



169

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

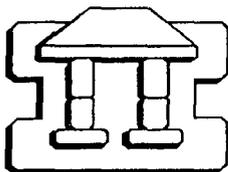
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

“Estimulación del crecimiento de la variedad xantocrómica del pez ángel, *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) Heckel 1840, mediante la utilización de cobamamida.”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A
P R E S E N T A:
ALMA BEATRIZ VALENCIA PUEBLA

DIRECTOR: M. en C. ADOLFO CRUZ GÓMEZ

ASESORA: BIOL. ASELA DEL CARMEN RODRÍGUEZ
VARELA



NOVIEMBRE 2007

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 a cargo del M.C. Adolfo Cruz Gómez y la Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Instituciones y académicos a los que agradezco su colaboración y apoyo para la realización de este trabajo.



QUIEN NO TIENE LA VIRTUD DE
ABRIR LOS OJOS Y ADMIRAR SU ENTORNO
CON EL CORAZÓN, JAMÁS COMPRENDERÁ
EL PODER QUE LA NATURALEZA OFRECE:

PODER, CAPÁZ DE CREAR LOS PEORES
DESASTRES Y LOS MEJORES PAISAJES.

PODER, DE MOSTRARNOS QUE
SOMOS TAN PEQUEÑOS O TAN
GRANDES SEGÚN ELLA LO DECIDA.

PODER, QUE NOS PERMITE
MANTERNOS VIVOS Y
SEGUIR ALCANZANDO IDEALES...

AGRADECIMIENTOS

A la Biol. Asela Rodríguez y al M.C. Adolfo Cruz, por brindarme toda su ayuda para la realización de este trabajo. (gracias por toda la paciencia que me tuvieron).

Al Biol. Mario Fernández, a la M.C. Alba Márquez y al Biol. Mario Miranda, por sus valiosas aportaciones y consejos para la conclusión de este trabajo.

A Arnulfo, gracias por las ocasiones que la hiciste de mensajero y facilitaste en mucho el trabajo, prometo no volverlo a hacer.

A la Q.F.B. Lorena Hernández, gracias por apoyarme y darme ánimos siempre. ¡Por fin Lore!

A la Enf. Ma. de Jesús Cruz,
Al Dr. Héctor Gómez Ortiz,
A la Lic. en Enf. Jacinta Díaz,
A la Q.F.B. Itzencia Hernández y
A la C.D. Ma. Elena González,
Por estar siempre dispuestos a ayudarme, para llegar a esta meta..

A Anita, muchas gracias porque aunque se perfectamente que siempre tienes mucho trabajo, nunca te negaste a poner tu granito de arena para la presentación de este trabajo.

Finalmente a todas aquellas personitas que siempre mostraron interés en este proyecto, que no se cansaban de escucharme una y otra vez los avances que tenía. Gracias de verdad, por aguantar y compartir mis momentos de alegría, neurosis y tristeza.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Por haber inyectado en mí, día a día su gran espíritu de lucha y superación, así como esa visión de materializar los sueños, sin dejar que los fracasos, caídas y tropiezos impidan continuar. Pero principalmente por el amor incondicional que me tienen.

A Edgar:

Por ser mi cómplice en todo momento, el que sabe escuchar, hablar y callar cuando debe hacerlo. Por formar parte de mi vida y estar allí, muchas veces en silencio, pero presente a final de cuentas.

A dos mujeres muy importantes en mi vida: por su carácter, fortaleza, experiencia y amor que, aunque ya no estén presentes, todo ello seguirá en mi corazón y en mi memoria.

A "Yandira":

Porque siempre has metido tu cuchara en lo que hago y no dudas en estar presente cuando se te necesita, por eso y más, me siento feliz de contar con tu amistad.

A Mario:

Porque toda tu alegría y vitalidad impulsa a cualquiera a lograr las metas propuestas y a ser un motivo fundamental para continuar.

A Gustavo:

Por ser un verdadero amigo incondicional, porque nunca permitiste que claudicara, y si ahora veo materializado este sueño es en gran parte por tu ENORME "espíritu fregativo", que me motivó a continuar.

A Lucio:

Por todas las anécdotas vividas, por tu calidad humana que acepta los errores y las virtudes de los demás, y por tu cinismo que hace más fáciles los peores momentos.

INDICE

RESUMEN	.....	1
INTRODUCCION	.....	2
ANTECEDENTES	.....	4
OBJETIVOS	.....	6
METODOLOGÍA	.....	7
RESULTADOS	.....	12
DISCUSIÓN	.....	36
CONCLUSIONES	.....	41
CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE	.....	42
LITERATURA CITADA	.....	45

RESUMEN

Los Cíclidos constituyen una de las Familias más numerosas que se mantienen en los acuarios, entre ellos se encuentra la especie *Pterophyllum scalare*, conocido comúnmente como pez ángel. Debido a la facilidad con que esta especie acepta los alimentos secos, en el presente estudio fue adicionada cobamamida (coenzima de la vitamina B₁₂) en concentraciones de 0, 2, 4 y 6 mg/100 g de alimento, con el fin de estimular y evaluar el crecimiento de la especie *Pterophyllum scalare*, variedad dorado xantocrómico, además de conocer la tasa de crecimiento, el factor de condición para cada grupo y las relaciones W/L y W/A, bajo condiciones controladas de laboratorio al ser alimentados diariamente con el 5 % de su biomasa total. Los resultados obtenidos mostraron, que con las concentraciones de 4 y 2 mg, se consiguió mayor incremento tanto en longitud patrón como en altura y peso en comparación con el resto de los grupos. Al realizar el análisis de regresión potencial, las relaciones W/L y W/A manifestaron un crecimiento alométrico para la especie. Finalmente se llegó a la conclusión de que el fármaco influye en el crecimiento de la especie, además de proporcionar un alimento de mejor calidad nutricia, a costo accesible, ya que sin la adición de cobamamida los organismos del grupo control fueron más pequeños y su factor de condición menor al de los grupos experimentales.

INTRODUCCIÓN

La Familia Cichlidae es una de las más numerosas, la cual comprende alrededor de 900 especies de América del Sur y América Central; 700 especies en África y en Madagascar y solamente 3 especies se encuentran en Asia (Vierke, 1992); incluso algunas especies son encontradas en nuestro país ya sea introducidas o nativas (Faure, 1993).

Se trata de una gran familia de peces de cuerpo macizo, en su mayor parte, que se distinguen por las interesantes costumbres que observan en la reproducción, más que por su belleza (Faure, op cit.).

La mayoría de los cíclidos viven en lagos o en las aguas de curso lento, a menudo en las regiones de aguas poco profundas cercanas a la orilla, donde las rocas y la vegetación les facilitan buenos escondrijos (Mills, 1986).

Estos organismos constituyen una de las familias más versátiles de peces que se mantienen en acuarios, ejemplo de ello son los peces pertenecientes al género *Pterophyllum* (Castaño, 1996). Siendo el nombre común dado a los integrantes de este género el de "pez ángel"; del cuál el más común y sobre el que se hace la mayoría de las descripciones etológicas y morfológicas es *Pterophyllum scalare* (Ramírez, 1980).

Las especies ordinarias están adaptadas desde hace generaciones a la vida en cautividad en agua corriente, siendo posible su reproducción en la misma; sin embargo, prefieren aguas muy claras, ligeramente ácidas (pH 6.8) y de dureza razonable (267 mg de CaCO₃ o incluso menos) (Pérez, 1982).

En cuanto a la alimentación pueden sobrevivir tan solo con hojuelas, sin embargo deben ser incluidos en la dieta alimento vivo de manera regular (Stianssny, 1993).

Gracias a la facilidad con la que estos organismos aceptan alimentos secos, tales como hojuelas, es posible la adición de ciertos complementos en la dieta con el fin de estudiar su efecto en el metabolismo de los peces.

Durante el crecimiento explosivo de la acuicultura en los últimos años, las vitaminas han tomado parte en los cambios de suplementación vitamínica, por su gran importancia al constituir aproximadamente un 33% de los ingredientes unitarios de una fórmula, intervienen en costo de 2-5% del alimento y en el 100% de las actividades metabólicas del organismo (Cortés, 1993).

De tal forma que el aporte adecuado de vitaminas depende en forma importante de los productos seleccionados, la forma en que se mezclen en el alimento, la estabilidad que

tengan durante el procesamiento, el adecuado consumo por parte del animal y de la selección de nivel óptimo para maximizar las respuestas zootécnicas (Cortés, op. cit).

De entre las vitaminas importantes para el desarrollo adecuado de los peces se encuentra la B₁₂, que es en realidad un grupo de compuestos estrechamente emparentados (corriniodes) que sólo se encuentran en las proteínas animales de donde procede su denominación de factor proteico animal (APF). La vitamina B₁₂ posee un alto APF ya que interviene en varias reacciones metabólicas. Cuando existe carencia de ésta en peces, el crecimiento es escaso y en ausencia extrema, sobreviene la muerte (Steffens, 1989) .

Después de ser absorbida por la sangre, la vitamina B₁₂ se combina con las proteínas del plasma y puede circular así hasta los lugares en que ejerce su actividad. El hígado y el riñón, son fuentes excelentes de esta vitamina; los músculos de mamíferos y peces contienen cantidades moderadas de ella. De ahí la importancia de que se suministren cantidades de esta, en la dieta de los organismos, según sus requerimientos (West, 1996).

La vitamina B₁₂ denominada cianocobalamina, es un elemento del grupo de las cobalaminas, todas ellas con actividad de vitamina B₁₂ (Goth, 1973).

Una coenzima importante de la vitamina B₁₂ es la cobamamida, este anabólico nutricional no hormonal, cuya forma comercial es adenosil-cobamamida, enzima tónico-reactivadora del metabolismo, aviva y acelera en cada una de las células del organismo las reacciones anabólicas, aumentando la síntesis proteica, estimula el apetito, favorece el crecimiento e incrementa el peso corporal (Secretaria de salud, 1996).

En peces se ha observado que esta coenzima, al ser administrada hasta la maduración sexual, incrementa considerablemente el contenido de vitamina B₁₂ en diversos órganos (músculos, hígado, riñones, apéndices pilóricos, corazón, bazo) con el proceso de maduración. De aquí puede sacarse la conclusión de que la cobamalamida reviste importancia incluso también para la maduración sexual de ciertas especies (Steffens, 1989).

Por lo anterior a través del presente estudio se evaluó el crecimiento de organismos juveniles de *Pterophyllum scalare* (pez ángel) variedad dorado xantocrómico, sin que sufriera alteraciones en el estado de salud durante su desarrollo, bajo los siguientes objetivos.

ANTECEDENTES

La mayoría de los estudios realizados de la Familia Cichlidae son sobre aspectos taxonómicos y trabajos de cultivo de sus diferentes especies de ornato (Axelrod, 1994).

De forma particular la primera especie de pez ángel fue descrita por Liechtenstein en 1823, con el nombre de *Zeus scalaris*. Este organismo fue colectado en Brasil y depositado en el Museo de Berlín. Posteriormente en 1840, Heckel colecta otras especies de pez ángel a las que llamó *Pteron scalaris* (Sweeney, 1992)

Con el paso del tiempo como con otras especies sucede, su nombre fue modificado, tomando el actual en 1862; y en 1909 es importado a Europa por el Dr. Siggelkow de Hamburgo (Petrovicky, 1990).

Los estudios que se conocen sobre *Pterophyllum scalare* son principalmente de tipo descriptivo, como los realizados por investigadores tales como Martty (1976), Mills (1986), Petrovicky (1990) y Castaño (1996), los cuales se han enfocado a la descripción anatómica de esta especie así como de sus variedades. Y en cuanto al estudio de la sistemática y sinonimias, destacan los trabajos realizados principalmente por Martty (1976) y Petrovicky (1990).

No se conocen muchos trabajos sobre aspectos alimenticios, sin embargo se pueden encontrar algunos realizados por Maynard (1975) y Amador en 1998, quién evaluó la eficacia de tres diferentes alimentos en el desarrollo de juveniles de esta especie, teniendo así algunos de los pocos trabajos donde se analiza la velocidad de crecimiento de dicha especie.

Por lo que respecta al efecto de las vitaminas en el desarrollo de peces en los últimos años diversos investigadores dedicados al área de la acuicultura se han dedicado a la búsqueda de requerimientos vitamínicos basados en la minimización de la mortalidad, la mayor ganancia en peso, la mayor concentración orgánica de alguna vitamina o bien la actividad enzimática óptima, respectiva a una vitamina como coenzima, tales como los trabajos realizados por Cortés (1993).

