importantes.

Es por esto que el efecto que tuvo la lecitina de soya, al adicionarse a la dieta de los crías, estas la aprovecharon bien y la metabolizaron eficazmente para incrementar su peso y longitud; existen en los peces un número invariable de ácidos grasos, formando parte de las grasas y aceites de los peces, pero estos ácidos están menos saturados que los de los animales terrestres e inclusive de los que intervienen en la formación de los aceites vegetales. Por ejemplo, su contenido de ácido oleico, un precursor del colesterol, es relativamente bajo. Por esta razón, los peces de consumo han sido considerados como benéficos al formar parte de la dieta humana, ya que no influyen mucho en el endurecimiento patológico de las arterias y porque no acumulan grasas; entonces, la lecitina actuó como promotor para su crecimiento, es decir al adicionarse esta a la dieta de

las crías, hizo que fuera más atrayente y que lograra una aceleración en el crecimiento (Lagler et al. 1990; Ingleton, 1971; Iveson, 1972).

Se ha visto en otros trabajos como el de Lui et al. (1974), que el efecto benéfico de los fosfolípidos en el crecimiento de larvas de peces marinos y crustáceos, es sorprendente si se tiene conciencia de la habilidad natural de estos organismos para biosintetizar fosfolípidos a partir de ácidos grasos y diglicéridos. También se ha visto que la fosfatidiletanolamina, que es uno de los principales fosfolípidos presentes en la lecitina de soya (Scholfield, 1981), ha sido utilizada en los roles nutricionales, bioquímicos y fisiológicos en las larvas del bacalao (Fraser et al., 1988; en Rainuzzo et al., 1991) y que también sirve como fuente de energía metabólica, en el estadio cuando se encuentra todavía con su saco vitelino (Rainuzzo et al., op. cit.; Ingleton, 1971; Iveson, 1972).

Por otra parte, el mantener adecuadamente los parámetros fisicoquímicos del agua para el cultivo de organismos acuáticos, resulta importante si lo que se quiere probar es el efecto de algún complemento que beneficie su crecimiento. La temperatura es uno de los factores ambientales más importantes para todos los organismos acuáticos: influye en la oxigenación de las aguas, en la reproducción y en el crecimiento de las especies. El aumento de la temperatura conlleva un incremento del metabolismo de los organismos acuáticos y, por consiguiente, de sus necesidades energéticas. Dentro de los gases disueltos, el oxígeno es el que juega el papel más importante en la calidad biótica de las aguas de cría; es indispensable para la respiración de los organismos y facilita la degradación de la materia detrítica y la realización de los ciclos bioquímicos (Barnabé, 1991).

Bajo estas consideraciones, los parámetros fisicoquímicos que se registraron fueron óptimos para esta especie, ya que durante toda la fase experimental se registró una temperatura de 24°C a 25 °C, la cual se mantuvo entre los límites registrados para esta especie, que va de los 18 a los 27 °C; el pH que se registró, promedió en 8.5 mientras que el pH recomendable para esta especie es de 7 a 8.5 (Sandfor, 1996). El comportamiento del oxígeno siempre se mantuvo elevado promediando un valor de 8.7, lo cual en términos generales es adecuado.

En este sentido y considerando que los parámetros ambientales estuvieron controlados, el efecto de la lecitina se vio reflejado en las condiciones del pez. Por lo que, de acuerdo a los resultados presentados, la mejor concentración para aumentar el crecimiento de las crías de guppy fue la de 1.425 g de lecitina de soya, misma que representa el 4.75 % de la dieta suministrada.

Con base a lo anterior, la eficiencia de la lecitina de soya, como promotor de crecimiento en larvas de peces marinos y crustáceos, ha sido probada satisfactoriamente en organismos de consumo, pero aún son pocos los trabajos que se relacionan con peces y ninguno a peces de ornato, por lo que se recomienda que se siga trabajando la lecitina de soya en cantidades diferentes a las reportadas en este trabajo y en otros peces ornamentales y no solo como promotor de crecimiento en larvas, sino también en juveniles y/o adultos con diferentes hábitos alimentarios y no solo con aquellos que se alimenten de hojuela, con la finalidad de preparar dietas complementarias que coadyuven al buen desarrollo de estos organismos.