De forma particular la vitamina B₁₂, la cuál contiene cobalto con peso molecular de 1 400 fue aislada del hígado, con éxito en 1948, después de 20 años de investigación destinada a descubrir la causa de la anemia perniciosa (Lawrence, 1995).

Después de ser aislado por primera vez, el compuesto se ha aislado no solo del hígado, sino también de los líquidos de fermentación de *Streptomyces griseus*, el hongo que produce la estreptomicina.

Se ha observado también que este compuesto no existe en plantas superiores, pero puede ser sintetizada por algunos microorganismos (Goth, 1973).

Muchos autores han sugerido que la vitamina B₁₂ fue sintetizada prebióticamente, siendo esto importante para realizar la catálisis del RNA. Según estos autores, en algunas bacterias la biosíntesis de esta vitamina comenzó con una molécula aminoacil-tRNA, y una molécula RNA que puede jugar un papel importante en la regulación de la expresión de la biosíntesis y transporte genético. Las porfirinas pudieron contribuir para que la estructura de la B₁₂ fuese sintetizada no enzimáticamente en los experimentos de la llamada Tierra primitiva, mediante reacciones energéticamente favorables (Roth, 1996).

Mediante estudios realizados por varios autores a sido posible conocer que esta vitamina es un componente esencial en la dieta de muchos animales monogástricos. La falta de apetito, daños hematopoyéticos y el lento crecimiento son signos de deficiencia de B₁₂ en humanos, otros animales de sangre caliente y salmón (Shiau, 1993).

En los rumiantes, por ejemplo, se ha observado que no requieren una dieta como fuente de B₁₂, porque la síntesis intestinal microbiana de la vitamina es suficiente (Kon, 1954).

En cuanto a los estudios realizados en peces, destacan los de Hashimoto (1953) en el cuál demuestra que en la carpa común una bacteria del intestino se encarga de la síntesis de B₁₂, por lo cuál no requieren de una dieta que le aporte dicho compuesto. En trabajos más recientes, Shiau (1993) reportó que la tilapia *Oreochromis niloticus*, al igual que la carpa común, no requiere del aporte de la vitamina por medio de la dieta.

Son muy escasos los conocimientos disponibles sobre las necesidades de vitamina B₁₂ en peces. Sobre todo sucede incierto si las bacterias intestinales sintetizan la vitamina y en que cantidad, sin embargo en 1955 Yanase determinó cierta síntesis en diversas especies.

Se ha comprobado también que la deficiencia de vitamina B₁₂ es más frecuente en los animales jóvenes en periodo de crecimiento, presentando un gran retraso en su desarrollo y una mortalidad alta (Mc Donald, 1981). La deficiencia de vitamina B₁₂ ejerce influencia indirecta sobre el aumento de tamaño, al disminuir el apetito y producir otros efectos fisiológicos internos (Maynard, 1975).

Además se ha observado que la adición de cobalamina (vitamina B₁₂) al alimento de peces origina en crías y alevines de trucha arcoiris una mejora del crecimiento en torno del 19% al 85% (Yanase, 1955).

OBJETIVOS

GENERAL:

- * Estimular el crecimiento de la especie *Pterophyllum scalare*, variedad dorado xantocrómico, mediante la aplicación de diferentes dosis de cobamamida (coenzima de la vitamina B₁₂).

PARTICULARES:

- * Evaluar el efecto concentraciones de 0, 2, 4 y 6 mg de cobamamida/100 g de alimento, sobre el crecimiento de la especie *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) Heckel 1840, variedad dorada xantocrómica en condiciones controladas.
- * Determinar la tasa de crecimiento y la relación que existe entre el peso y las dimensiones del organismo, de acuerdo con la concentración de cobamamida administrada en alimento seco, bajo condiciones de laboratorio en el pez *Pterophyllum scalare*, variedad dorado xantocrómico.

METODOLOGÍA

Con el fin de cubrir los objetivos antes propuestos se llevó a cabo la siguiente metodología:

a) TRABAJO DE LABORATORIO

1. EQUIPO:

Se montaron 4 peceras de cristal, con dimensiones de 26 x 30 x 50 cm, conteniendo 32 litros de agua potable y equipadas con filtro de caja y carbón activado, termostato de 75 wats y 8" de longitud para mantener la temperatura a 28°C, termómetro y oxigenación constante mediante bombas marca Elite modelo 802.

Una vez instalados los sistemas a cada uno de ellos se agregaron 2 ml de azul de metileno al 2% y 8 ml de pentabioicare.

Todo ello con el fin mantener la calidad de agua en los acuarios para conservar la salud de los peces y disminuir en lo posible el estrés.

2. ADQUISICIÓN Y ACLIMATACIÓN:

Al inicio del trabajo experimental se adquirieron 40 peces de la especie *Pterophyllum scalare* variedad dorado xantocrómico, de 2 meses de nacidos, obteniendo sus tallas y peso iniciales, y se transportaron al lugar de experimentación dentro de bolsas de plástico con oxígeno suficiente.

El periodo de aclimatación fue de 8 días, para ello los organismos se colocaron en dos de los sistemas previamente montados para este fin.

Transcurrido el tiempo de aclimatación los peces se distribuyeron aleatoriamente, en cuatro grupos experimentales constituidos cada uno por 10 organismos, tomando por grupo el peso y tallas iniciales, para de esa forma comenzar con la administración de los tratamientos correspondientes.

3. ALIMENTACIÓN:

En primera instancia se prepararon, cuatro alimentos de acuerdo a Ruelas (1995), a cada uno de los cuales se agregaron a 3 de ellos, diferentes concentraciones de cobamamida en polvo liofilizado (Biotrefon-L), correspondiente a 2, 4, y 6 mg/100 g de alimento seco, respectivamente, así como un grupo control.

Para ello se diluyeron en 100 ml de acetona los sobres de fármaco necesarios para obtener las concentraciones establecidas, por otra parte se maceraron 100 g de alimento comercial en hojuelas marca Warley, el cual se tamizó a través de una malla de 2 mm de abertura, colocando el alimento en una palangana de plástico limpia agregando enseguida la solución de acetona con el fármaco mezclando ambos perfectamente.

Una vez realizado lo anterior se administró el 5% de alimento por biomasa total de los organismos dividido en dos raciones diarias.

Cabe señalar que previo a la etapa experimental se realizó un ensayo biológico y tres experimentos no concluidos por existir mortalidad de los organismos, todos ellos bajo las mismas condiciones de laboratorio mencionadas, lo cual permitió estandarizar la metodología aquí descrita.

4. CALIDAD DEL AGUA:

Para evaluar la constancia en los parámetros físico-químicos de cada acuario se obtuvieron semanalmente los valores de dureza usando la técnica de titulación con EDTA 0.1 N; para la obtención de la cantidad de amonio se titularon muestras con solución patrón de amonio y para la concentración de oxígeno disuelto se utilizó la técnica de Winkler, además de las lecturas de pH con potenciómetro y la temperatura con termómetro de cubeta y de acuario (De la Lanza, 1998 y De la Lanza y Hernández, 1998).

b) TRABAJO DE GABINETE

1. PARAMETROS BIOLOGICOS

▪ Peso y longitud patrón

Para observar el incremento en peso (g), altura (mm) y longitud patrón (mm) durante el periodo de tratamiento, semanalmente se efectuaron mediciones para cada uno de los organismos, utilizando un vernier y una balanza semianalítica marca Ohaus, modelo scout con capacidad de 200 g por 0.01 g

Posteriormente con los datos de los dos experimentos realizados y de cada uno de los tratamientos se obtuvieron, mediante el análisis de regresión exponencial, el coeficiente de correlación y los valores teóricos que se graficaron vs tiempo, mediante la ecuación (Ricker, 1975 y Bojórquez, 1975):

$$\begin{aligned}W &= W_0 e^{rt} \\A &= A_0 e^{rt} \\L &= L_0 e^{rt}\end{aligned}$$

donde:

W	=	peso (g)
W ₀	=	peso inicial (g)
A	=	altura (mm)
A ₀	=	altura inicial (mm)
L	=	longitud patrón (mm)
L ₀	=	longitud inicial (mm)
e	=	base de los logaritmos naturales
r	=	velocidad de incremento
t	=	tiempo (días)

▪ Relación peso-longitud patrón:

La relación peso-longitud se estimó por medio de la ecuación de Le Cren (Ricker, 1975 y Bojórquez, 1975):

$$W = aL^b$$

$$W = aA^b$$

donde:

W	=	Peso (g)
L	=	longitud patrón (mm)
A	=	altura (mm)
a	=	factor de condición
b	=	tipo de crecimiento (pendiente)

Para obtener el modelo se realizó el análisis de regresión potencial calculando el coeficiente de correlación (r) y los datos teóricos, mismos que se graficaron vs longitud patrón o altura experimental, según el análisis realizado.

▪ Factor de condición

Se obtuvo el factor de condición tanto al inicio como al final de la etapa experimental, tanto para la relación peso - longitud patrón como peso - altura, con el fin de conocer el estado de bienestar o robustez de los peces, mediante la fórmula propuesta por Fulton (1902)

$$K = W/L^3$$

$$K = W/A^3$$

donde:

- W = Peso (g)
- L³ = Longitud patrón al cubo (mm)
- A³ = Altura al cubo (mm)
- K = Factor de condición

▪ Análisis estadístico

Con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas en los tratamientos administrados se realizó la prueba de "t" de Student con un intervalo de confianza del 95% ($p < 0.5$) a pares de datos, mediante la fórmula (Daniel, 1997):

$$t = \sqrt{\frac{(X_1 - X_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{(S_p^2/n_1) + (S_p^2/n_2)}}$$

donde:

- X₁ = media de la variable 1
- X₂ = media de la variable 2
- μ₁ = media máxima registrada de la variable 1
- μ₂ = media máxima registrada de la variable 2
- S_p² = desviación estándar
- n₁ = tamaño de la muestra 1
- n₂ = tamaño de la muestra 2

además del análisis de comparación de pares de pendientes con un intervalo de confianza de 95%, utilizando la siguiente fórmula (Zar, 1996):

$$t = \frac{b_1 - b_2}{S_{b_1 - b_2}}$$

donde:

- b₁ = pendiente de la muestra 1
- b₂ = pendiente de la muestra 2
- S_{b₁ - b₂} = error estándar de los coeficientes de regresión

Finalmente se aplicó la prueba de significancia a las pendientes obtenidas en los análisis de regresión potencial, con el propósito de conocer la existencia de diferencias significativas estadísticamente con respecto a 3 que determina un crecimiento de tipo isométrico, con intervalo de confianza del 95% y la fórmula siguiente:

$$t_{exp} = \frac{b_i - \beta_i}{S_{\beta_i}}$$

$$S_{\beta_i} = \sqrt{\frac{\sum e^2 / n - 2}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}}$$

$$\sum e^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

donde:

- b_i = pendiente obtenida de la regresión
- β_i = constante 3
- S_{β_i} = error estándar de la pendiente
- y_i = datos experimentales de y
- \hat{y}_i = datos teóricos de y
- x_i = datos de x
- n = número de la datos

$$t_{tablas} = t_{\alpha = 0.025, n-2}$$

Hipótesis:

- H_0 = El crecimiento es isométrico
- H_a = El crecimiento es alométrico

Prueba de decisión:

- Si $t_{exp} < t_{tablas}$ se acepta H_0
- Si $t_{exp} > t_{tablas}$ se rechaza H_0

Cabe señalar que la metodología antes descrita fue realizada tanto para el primer periodo de experimentación que constó de 128 días, el segundo de 35 días y la evaluación de los primeros 37 días de la primer fase experimental.

RESULTADOS

◆ CALIDAD DEL AGUA

Durante el periodo experimental el comportamiento de los parámetros considerados fue el siguiente: la temperatura promedio se mantuvo alrededor de 28.32°C; sin registrarse variaciones considerables entre los promedios de cada acuario. En cuanto al pH este fue ácido, con un promedio de 6.00; El promedio obtenido para el oxígeno disuelto fue de 4.52 ppm y la dureza se mantuvo alrededor de 156.85 mg de CaCO₃ (Tabla 1).

Tabla 1. Calidad del agua en los diferentes acuarios donde se mantuvo a *Pterophyllum scalare*.

TRATAMIENTO (mg de cobamamida)	TEMPERATURA (°C)	PARÁMETRO		
		pH	OXIGENO DISUELTO (ppm)	DUREZA mg de CaCO ₃
0	28.25	6.50	4.48	172.29
2	28.00	6.00	4.80	153.48
4	28.75	5.50	4.08	145.35
6	28.28	6.00	4.71	156.27

◆ CRECIMIENTO:

Previo al inicio de la etapa experimental se efectuó un ensayo biológico en donde, bajo las mismas condiciones de laboratorio descritas en metodología, se alimentaron peces de la variedad dorada de *Pterophyllum scalare* con diferentes concentraciones de fármaco (0, 2, 4, y 6 mg de cobamamida/100 g de alimento seco) por 128 días con el fin de estandarizar la metodología, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2. Comparación del incremento de la longitud patrón en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

LONGITUD PATRÓN	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Tasa de incremento (mm/días)	0.0047	0.0043	0.0017	0.0017
Incremento total (mm)	17.03	15.96	9.30	5.44
Coefficiente de correlación (r)	0.9667	0.9879	0.8062	0.5714

Tabla 3. Comparación del incremento del peso en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

PESO	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Tasa de incremento (g/días)	0.0136	0.0031	0.0049	0.0028
Incremento total (g)	2.30	0.36	0.49	0.34
Coefficiente de correlación (r)	0.9899	0.9598	0.6921	0.5868

◆ PRIMERA FASE EXPERIMENTAL

a) CRECIMIENTO EN LONGITUD PATRÓN

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos del crecimiento en longitud patrón de los organismos experimentales.

Tabla 4. Comparación del incremento en longitud patrón en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

LONGITUD PATRÓN	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Longitud inicial (mm)	16.42	16.64	17.09	16.42
Longitud final (mm)	23.69	26.11	27.49	25.74
Tasa de incremento (mm/días)	0.0029	0.0035	0.0037	0.0035
Incremento total (mm)	7.27	9.46	10.40	9.31
Incremento promedio diario (mm)	0.057	0.074	0.081	0.073
Coefficiente de correlación (r)	0.9745	0.9776	0.9614	0.9746

Como se aprecia en la figura 1, la velocidad de incremento en el grupo control fue la más pequeña, con un valor de 0.0029.

La curva del tratamiento con 2 mg de cobamamida, muestra una tasa de crecimiento de 0.0035, presentándose en esta concentración el mayor coeficiente de correlación (0.9776), de entre los grupos experimentales.

Por lo que respecta a la velocidad de incremento del tratamiento con 4 mg de fármaco esta fue de 0.0037, es decir la mayor tasa de crecimiento presentada en los grupos experimentales y cuyo coeficiente de correlación fue 0.9614.

Los resultados obtenidos para la concentración de 6 mg de cobamamida, permiten observar que la velocidad de crecimiento de (0.0035) fue igual a la del grupo con 2 mg. En este caso el coeficiente de correlación de 0.9746 fue similar al obtenido para el grupo control en cuyo caso su valor corresponde a 0.9745.

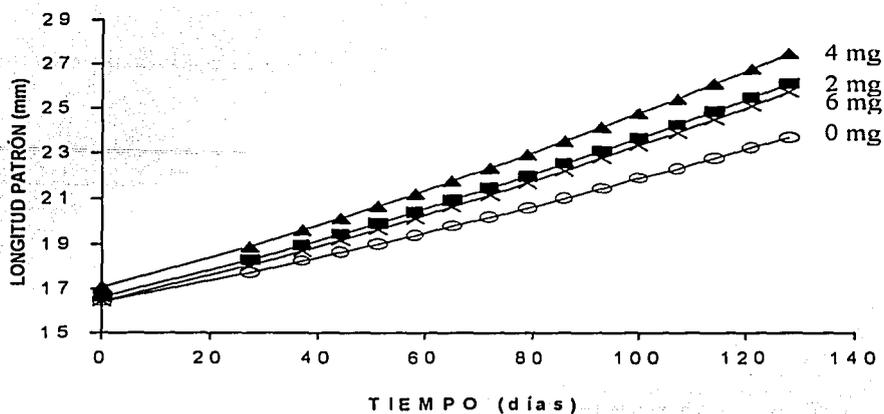


Fig. 1. Crecimiento en longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes dosis de cobamamida.

b) CRECIMIENTO EN PESO

En la tabla 5, se aprecian los resultados obtenidos en cuanto al incremento en peso de los organismos experimentales.

Tabla 5. Comparación del incremento del peso en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

PESO	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Peso inicial (g)	0.32	0.28	0.32	0.26
Peso final (g)	1.14	1.66	1.97	1.44
Tasa de incremento (g/días)	0.010	0.014	0.014	0.013
Incremento total (g)	0.83	1.38	1.65	1.17
Incremento promedio diario (g)	0.006	0.011	0.013	0.009
Coefficiente de correlación (r)	0.9554	0.9808	0.9737	0.9870

En la figura 2, se observan las curvas de crecimiento en peso obtenidas durante la etapa experimental en ellas la menor velocidad de crecimiento (0.0101) es registrada en el grupo control, y de igual manera sucede con el coeficiente de correlación (0.9554).

La velocidad de incremento presentada por los tratamientos de 2 y 4 mg de cobamamida fue, 0.014, la diferencia estriba en que en el primer caso el coeficiente de correlación obtenido fue mayor (0.9808) con respecto al del grupo con 4 mg de fármaco (0.9737).

Una vez concluido el periodo experimental, la velocidad de incremento del grupo cuya concentración corresponde a 6 mg de cobamamida fue 0.013, la segunda después del grupo control. En cuanto al coeficiente de correlación en este caso se encontró el valor más alto (0.9870).

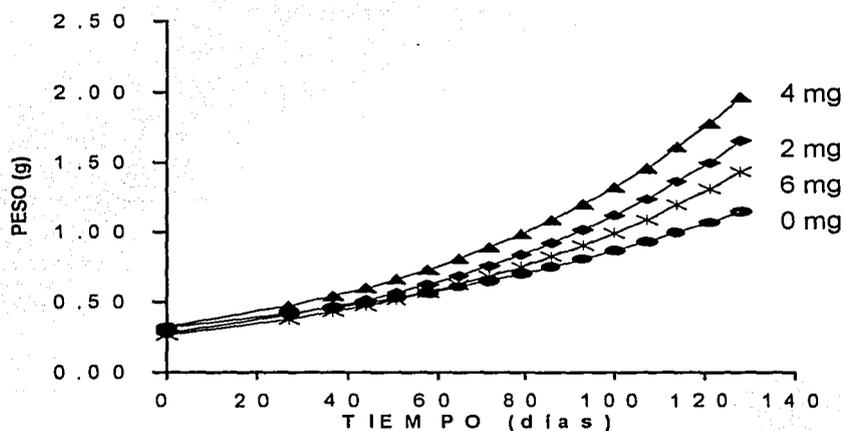


Fig. 2. Crecimiento en peso de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes concentraciones de cobamamida.

c) CRECIMIENTO EN ALTURA

Durante la realización del bioensayo se observó que la altura juega un papel muy importante en el desarrollo de esta especie por lo tanto esta fue determinada presentándose los resultados en la tabla 6, que a continuación se incluye:

Tabla 6. Comparación del incremento de la altura en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

ALTURA	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Altura inicial (mm)	11.22	11.01	11.49	10.77
Altura final (mm)	17.90	19.04	20.02	17.47
Tasa de incremento (mm/días)	0.0036	0.0043	0.0043	0.0038
Incremento total (mm)	6.68	8.03	8.53	6.70
Incremento promedio diario (mm)	0.052	0.063	0.067	0.052
Coefficiente de correlación (r)	0.9535	0.9816	0.9666	0.9151

Como es posible advertir en las curvas de crecimiento presentadas en la figura 3, la velocidad de crecimiento en los grupos con 2 y 4 mg de cobamamida, es de 0.0043, sin embargo el coeficiente de correlación es un tanto menor en el último caso, con un valor de 0.9666.

La tasa de crecimiento calculada para el grupo con 6 mg de cobamamida fue 0.0038, por lo cual estos organismos y el grupo control muestran una velocidad de crecimiento similar ya que en el caso de los peces cuya dieta no incluía fármaco fue de 0.0036. El coeficiente de correlación de 0.9151 del grupo con 6 mg de cobamamida es notablemente inferior al del resto de los grupos experimentales.

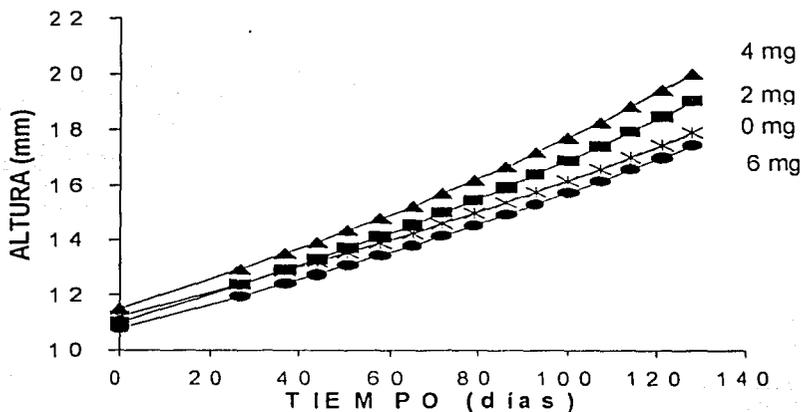


Fig. 3. Crecimiento en altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes dosis de cobamamida.

RELACION PESO-LONGITUD

En la figura 4 se observan los resultados del grupo control, en este caso presentó el menor coeficiente de correlación (0.9039), ocurriendo lo mismo con la pendiente o tipo de crecimiento, cuyo valor fue 3.2137. En el caso del factor de condición (0.000039), el valor más alto.

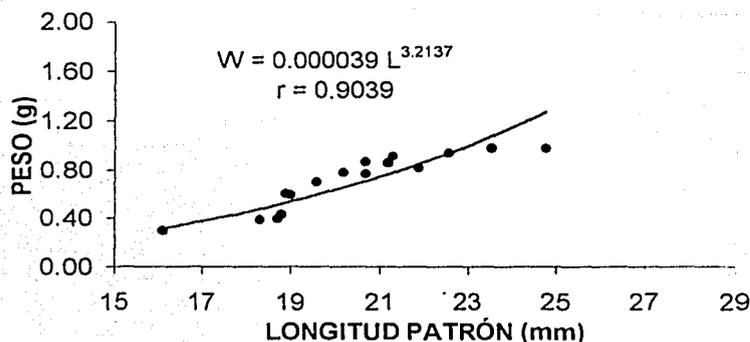


Fig. 4. Relación peso – longitud patrón de *Prerophyllum scalare* variedad dorada con 0 mg de cobamamida.

En el grupo con 2 mg de cobamamida se obtuvieron los valores más elevados de coeficiente de correlación y pendiente, siendo 0.9872 y 3.916 respectivamente. Sin embargo el factor de condición (0.0000046) es notablemente menor al presentado por el resto de los grupos (Fig. 5).

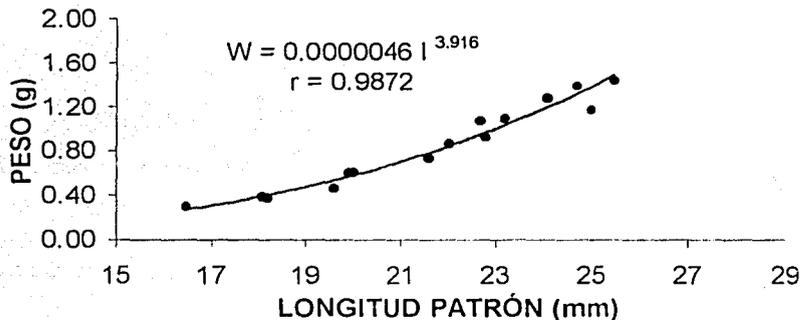


Fig. 5. Relación peso – longitud patrón de *Prerophyllum scalare* variedad dorada con 2 mg de cobamamida.

Como se presenta en la figura 6, para el grupo con 4 mg de cobamamida la pendiente, que determina el tipo de crecimiento fue 3.5243, en el caso del factor de condición obtenido presentó el valor 0.000016, finalmente el coeficiente de correlación calculado fue 0.9330.