## CONCLUSIONES

- ❖ La lecitina de soya adicionada al alimento en hojuela tuvo un efecto positivo en el crecimiento en peso y longitud para las crías de guppy.
- ❖ El mejor tratamiento que tuvo efecto para el crecimiento en peso y longitud en las crías de guppy fue el de 1.425 g de lecitina de soya y que correspondió al 4.75% en su dieta.
- ❖ Se recomienda probar el efecto de la lecitina de soya en otras especies de ornato o de consumo y con diferentes hábitos alimentarios, ya que en comparación con otros complementos o suplementos alimenticios, está es más accesible económicamente y no causa efectos nocivos para el pez ni para el consumidor si fuera el caso.

## LITERATURA CITADA

ÁLVAREZ DEL VILLAR, J., 1970. *Peces mexicanos (claves)*. Serie Investigación Pesquera Estudio No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Pesqueras. México. 166 p.

ANÓNIMO, 1993. Larval nutrition and seed production of fish by microparticulate diets. *Proceedings of the first international symposium on aquaculture technology and investment opportunities*. Riyadh, Arabia Saudita. p.p. 515-536.

BARNABÉ, G. 1991. *Acuicultura I*. Omega, Barcelona, 478 p.

BRIGGS, M. R. P., BROWN, J. H. Y FOX, C. J., 1994. The effect of dietary lipid and lecithin levels on the growth, survival, feeding efficiency, production and carcass composition of post-larval *Panaeus monodon* Fabricius. *Aquacult. Fish. Manage.* 25 (3): 279-294.

CRAIG, S. R. Y GATLIN, D. M., 1997. Growth and body composition of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed diets containing lecithin and supplemental choline. *Aquaculture*. 151 (1-4): 259-267.

CRUZ, S. E. L., RICQUE, M. D. Y DOMÍNGUEZ, J. V. P.,  
1996. Utilización de la lecitina de soya en la nutrición acuícola:  
Crustáceos.  
[www.ag.uiuc.edu/~asala/espanol/nutricionanimal/publicaciones/Utilizaci%](http://www.ag.uiuc.edu/~asala/espanol/nutricionanimal/publicaciones/Utilizaci%20de%20la%20lecitina%20de%20soya%20en%20la%20nutrici%20de%20crustaceos.pdf)

CHAUMETON, H., 1991. *Guía de los peces de acuario*. Omega, Barcelona, p.p. 5

DANIEL, W. W., 1980. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Limusa, México, 485 p.

DUBOIS, K. D., 1981. Noticias sobre las nuevas tecnologías de la soya. *Soya Técnica 1*.

ESCAFFRE, A. M. Y KAUSHIK, S. J., 1995. Survival and growth of first-feeding common carp larvae fed artificial diets containing soybean protein concentrate. *Aquaculture*. 129 (1-4): 251-259.

FABRE, H., 1990. *El acuario*. Daimon, México, D.F. p.p. 12

GARCÍA-ULLOA, G. M., 2002. Aditivos alimenticios: Atrayentes. *Panorama Acuícola Magazine*. p.p.32.

GRANADO, L. C., 1996. *Ecología de peces*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, España. p.p. 17-18.

GUSTAFSON, E. H., 1978. Raw materials handling and controls. *J.A.O.C.S.* 55 (11): 751-753.

HEPHER, B., 1993. *Nutrición de peces comerciales en estanques*. Limusa, México. p.p. 319.

HUNG, S. S .O., BERGE, G. M. Y STOREBAKKEN, T., 1997. Growth and digestibility effects of soya lecithin and choline chloride on juvenile Atlantic salmon. *Aquaculture nutrition.* 3 (2): 141-144.

INGLETON, J. F., 1971. Comercial lecithin, its use and composition. *Cofect. Prod.* 37: 279-280.

IVESON, H. T., 1972. Soybean lecithin. *Soybean digest.* 21: 16.

KANAZAWA, A., 1993. Essential phospholipids of fish and crustaceans. *Fish nutrition in practice*. Colloques Institut national de la recherche agronomique, Paris, France. (61). p.p. 519-530.