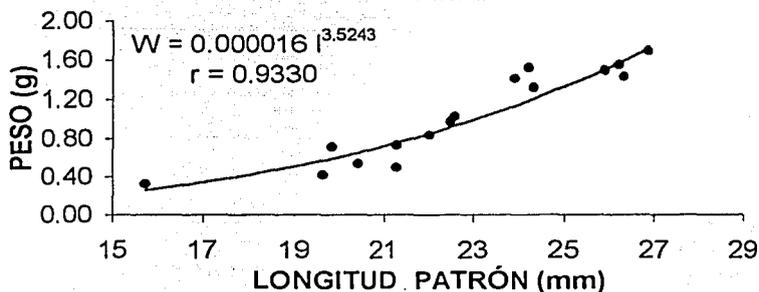


Fig. 6. Relación peso - longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 4 mg de cobamamida.

Los valores más altos en cuanto a la pendiente y coeficiente de correlación, después de los calculados para los organismos con 2 mg de cobamamida, se encuentran en la concentración con 6 mg, cuyos valores respectivos fueron 3.6335 y 0.9719, por lo que respecta al factor de condición el obtenido fue 0.0000105 (Fig. 7).

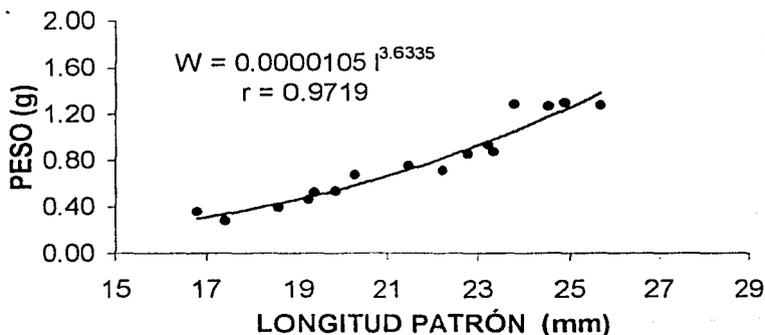


Fig. 6. Relación peso - longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 4 mg de cobamamida.

RELACIÓN PESO-ALTURA

Los resultados obtenidos de esta relación, presentados en la figura 8, muestran que el coeficiente de correlación más alto cuyo valor fue 0.9861 corresponde al grupo control y de igual manera el factor de condición (0.0004). Sin embargo la pendiente fue de 2.7375, siendo por tanto el valor más pequeño de entre todos los grupos de esta fase experimental.

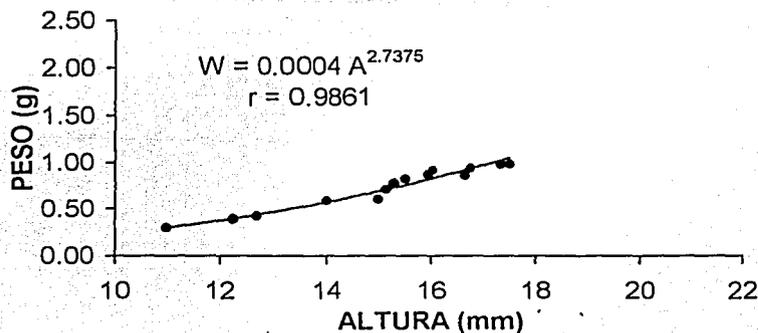


Fig. 8. Relación peso - altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 0 mg de cobamamida.

El crecimiento, de tipo alométrico, determinado por la pendiente cuyo valor fue 3.1877, corresponde al tratamiento con 2 mg de cobamamida, siendo la mayor de todos los grupos experimentales. El menor factor de condición también se registro dentro de este grupo (0.0001), tal como se muestra en la figura 9.

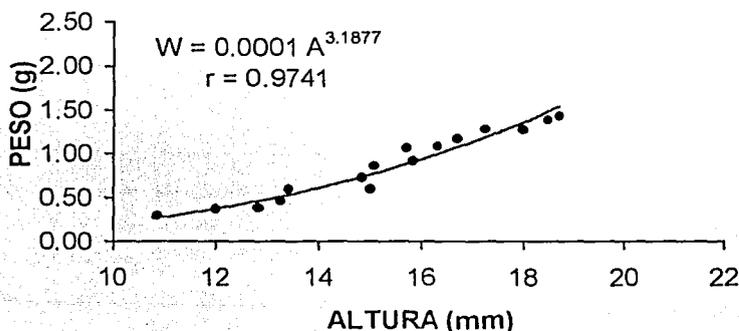


Fig. 9. Relación peso - altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 2 mg de cobamamida.

De la misma manera que en el grupo control, en el tratamiento con 4 mg de fármaco se observa que la pendiente fue menor a 3; en este caso el factor de condición es el segundo más alto (0.0003) y el coeficiente de correlación el más pequeño (0.9084) (Fig. 10).

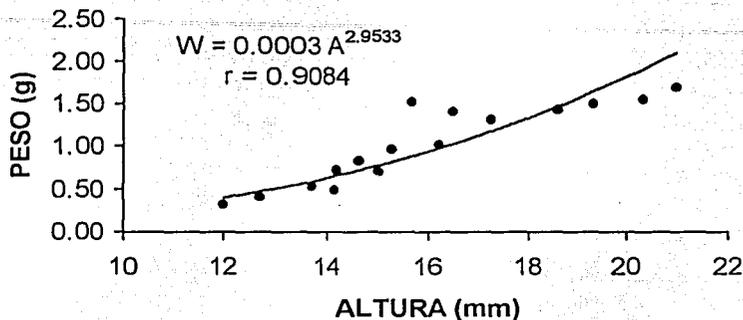


Fig. 10. Relación peso - altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 4 mg de cobamamida.

Como se aprecia en la figura 11, el factor de condición del grupo experimental con 6 mg de fármaco fue 0.0002, el tipo de crecimiento determinado por la pendiente con valor de 3.0141 fue alométrico y el coeficiente de correlación fue 0.9241.

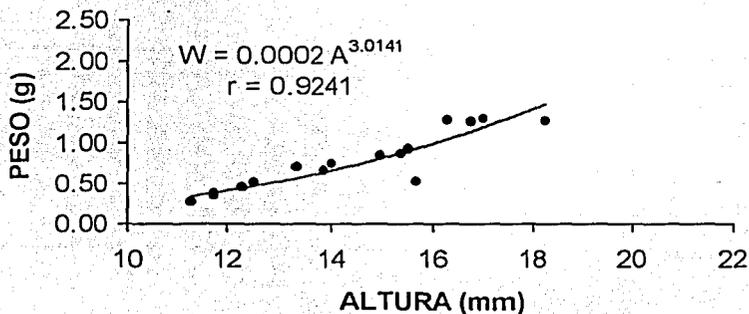


Fig. 11. Relación peso - altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 6 mg de cobamamida.

SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL

a) CRECIMIENTO EN LONGITUD PATRÓN

Al realizar el segundo experimento, se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 7. Comparación del incremento en longitud patrón en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

LONGITUD PATRÓN	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Longitud final (mm)	17.51	17.46	17.58	17.36
Tasa de incremento (mm/días)	0.0034	0.0033	0.0037	0.0032
Incremento total (mm)	1.89	1.91	2.16	1.85
Incremento promedio diario (mm)	0.054	0.055	0.062	0.053
Coefficiente de correlación (r)	0.9653	0.9730	0.9790	0.9364

En la figura 12, se observa que la mayor velocidad de incremento corresponde al tratamiento con 4 mg de cobamamida, así como el incremento total más alto.

El grupo con 2 mg de fármaco, mostró el segundo valor más alto, tanto en incremento total como en velocidad de crecimiento.

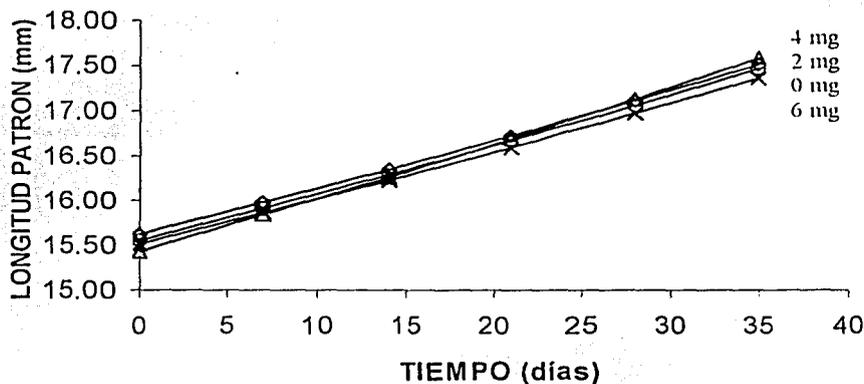


Fig. 12. Crecimiento en longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes concentraciones de cobamamida.

a) CRECIMIENTO EN PESO

Los resultados obtenidos en cuanto al peso de los organismos experimentales se advierten en la tabla 8.

Tabla 8. Comparación del incremento de peso en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

PESO	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Peso inicial (g)	0.26	0.26	0.27	0.26
Peso final (g)	0.38	0.42	0.43	0.39
Tasa de incremento (g/días)	0.012	0.013	0.014	0.012
Incremento total (g)	0.13	0.15	0.16	0.13
Incremento promedio diario (g)	0.004	0.004	0.005	0.004
Coefficiente de correlación (r)	0.9641	0.9594	0.9543	0.9453

La figura 13, muestra como el incremento en peso total fue mayor en el grupo con 4 mg de cobamamida (0.16 g), así como la tasa de crecimiento que fue notablemente mayor (0.014) al resto de los grupos, en cuyo caso la segunda tasa de crecimiento fue la presentada por el grupo con 2 mg. Cabe señalar que el incremento promedio diario en los grupos con 0, 2 y 6 mg fueron muy similares (0.004 g).

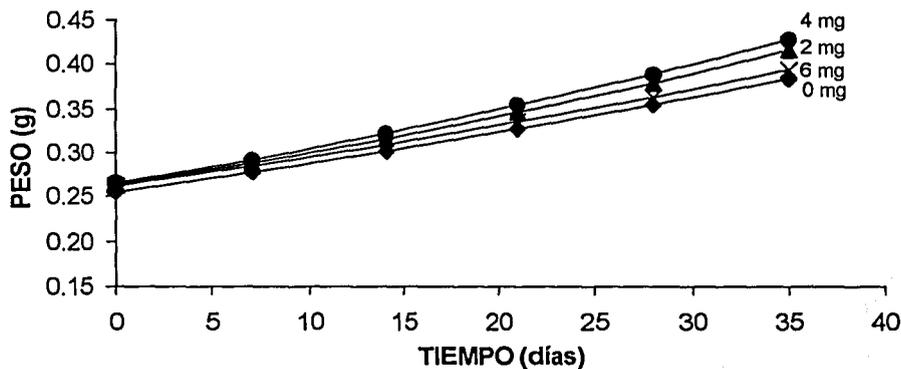


Fig. 13. Crecimiento en peso de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes concentraciones de cobamamida.

b) CRECIMIENTO EN ALTURA

En la tabla 9, se muestran los resultados obtenidos en altura de los organismos experimentales.

Tabla 9. Comparación del incremento en altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

ALTURA	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Altura inicial (mm)	8.25	8.51	8.64	8.70
Altura final (mm)	10.82	10.97	11.02	10.90
Tasa de incremento (mm/días)	0.0077	0.0073	0.0070	0.0065
Incremento total (mm)	2.57	2.47	2.38	2.21
Incremento promedio diario (mm)	0.073	0.070	0.068	0.063
Coefficiente de correlación (r)	0.9609	0.9616	0.9682	0.9730

Tal como se muestra en la figura 14, en el grupo control se obtuvo el mayor incremento tanto total (2.57 mm) como promedio diario (0.073 mm), así como la mejor velocidad de incremento. Seguido del grupo con 2 mg de cobamamida, cuya tasa de crecimiento fue 0.0073. La concentración de 4 y 6 mg de fármaco fueron las que obtuvieron los valores más bajos.

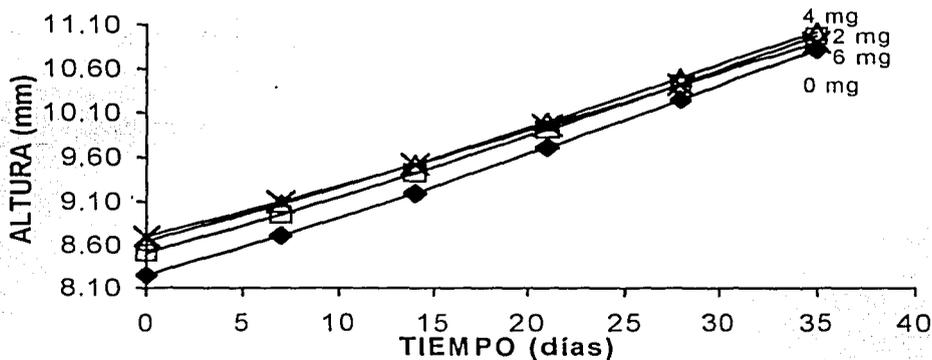


Fig. 14. Crecimiento en altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes concentraciones de cobamamida.

c) RELACION PESO-LONGITUD PATRON

En la figura 15 se presentan los resultados de la relación peso-longitud patrón del grupo control, en ella se observa que el tipo de crecimiento fue determinado por una pendiente de 3.39 y el factor de condición por el valor 0.000032.

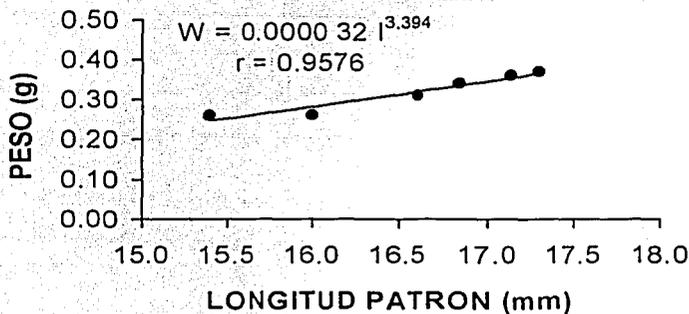


Fig. 15. Relación peso – longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 0 mg de cobamamida.

Los resultados presentados en la figura 16 muestran que para la concentración con 2 mg de cobamamida el tipo de crecimiento fue determinado por la pendiente 3.92, es decir la mayor de todos los grupos. En esta concentración se presentó el menor factor de condición (0.000006).

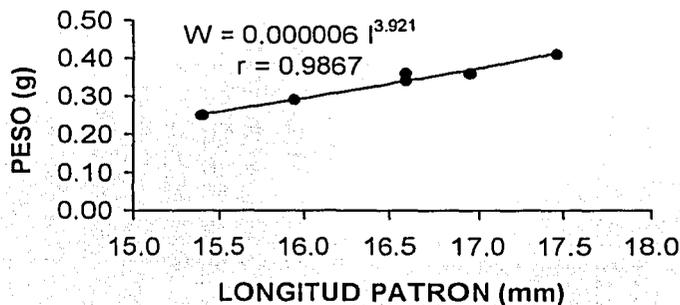


Fig. 16. Relación peso – longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 2 mg de cobamamida.

La pendiente que se presentó en el grupo experimental con 4 mg de fármaco fue 3.71, en este caso el factor de condición obtuvo el valor 0.00001, como se aprecia en la figura 17.

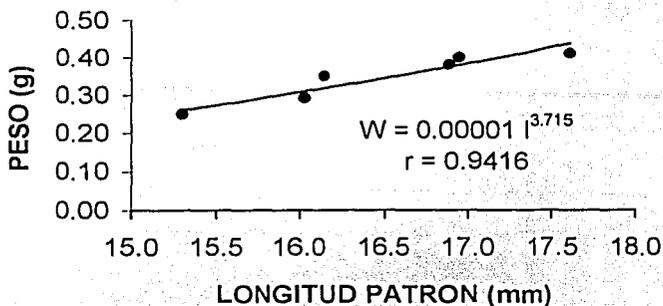


Fig. 17. Relación peso – longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 4 mg de cobamamida.

Finalmente para la concentración de 6 mg obtuvo el resultado más bajo (2.94) para el tipo de crecimiento y su factor de condición fue 0.000085 (Fig. 18).

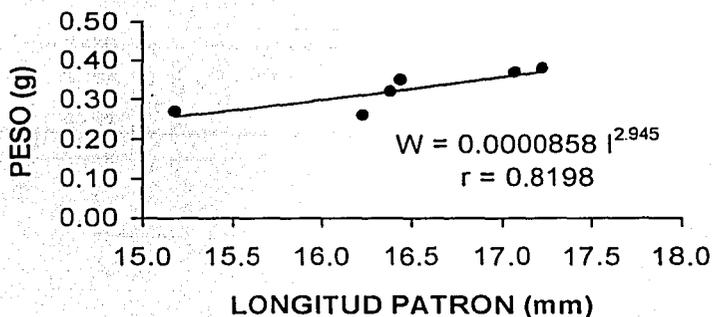


Fig. 18. Relación peso – longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 6 mg de cobamamida.

d) RELACIÓN PESO-ALTURA

En la relación peso-altura del grupo control se observa que el tipo de crecimiento estuvo determinado por la pendiente 1.30 y el factor de condición fue 0.017, es decir, el mayor de todos los grupos (Figura 19).

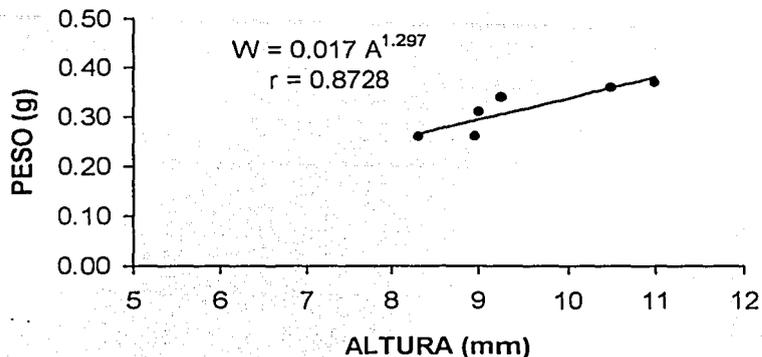


Fig. 19. Relación peso – altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 0 mg de cobamamida.

Como se observa en la figura 20, el valor obtenido para el tipo de crecimiento en el grupo con 2 mg de cobamamida fue 1.55 y para el factor de condición 0.010.

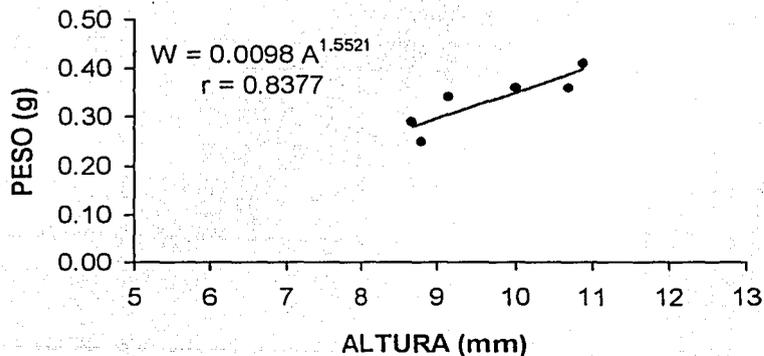


Fig. 20. Relación peso – altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 2 mg de cobamamida.

La figura 21 muestra que la pendiente obtenida en el tratamiento con 4 mg de cobamamida fue la más alta con un valor de 1.80 y el factor de condición, fue 0.006.

En la figura 22 se aprecia que después del grupo antes mencionado la pendiente más alta (1.76) se obtuvo en el tratamiento con 6 mg de fármaco, en contra parte el factor de condición más bajo y cuyo valor es igual al presentado por el grupo con 4 mg de cobamamida.

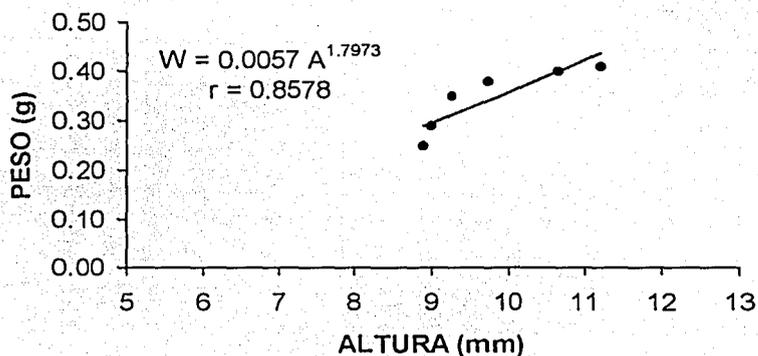


Fig. 21. Relación peso – altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 4 mg de cobamamida.

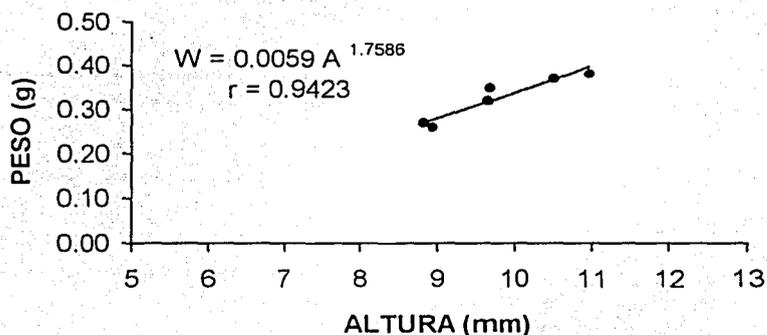


Fig. 22. Relación peso – altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 6 mg de cobamamida.

COMPARACION: PRIMERA FASE EXPERIMENTAL

Se realizó el análisis de los primeros 37 días de los datos pertenecientes al primer experimento, con el fin de compararlos con los datos obtenidos en el segundo experimento, obteniendo los siguientes resultados:

En el análisis de crecimiento en longitud patrón la concentración de 4 mg de fármaco presentó la mayor velocidad de incremento (0.005), así como el incremento total, en cuyo caso fue de 3.25 mm; el grupo control mostró la pendiente más cercana al grupo mencionado inicialmente, siendo su valor 0.0042, finalmente los grupos con 2 y 6 mg de cobamamida obtuvieron las menores velocidades de incremento e incremento total, con valores de 0.0027 y 0.0011, 1.77 mm y 0.75 mm respectivamente, tal como se aprecia en la tabla 10 y figura 23.

Tabla 10. Comparación del incremento en longitud patrón en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

LONGITUD PATRÓN	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Longitud inicial (mm)	16.15	16.58	15.81	17.16
Longitud final (mm)	18.86	18.35	19.06	17.91
Tasa de incremento (mm/días)	0.0042	0.0027	0.0050	0.0011
Incremento total (mm)	2.71	1.77	3.25	0.75
Incremento promedio diario (mm)	0.073	0.048	0.088	0.020
Coefficiente de correlación (r)	0.9615	0.9510	0.9720	0.9674

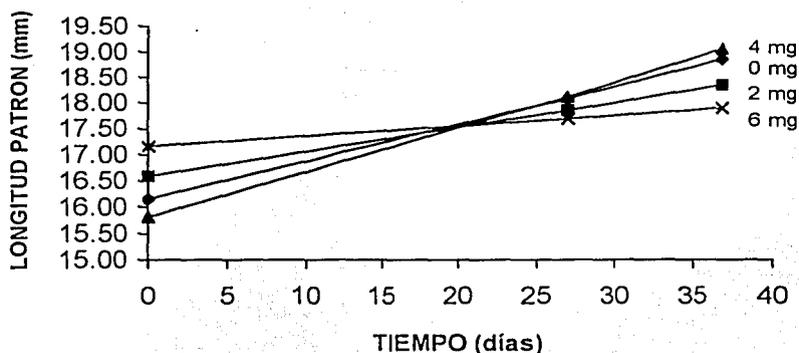


Fig. 23. Crecimiento en longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes concentraciones de cobamamida.