KANAZAWA, A., TESHIMA, S. Y SAKAMOTO, M., 1985. Effects of dietary lipids, fatty acids, and phospholipids on growth and survival of prawn *Panaeus japonicus* larvae. *Aquaculture*. 50: 39-49.

LAGLER, F. K., BARDACH, E. J., MILLER, R. R. Y MAY PASSINO, D. R., 1990. *Ictiología*. AGT Editor, México. p.p. 160-161.

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

PEMAU, J., 2003. La historia de la acuariofilia. <http://acuarios.metropoliglobal.com/>

RAINUZZO, J. R., REITAN, K. I., JORGENSEN, L., 1991. Fatty acid and lipid utilization in the yolk-sac stage of marine fish larvae. p.p. 26-29. En: P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers, F. Ollevier. 1991. Larvi '91. Fish and crustacean larviculture symposium. Short communications and abstracts. European Aquaculture Society, Special Publication No. 15. Gent, Belgium, 451 p.

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. *Departament of the Enviroment Fisheries and Marine Service, Bulletin 19*, 382 p.

RODRÍGUEZ, G. M., 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. AGT Editor, México. D.F. p.p. 5-8

RUMSEY, G. Y SMITH, R., 1990. Lecithin with diatomateous earth works well in fish feed. *Feedstuffs*. 62: 11-13.

SANDFOR, G. 1996. *Peces de acuario*. Omega. Barcelona, p.p. 175.

SCHOLFIELD, C. R., 1981. Composition of soybean lecithin. *J. A. O. C. S.* 58 (16): 889-891.

SIMONS, P., 1977. Lecithin the fat figther. *Thorson publishers*. L.T.D. Great Britain.

WOOTTON, R. J., 1992. *Fish ecology*. Chapman and Hall, New York. 212 p.

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ª edición. Prentice Hall, New Jersey, 931 p.

[www.animalls.net/ARTIC17.HTML](http://www.animalls.net/ARTIC17.HTML)

[www.animalls.net/ARTIC128.HTML](http://www.animalls.net/ARTIC128.HTML).



**APÉNDICE A.** - Análisis de varianza de un factor y prueba de LSD para diferentes repeticiones aplicado a los tratamientos al final del experimento con relación al peso.

## RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Control	8	0.108	0.0135	4.77143E-05
0.3 g	7	0.14	0.02	0.000133333
0.675 g	7	0.128	0.018285714	2.45714E-05
1.05 g	5	0.066	0.0132	0.0000252
1.425 g	5	0.266	0.0532	0.0005132

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.005956471	4	0.001489118	11.704759	1.21254E-05	2.727766457
Dentro de los grupos	0.003435029	27	0.000127223			
Total	0.0093915	31				

Como F experimental fue mayor que F crítico entonces se rechazó  $H_0$  y se aceptó  $H_a$ , esto quiso decir que por lo menos un tratamiento aplicado fue significativamente diferente y produjo un efecto en el crecimiento en peso de las crías ( $p < 0.05$ ). Por tal motivo, como se aceptó  $H_a$  se aplicó la prueba LSD para diferentes concentraciones.

GRUPOS A COMPARAR	VALOR ABSOLUTO		LSD	EXISTIERON DIFERENCIAS
Control vs. 0.3 g	0.0065	MENOR	0.012	NO
Control vs. 0.675 g	0.005	MENOR	0.012	NO
Control vs. 1.05 g	0.000	MENOR	0.013	NO
Control vs. 1.425 g	0.040	MAYOR	0.013	SI
0.3 g vs. 0.675 g	0.002	MENOR	0.012	NO
0.3 g vs. 1.05 g	0.007	MENOR	0.014	NO
0.3 g vs. 1.425 g	0.033	MAYOR	0.014	SI
0.675 g vs. 1.05 g	0.005	MENOR	0.014	NO
0.675 g vs. 1.425 g	0.035	MAYOR	0.014	SI
1.05 g vs. 1.425 g	0.040	MAYOR	0.015	SI

Con un 95% de confianza se comprobó que el tratamiento con 1.425 g de lecitina de soya es el que más indujo incremento en peso en comparación con cualquier otro tratamiento. Por lo que se concluye que este tratamiento fue el mejor para el crecimiento de las crías de guppy en relación al peso.