Los resultados obtenidos del crecimiento en peso, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Comparación del incremento del peso en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

PESO	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Peso inicial (g)	0.30	0.30	0.32	0.28
Peso final (g)	0.40	0.39	0.51	0.29
Tasa de incremento (g/días)	0.008	0.007	0.012	0.009
Incremento total (g)	0.11	0.09	0.19	0.01
Incremento promedio diario (g)	0.003	0.003	0.005	0.0003
Coefficiente de correlación (r)	0.9845	0.9882	0.9694	0.9832

Como se aprecia en la figura 24, es notablemente superior la velocidad de incremento, como el incremento total en el grupo con 4 mg de cobamamida, con valores de 0.013 y 0.19 g, respectivamente, este grupo fue seguido de la concentración con 6 mg, en cuanto a tasa de crecimiento, sin embargo su incremento total y promedio diario fueron los valores más pequeños en comparación con el resto de los grupos.

En tercer término se encontró el grupo con 2 mg de fármaco, en cuyo caso el crecimiento de este y el grupo control fueron similares con velocidades de incremento con valores de 0.0074 y 0.0083, respectivamente.

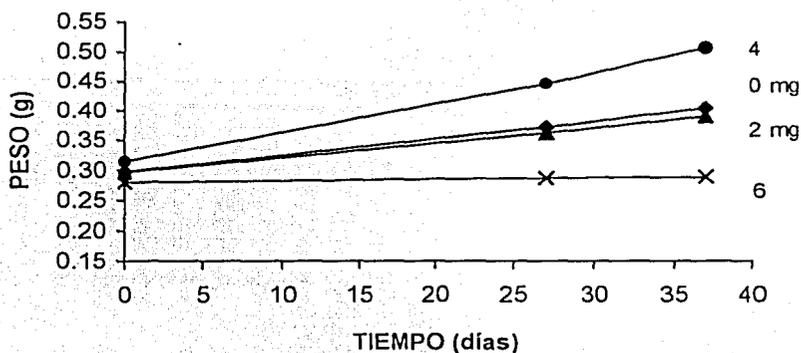


Fig. 24. Crecimiento en peso de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes concentraciones de cobamamida.

Los valores de la tabla 12, pertenecen al crecimiento en altura obtenido por *Pterophyllum scalare*:

Tabla 12. Comparación del incremento de la altura en *Pterophyllum scalare* variedad dorada, a diferentes concentraciones de cobamamida/100 g de alimento.

ALTURA	TRATAMIENTO			
	0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
Altura inicial (mm)	11.22	11.81	11.49	11.77
Altura final (mm)	12.58	13.70	13.00	11.27
Tasa de incremento (mm/días)	0.003	0.004	0.003	0.001
Incremento total (mm)	1.36	1.89	1.51	0.50
Incremento promedio diario (mm)	0.037	0.051	0.041	0.014
Coefficiente de correlación (r)	0.9653	0.9894	0.9482	0.9653

La concentración con 2 mg de cobamamida, mostró la velocidad de incremento mayor en comparación con el resto de los grupos, en esta concentración es notablemente mayor el incremento total que fue de 1.89 mm.

La velocidad de incremento de los grupos control y 4 mg de cobamamida, fue muy similar oscilando alrededor de 0.003, en cuanto al incremento total fue mayor en la segunda concentración mencionada (1.51 mm). Finalmente la concentración más alta obtuvo los valores más pequeños con una velocidad de crecimiento de 0.001 y un incremento total de tan solo 0.50 mm.

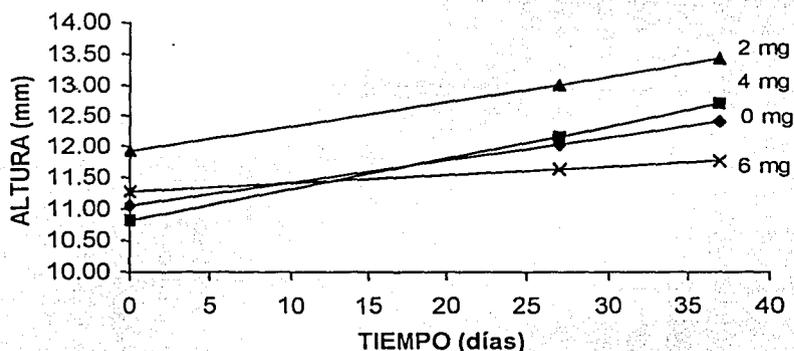


Fig. 25. Crecimiento en altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con diferentes concentraciones de cobamamida.

En la relación peso – longitud patrón la pendiente más alta correspondió al grupo con 2 mg de cobamamida, cuyo valor fue 2.59, seguida de el grupo con 4 mg de fármaco donde se obtuvo una pendiente de 2.25, los grupos control y 6 mg mostraron las pendientes más pequeñas (1.99 y 1.41), sin embargo el factor de condición más alto se encontró en el grupo con mayor concentración de cobamamida, cuyo valor fue 0.0060, tal como se muestra en las siguientes figuras:

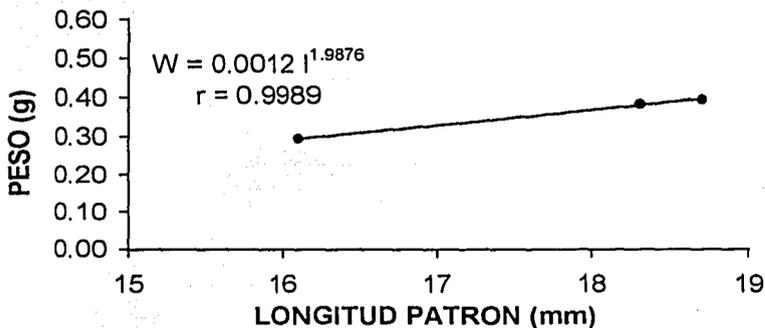
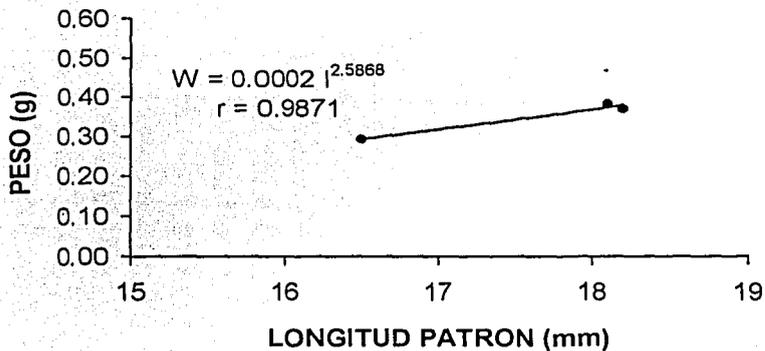


Fig. 26 y 27. Relación peso – longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 0 y 2 mg de cobamamida, respectivamente.

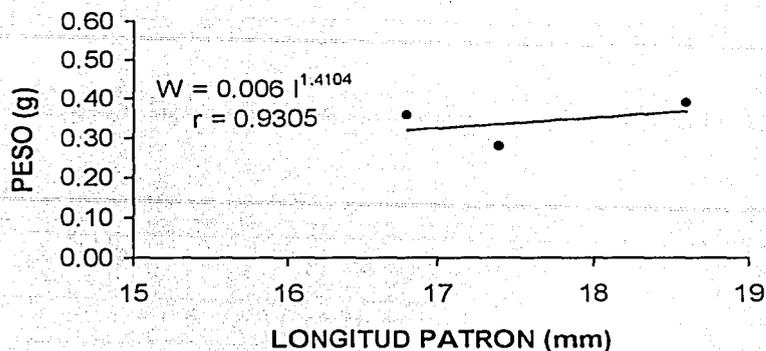


Fig. 28. Relación peso – longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 4 mg de cobamamida.

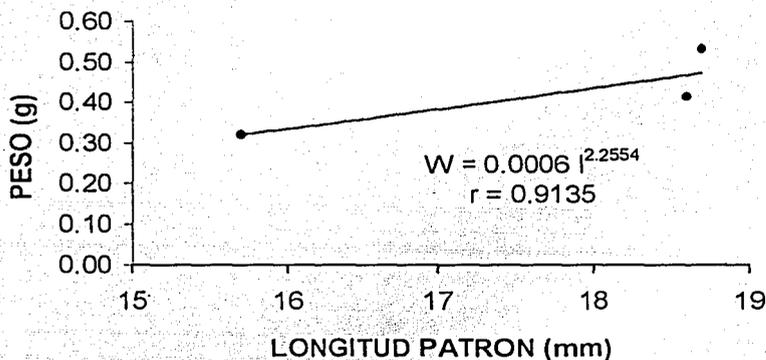


Fig. 29. Relación peso – longitud patrón de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 6 mg de cobamamida.

En cuanto a la relación peso – altura el grupo control presentó una pendiente con valor de 2.581 y un factor de condición de 0.0006, tal como se observa en la figura 30.

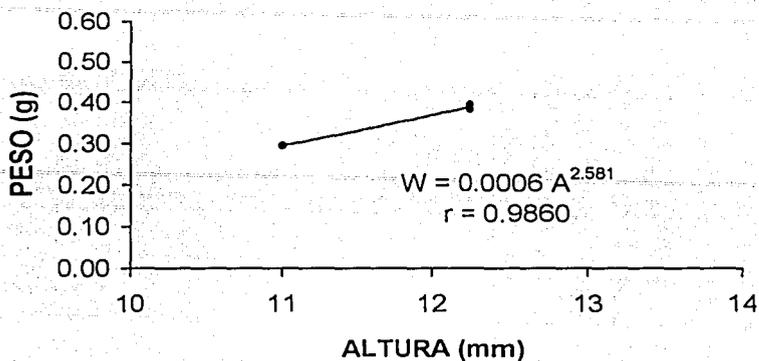


Fig. 30. Relación peso – altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 0 mg de cobamamida.

La concentración con 2 mg de cobamamida presentó el factor de condición más alto (0.0060), pero la pendiente más pequeña (1.64), tal como se muestra en la figura 31.

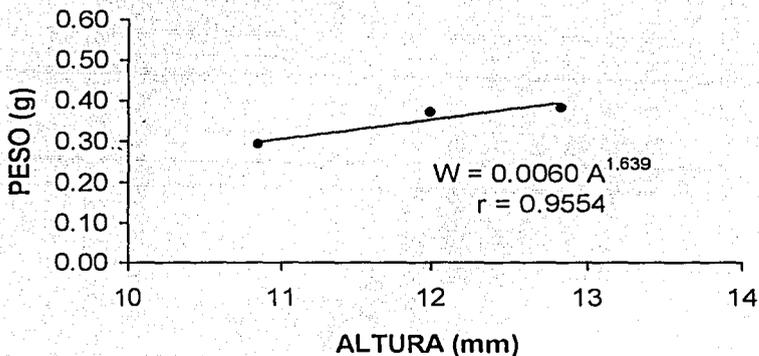


Fig. 31. Relación peso – altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 2 mg de cobamamida.

En la figura 32 se observa que en la concentración con 4 mg de cobamamida se obtuvo la segunda pendiente más alta (3.88), por otra parte el factor de condición presentado por este grupo también es el segundo más pequeño (0.00002).

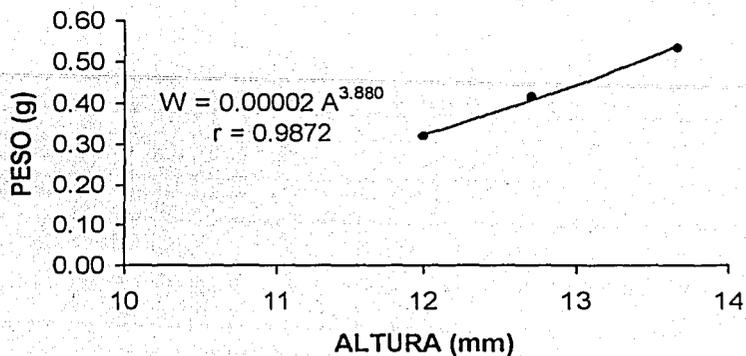


Fig. 32. Relación peso – altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 4 mg de cobamamida.

Finalmente en el grupo experimental con 6 mg de cobamamida se observó que la pendiente obtenida es significativamente mayor al resto de las presentadas por los demás grupos, a diferencia del factor de condición que fue el más pequeño de este análisis (Fig. 33).

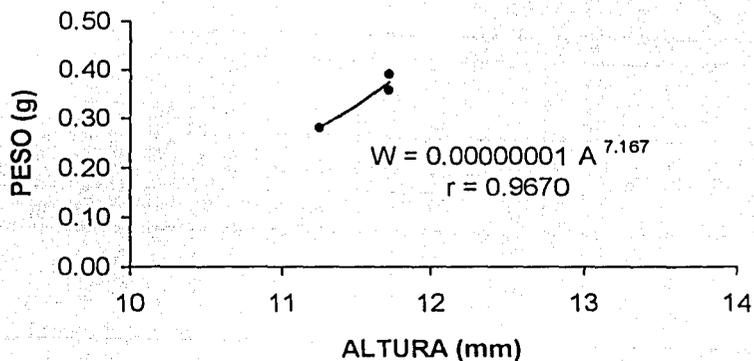


Fig. 33. Relación peso – altura de *Pterophyllum scalare* variedad dorada con 6 mg de cobamamida.

FACTOR DE CONDICIÓN

Al inicio y final de cada experimento se obtuvo el factor de condición, mediante la fórmula de Fulton (1902), para cada uno de los grupos con que se trabajó, teniendo los siguientes resultados:

Tabla 12. Factor de condición del primer experimento realizado en *Pterophyllum scalare* variedad dorada a diferentes concentraciones.

RELACIÓN	FACTOR DE CONDICION INICIAL	FACTOR DE CONDICION FINAL			
		0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
PESO - LONGITUD PATRÓN	0.00007	0.00006	0.00009	0.00009	0.00007
PESO - ALTURA	0.00021	0.00019	0.00022	0.00018	0.00021

Tabla 13. Factor de condición del segundo experimento realizado en *Pterophyllum scalare* variedad dorada a diferentes concentraciones.

RELACIÓN	FACTOR DE CONDICION INICIAL	FACTOR DE CONDICION FINAL			
		0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
PESO - LONGITUD PATRÓN	0.00007	0.00007	0.00008	0.00007	0.00007
PESO - ALTURA	0.00039	0.00028	0.00032	0.00030	0.00029

Tabla 14. Factor de condición del análisis de 37 días del primer experimento realizado en *Pterophyllum scalare* variedad dorada a diferentes concentraciones.

RELACIÓN	FACTOR DE CONDICION INICIAL	FACTOR DE CONDICION FINAL			
		0 mg	2 mg	4 mg	6 mg
PESO - LONGITUD PATRÓN	0.00007	0.00006	0.00006	0.00008	0.00006
PESO - ALTURA	0.00021	0.00021	0.00018	0.00021	0.00024

DISCUSIÓN

La especie *Pterophyllum scalare* variedad dorada, es una de las especies más atractivas para la compra como pez de ornato, sin embargo el crecimiento de dicha variedad es más lenta que por ejemplo, la variedad mármol de la misma especie, si además de ello se une el hecho de que el tamaño, la forma y el color determinan en los peces de ornato el costo de venta (Maya, 1998), es importante para la obtención de ganancias redituables el poder acelerar su crecimiento, como en este caso, adicionándole al alimento, cobamamida (coenzima de la vitamina B₁₂).

Con esto se puede contar con un alimento cuyo costo no sea considerado excesivo, ya que el requerimiento alimenticio es uno de los principales factores que limitan el éxito económico en cualquier cultivo comercial de una especie, y se ha estimado que el costo del alimento representa del 13 al 27 % del costo anual de producción (Antiporda, 1988).

Por otro lado, la calidad del agua en que se mantenga a la especie, también es muy importante ya que variaciones en cualquiera de los parámetros físico-químicos, que no sea óptimas o en dado caso toleradas por la especie, influyen en su crecimiento y reproducción (Barnabé, 1991). En este caso y de acuerdo con los resultados obtenidos las condiciones físico-químicas monitoreadas semanalmente, en que se mantuvo a *Pterophyllum scalare*, muestran que los parámetros se conservaron dentro de los intervalos óptimos para esta especie (Tabla 1).

Para el análisis del crecimiento se optó por el modelo exponencial. A pesar de que el de uso más frecuente en trabajos con peces es el de Von Bertalanffy, este no se empleó por el hecho de que los peces utilizados se encontraban en la fase exponencial de su crecimiento, además de ello, Pitcher (1982) sugiere que el modelo de Von Bertalanffy sea usado para describir cambios de tamaño de un año al próximo y no en experimentos con la duración del presente. Por lo que dicho modelo no resulta aplicable a la producción acuícola, debido a los, relativamente pequeños tamaños de venta de los peces, muy alejados de los tamaños adultos, y por no tratarse de un modelo predictivo sino más bien descriptivo a partir de datos previamente recogidos.

En relación al incremento en longitud patrón obtenido en este trabajo, el grupo con 4 mg de cobamamida presentó el mayor crecimiento, un 43% durante el primer experimento, y un 14% durante el segundo, más que el grupo control, seguido del grupo con 2 mg y encontrándose los valores más pequeños en la concentración de 6 mg. Incluso en el segundo experimento y su comparación con los 37 días del primero, el grupo control fue 2.3% mayor que el tratamiento con 6 mg de fármaco.

Respecto al incremento en peso, las concentraciones de 4 y 2 mg manifestaron durante el primer experimento la misma tasa de crecimiento, aún con ello, en la concentración de 4 mg se observa un incremento en peso del 99% y del 28 % en el segundo experimento, con respecto a los organismos del grupo control. Al realizar el análisis de ambos experimentos

se observó que la concentración de 6 mg presentó una tasa de crecimiento cercana a las concentraciones de 2 y 4 mg, sin embargo su incremento total fue el menor de todos los grupos, por el hecho de que el peso final fue alcanzado rápidamente, a diferencia del resto de los grupos, en donde y a pesar de su tasa de crecimiento menor, el peso final alcanzado fue mayor.

Maya (1998) reporta en *Poecilia reticulata* incrementos de longitud de 0.1874 mm/día al evaluar el efecto del pH en el crecimiento y Espinoza (2001) manifiesta incrementos de 0.1985 mm/día al administrar a *Carassius auratus* variedad bicaudatus 3 mg de cobamamida/50 g de alimento; mientras que el mayor incremento en *Pterophyllum scalare* fue de 0.081 mm/día con la concentración de 4 mg.

También se ha observado que al ser alimentado *Carassius auratus*, variedad bicaudatus, con 2 y 3 mg de cobamamida por cada 50 g de alimento seco; se obtiene el mayor incremento no solo en longitud sino también en peso; y a diferencia de este estudio en la menor concentración (1 mg de cobamamida/50 gr de alimento) se encuentran los peces más pequeños. (Espinoza,2001)

Cabe señalar que en pruebas realizadas por Hashimoto (1953), con agregaciones de vitamina B₁₂ al alimento de carpas obtuvo aumentos de peso del 12 y 22% en concentraciones de 12 y 24 µg/Kg de alimento proporcionado y Amador (1998) obtuvo tasas de crecimiento en peso mayores a las de este trabajo experimental, con valores de 0.032, 0.0237 y 0.0241 al alimentar a *Pterophyllum scalare* con alimentos comerciales en pellets tales como tetra bits de marca Tetra, trucha iniciador de la marca Ranger y trucha finalizador de marca Ziegler.

Al realizar el bioensayo, previo a la fase experimental, se notó la importancia que reviste el crecimiento en altura de esta especie por la forma discoide de su cuerpo, y también fue evaluado, observando así que para el primer experimento las concentraciones de 2 y 4 mg de cobamamida mostraron la misma tasa de crecimiento, sin embargo en la concentración de 4 mg se obtuvo un incremento del 28%, en comparación con el grupo control, y el grupo con 2 mg mostró un incremento del 20%.

A diferencia de los resultados del primer experimento, al realizar la evaluación de la segunda fase experimental y de los primeros 37 días de la primera, de los grupos experimentales los de la concentración de 2 mg de cobamamida revelaron el mayor incremento en altura; seguido de la concentración con 4 mg de cobamamida, lo anterior sugiere que a menor edad los organismos con 2 mg muestran un crecimiento más acelerado pero que finalmente obtiene su mayor altura antes que el grupo alimentado con 4 mg de cobamamida.

De manera global es importante señalar que en el grupo con 4 mg de cobamamida se obtuvieron los mejores resultados en cuanto al crecimiento en longitud patrón, peso y altura.

El análisis del crecimiento en longitud, peso y altura, mostró en términos generales que la concentración con 6 mg de cobamamida presenta los valores más pequeños, cabe destacar que esta situación fue observada por Hashimoto (1953) ya que al realizar experimentos en carpas jóvenes se percató de que al agregar elevadas concentraciones de 30 y 90 $\mu\text{g}/\text{kg}$ la vitamina B_{12} no ejercía influencia sobre su crecimiento.

Con las pruebas de varianza y comparación de pendientes, en ambas utilizando un intervalo de confianza del 95%, se desprendió la no existencia de diferencias significativas entre el crecimiento obtenido por los peces de los diferentes grupos experimentales, tanto en peso y altura como el longitud patrón, es decir, que el crecimiento hubiese sido el mismo aún cuando no se les administrara el alimento vitaminado; sin embargo como se puede observar en las figuras 1, 2, 3, 12, 13, 14, 23, 24 y 25, las curvas de crecimiento de las concentraciones de 4 y 2 mg. de cobamamida se separan del resto de los grupos estudiados, lo que conlleva a afirmar que a pesar de los resultados obtenidos estadísticamente sí se presentó un incremento mayor y a mayor velocidad en las concentraciones antes mencionadas debido tal vez por la magnitud de los datos, determinando de esta manera la influencia de la enzima en el crecimiento de la especie.

Estadísticamente es atribuible que no haya sido posible observar diferencias, al hecho de que en un mismo grupo existieran valores muy pequeños de tallas y peso superiores o inferiores al promedio, repercutiendo así en la evaluación estadística entre los cuatro grupos.

En este sentido es determinante precisar que de no existir diferencias estadísticamente significativas, en el crecimiento de la especie estudiada, el crecimiento reflejado en las curvas sería igual en todos los grupos, obteniendo así velocidades de incremento y dimensiones máximas cercanas a los resultados del grupo control, dado que todos los organismos se encontraban bajo las mismas condiciones de laboratorio.

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.

De acuerdo con las pendientes obtenidas de las relaciones de peso - longitud patrón y peso - altura y las pruebas realizadas para conocer la existencia de diferencias estadísticamente significativas con respecto al valor que determina el crecimiento isométrico ($p < 0.5$) se determinó que el pez ángel *Pterophyllum scalare* crece de manera alométrica, ya que Lagler y colaboradores (1978) definen al crecimiento isométrico si el valor de la pendiente es 3 y alométrico si este es diferente a 3.

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 y col. 1978).

De acuerdo con lo descrito por Weatherly (1976), los peces del primer y segundo experimento, por presentar una pendiente mayor a 3 en la relación peso – longitud patrón mostraron un crecimiento mayor en peso que en longitud patrón. En cambio en la relación peso – altura en los grupos experimentales del primer y segundo experimento, los peces crecieron más en altura que en peso.

Dada la importancia que reviste 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 del 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, 1989).

Mediante la fórmula propuesta por Fulton (1902) para obtener el factor de condición, al realizar el análisis del primer experimento, fue posible observar que los peces alimentados sin cobamamida, presentaron el mejor factor de condición (0.000064) en la relación del peso – longitud patrón, los grupos de las concentraciones de 2 y 4 mg de fármaco mostraron el mismo factor de condición final, es decir 0.000087, esta situación aunada al hecho de que durante el segundo experimento el factor de condición final más alto, en comparación con el inicial de 0.000072, fue el de los peces con 2 mg de cobamamida, seguido del grupo con 4 mg, hace presuponer que con ambas concentraciones se obtiene, el mejor estado nutricional de los peces.

Es importante destacar que en los grupos control de ambos experimentos, el factor de condición final, fue menor que el inicial, de tal forma que es posible observar que el alimento por sí solo no proporciona los requerimientos suficientes para el buen estado físico de esta especie en la relación peso – longitud patrón.

Hasta el momento no se han realizado trabajos en donde se obtenga el factor de condición de *Pterophyllum scalare*, al serle administrado algún tipo de alimento y/o complemento alimenticio, sin embargo en el trabajo realizado por Quintanar (2000) con las especies *Poecilia reticulata* y *Poecilia sphenops*, el factor de condición más alto fue encontrado en los peces a los que se les suministro alimento en hojuelas adicionado con un complejo vitamínico, la diferencia entre el estudio arriba mencionado y el presente es que en el último no solo se determina si el adicionar cobamamida favorece el estado nutricional del pez, sino que se observa con que concentración se obtiene el mejor estado así como el mayor crecimiento, ambos factores importantes para la comercialización de la especie.