**APÉNDICE B.-** Análisis de varianza de un factor y prueba de LSD para diferentes repeticiones aplicado a los tratamientos al final del experimento con relación a la longitud.

## RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Control	8	8.95	1.11875	0.024555357
0.3 g	7	8.3	1.185714286	0.043595238
0.675 g	7	8.48	1.211428571	0.007980952
1.05 g	5	5.236	1.0472	0.0087792
1.425 g	5	7.52	1.504	0.13873

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.633743432	4	0.158435858	3.9927592	0.0113489	2.727766457
Dentro de los grupos	1.071381443	27	0.03968079			
Total	1.705124875	31				

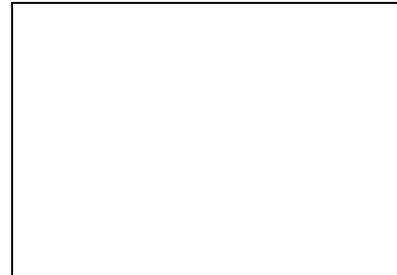
Como F experimental fue mayor que F crítico entonces se rechazó  $H_0$  y se aceptó  $H_a$ , esto quiso decir que por lo menos un tratamiento aplicado fue significativamente diferente y produjo un efecto en el crecimiento en cuanto a la longitud de las crías ( $p < 0.05$ ). Por tal motivo, como se aceptó  $H_a$  se aplicó la prueba LSD para diferentes concentraciones.

GRUPOS A COMPARAR	VALOR ABSOLUTO		LSD	EXISTIERON DIFERENCIAS
Control vs. 0.3 g	0.067	MENOR	0.212	NO
Control vs. 0.675	0.093	MENOR	0.212	NO
Control vs. 1.05 g	0.072	MENOR	0.233	NO
Control vs. 1.425 g	0.385	MAYOR	0.233	SI
0.3 g vs. 0.675 g	0.026	MENOR	0.218	NO
0.3 g vs. 1.05 g	0.139	MENOR	0.239	NO
0.3 g vs. 1.425 g	0.318	MAYOR	0.239	SI
0.675 g vs. 1.05 g	0.164	MENOR	0.239	NO
0.675 g vs. 1.425 g	0.293	MAYOR	0.239	SI
1.05 g vs. 1.425 g	0.457	MAYOR	0.259	SI

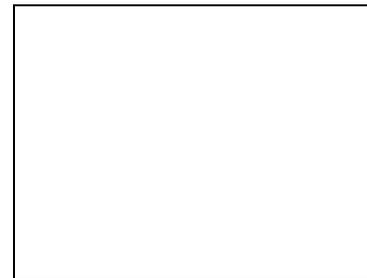
Con un 95% de confianza se comprobó que el tratamiento con 1.425 g de lecitina de soya es el que más indujo incremento en longitud en comparación con cualquier otro tratamiento. Por lo que se concluye que este tratamiento fue el mejor para el crecimiento de las crías de guppy en relación a la longitud.

## APÉNDICE C.- POSICIÓN TAXONÓMICA DE *Poecilia reticulata*

REINO: Animalia  
SUBREINO: Metazoa  
PHYLLUM: Chordata  
SUBPHYLLUM: Vertebrata  
DIVISIÓN: Gnathostomata  
SUPERCLASE: Pisces  
CLASE: Osteichthyes  
SUBCLASE: Actinopterygii  
ORDEN: Cyprinodontiformes  
SUBORDEN: Cyprinodontoidei  
FAMILIA: Poecillidae  
GÉNERO: *Poecilia*  
ESPECIE: *Poecilia reticulata*  
NOMBRE COMÚN: Guppy



Guppy macho



Guppy hembra

Taxonomía de la especie según Álvarez del Villar (1970) y Lagler *et al.* (1990).

Peces notablemente pequeños y con dimorfismo sexual muy marcado. Ambas ramas del cuarto radio de la aleta anal masculina, segundo del gonopodio, con sierra. Prepucio membranoso muy desarrollado. Aleta dorsal con 7 a 8 radios, 8 a 9 en la anal. De 26 a 28 escamas en una serie longitudinal. Introducida a varias localidades mexicanas; abundante en el Alto Balsas y el Valle de México.