Como se ha mencionado anteriormente por la forma discoide del cuerpo del pez ángel, el crecimiento en altura es tan importante como el de la longitud, por tal motivo también fue evaluada la relación peso – altura.

Como no se han realizado estudios de este tipo, no se tiene un punto de comparación más que entre los grupos estudiados en este trabajo.

En el primer experimento el grupo con 6 mg de cobamamida, mantuvo su estado nutricional inicial, es decir su factor de condición no varió de 0.00021, obtenido para todos los peces al inicio del experimento y el grupo alimentado con 2 mg de cobamamida mostró un ligero incremento (0.00022), aunque estas diferencias son mínimas fue posible determinar, al realizar la comparación con el segundo experimento, donde el factor de condición inicial fue 0.00039, que la concentración de 2 mg también manifestó el mayor factor de condición final (0.00032) de todos los grupos experimentales.

Observando así que para la relación peso – altura los peces con 2 mg de cobamamida muestran el mejor grado de bienestar de los grupos experimentales.

Ricker (1975), menciona que podría usarse L^b en lugar de L^3 de la fórmula de Fulton, ya que en el último caso su uso es limitado por basarse en la ley del cubo, no pudiendo aplicarse durante todo el ciclo de vida debido a que las proporciones del cuerpo varían con respecto a la edad del organismo.

Al realizar el análisis de las relaciones peso – longitud patrón y peso – altura utilizando la pendiente para obtener el factor de condición, fue posible determinar que durante el primer experimento los organismos del grupo control, pese a que no mostraron los mayores incrementos en longitud patrón, peso y altura fueron los que mayor estado de robustez presentaron, seguido de los grupos con 4, 6 y 2 mg de cobamamida, respectivamente.

A pesar de que durante el segundo experimento se presentaron diferencias notables, en la relación peso – longitud patrón donde el factor de condición más alto corresponde al grupo con 6 mg de cobamamida, seguido del grupo control; en la relación peso – altura del segundo experimento el K más alto correspondió al grupo control, seguido del grupo con 2 mg de cobamamida, lo que comprueba claramente que de los grupos experimentales con las concentraciones de 2 y 4 mg de fármaco se obtiene el mejor factor de condición, de forma particular para *Pterophyllum saulare* variedad dorada, ya que no existen trabajos de este tipo con otras especies, que permitieran realizar una afirmación global o en su caso una comparación.

CONCLUSIONES

- ∞ Las condiciones físico – químicas de los acuarios, no afectaron los resultados, ya que estas se mantuvieron dentro de los límites requeridos por la especie.
- ∞ Los organismos alimentados con 4 mg de cobamamida presentaron el mejor crecimiento en longitud patrón, altura y peso.
- ∞ En la concentración de 6 mg de cobamamida, fueron obtenidos los peces más pequeños tanto en longitud patrón como en altura y peso.
- ∞ Al encontrar peces más pequeños que en los grupos control con la concentración de 6 mg de cobamamida, se infiere que a elevadas concentraciones, la coenzima de la vitamina B₁₂ actúa de manera inversa en la velocidad de crecimiento.
- ∞ Al alimentar a *Pterophyllum scalare*, variedad dorada con concentraciones de 2 y 4 mg de cobamamida/Kg. de alimento, se obtienen los mejores factores de condición tanto en la relación peso – longitud patrón como en peso – altura.
- ∞ Debido a que en los grupos control se encontraron los factores de condición más bajos, se puede concluir que el alimento por si solo no proporciona los requerimientos vitamínicos necesarios para la especie estudiada en este trabajo.
- ∞ El hecho de que no existan estadísticamente diferencias significativas entre el crecimiento observado de las diferentes concentraciones de cobamamida, se puede atribuir a que en un mismo grupo no todos los organismos presentan la misma velocidad de crecimiento, lo que se ve reflejado en los resultados obtenidos.
- ∞ El fármaco utilizado tiene un costo bajo, por lo que el alimento puede ser adicionado con él sin que se tenga que realizar una inversión económica elevada.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PEZ ÁNGEL

Pterophyllum scalare (Lichtenstein) Heckel, 1840.

◆ HABITAT NATURAL:

Son originarios de Brasil, en el río Amazonas y prácticamente todos sus afluentes, siendo las primeras capturas de las cuales se tienen noticias, realizadas cerca de Manaus (Petrovicky, 1990).

Este pez es originario de corrientes tranquilas o de lento movimiento y ríos tributarios de la cuenca del Amazonas y el río Guyana, donde a menudo las corrientes están alfombradas con crecimiento vegetal de junquillo y algas (Sweeney, 1992).

También suelen habitar en extensas áreas rocosas inundadas altamente cubiertas de plantas acuáticas (Sweeney, op. cit).

◆ NOMBRE:

El nombre científico de este pez de agua dulce es completamente descriptivo, *Pterophyllum* es derivado de la palabra griega que significa "hoja alada" y *scalare* significa "escalonado", en referencia a la forma de su aleta dorsal; esta es una palabra del latín que también puede significar simplemente "escalera" (Sweeney, 1992).

◆ SISTEMÁTICA:

La sistemática de este organismo de acuerdo a Ramírez (1980), es la siguiente:

Reino	Animalia
Subreino	Metazozoa
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
División	Gnatostomata
Superclase	Pisces
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Cohorte	Euteleostei
Superorden	Atherinomorpha
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidei

Familia	Cichlidae
Género	<i>Pterophyllum</i>
Especie	<i>P. scalare</i>

◆ MORFOLOGÍA:

En cuanto a su morfología, el cuerpo es de forma discoide y comprimida lateralmente. A primera vista parece ser mucho menos discoide que el pez disco, pero ello se debe a la forma de las aletas, que en lugar de ser poco altas y correr paralelamente al cuerpo como en el caso del disco, sobresalen, extendiéndose notablemente, suministrando la forma de un triángulo isósceles, cuya base vertical esta ubicada atrás (Marty, 1976), siendo su longitud total, incluidas las aletas, hasta de 15 cm, en tanto que la altura puede llegar a los 25 cm. (Fabre, 1990).

Sus características distintivas son el poseer un solo par de orificios nasales en vez de dos; carecer de dientes en el paladar, y tenerlos en las mandíbulas; una aleta dorsal, única y alargada, con la parte formada por radios espinosos y una parte blanda bastante corta, la aleta anal con tres radios espinosos, por lo menos, la línea lateral discontinua y escamas casi siempre con bordes dentados (Fabre, op cit.).

El color originario de estos peces es gris plateado, con escamas bien visibles y delineadas y con cuatro bandas oscuras, casi negras, que atraviesan el cuerpo en forma vertical y espaciada (Marty, 1976).

A excepción de los cíclidos enanos, se trata de peces de tamaño bastante grande, voraces y robustos (Fabre, 1990). Incluidas las aletas la longitud total puede llegar a los 15 cm, en tanto que la altura puede llegar a los 25 cm (Fabre, op. cit.).

Los escalares no presentan dimorfismo sexual, es decir, no tiene ningún color especial o característica física que permita saber su sexo con tan solo observarlos. Presentan ciertos rasgos que permiten suponer su sexo sin embargo la manera más segura de saberlo es en las proximidades del apareamiento. Durante este proceso se observa un saco rosado llamado papila, la cuál diferirá en tamaño entre el macho y la hembra. Este saco destacará fuera del vientre del pez bajo el efecto de la excitación sexual. Para la hembra esta papila es el conducto por medio del cuál pone sus huevos y en el caso del macho es el espermiducto para fertilizarlos. En el macho el espermiducto se observa como un pequeño cono orientado hacia la parte posterior, mientras que en la hembra se dirige hacia la parte anterior (Sweeney, 1992).

◆ REPRODUCCION:

Tras la formación de la pareja, esta se separa del resto del grupo seleccionando una hoja, tronco e incluso en las propias paredes del acuario, en cualquiera de estos soportes: pero

generalmente son peces que les gusta los rincones donde pueden proteger la freza del resto de los otros peces. Tras la elección del lugar lo limpian concienzudamente, haciendo ensayos hasta encontrar la superficie perfecta donde efectuar el desove. Una vez seguros, da comienzo el desove, si llegado este punto la pareja esta bien sincronizada la hembra hará una pasada depositando los huevos en línea, tras lo cual lo hará el macho casi paralelo a ella rociándolos con el esperma antes de que se endurezcan y no puedan ser fecundados, el desove puede durar entre 15 y 45 minutos, esto les supone un gran esfuerzo por lo que suelen descansar en algunos momentos en mitad de la misma. Una vez terminada la puesta empieza el duro trabajo de protección, limpieza y ventilación de los huevos utilizando un flujo continuo de renovación de agua con la boca y aletas pectorales. La cantidad de huevos depositados es entre los 200 en una pareja joven y casi el millar en una de un par de años (Petrovicky, 1990).

LITERATURA CITADA

- AMADOR, L.R., 1998. Evaluación de tres dietas balanceadas comerciales en el desarrollo de juveniles de pez ángel *Pterophyllum scalare* (Heckel, 1840), en condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM.
- ANTIPORDA, H.P., 1988. Requerimientos nutricionales del langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergi*). Acuavisión FONDEPESCA, 15 : 10 - 12.
- AXELROD, H. AND W. VORDERWINKLER, 1994. Encyclopedia of Tropical Fishes. T.F.A. Publications. USA, 631 p.
- BAÑUELOS, A.M.L., 1996. Anabólicos y aditivos como promotores de crecimiento en peces. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- BARNABÉ, G., 1991. Acuicultura I. Omega. Barcelona, 478 pp.
- BOJÓRQUEZ, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department. pp. 159-227. En: Martínez, C. L. R., 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. AGT Editor. México, 227 p.
- BROWER, J., 1998. Field and laboratory methods for general ecology. 4a. Ed. Mc Graw - Hill, E.U., 17 - 21 pp.
- CASTAÑO, D., 1996. Los cíclidos parte I. Splash, 21 : 21-23
- CASTAÑO, D., 1997. Los Cíclidos parte II. Splash, 22 : 24-26.
- CHOW, T., 1958. Growth characteristics of four species of pondfish in Hong Kong. Fisheries Journal, (2): 29 - 36.
- CORTÉS, C. R., 1993. Vitaminas en la nutrición de los peces. pp. 91-99. En: S. CRUZ, C. RICQUE, Y A. MENDOZA. Memorias del primer simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura. División de Nutrición Animal, Programa de Maricultura, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, 491 p.
- DANIEL, W. W., 1997. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud Limusa. México, 485 p.

DE LA LANZA, E. G. 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.

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.

ESPINOZA DEL VALLE, E.A., 2001. Determinación del crecimiento de crías de japoneses (*Carassius auratus*) aplicando diferentes concentraciones de cobamamida. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala.

FABRE, H., 1990. El acuario. Instalación – Conservación - Peces. Daimon Mexicana. México, 243-246, 258-260 pp.

FAURE, H., 1993. El acuario. Manual Tamayo. México, 243-263 pp.

FERNANDEZ, B.J., 1993. Las vitaminas y los minerales en los peces. pp. 253 – 259. En: CASTELLO, O. F., 1993. Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Publicaciones de la Universidad de Barcelona. Barcelona, 739 pp.

FRANCO, R.C., 1981, Análisis del crecimiento y factor de condición de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*, Cuvier et Valencienn, 1939) en el embalse temporal en el Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 96 p.

GIMSING, L., 1991. The form of cobalamins in biological material. 2ª. ed. Churcill. Gran Bretaña, 6-10 pp.

GOTH, A., 1973. Farmacología médica. Principios y conceptos. 6ª ed. Interamericana. México, 718 p.

HASHIMOTO, Y., 1953. Effect of antibiotics and vitamin B12 supplement on carp growth. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 62 : 225-243.

KON, S.K. Y J. W.G. PORTER, 1954. The intestinal synthesis of vitamins in the ruminants. Vitamins Hormones, 12: 53-68.

LAGLER, K.F., 1978. Freshwater Fishery Biology. W.M.C. Brown Co. Publ. Dubuque. Iowa, 421 p.

LAWRENCE, J. G. AND J. R. ROTH, 1995. The cobalamin (coenzyme B12) biosynthetic genes of *Escherichia coli*. Journal of bacteriology, 177(22): 6371 – 6380.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LLOYD, I.E., MC DONALD y E.W. CRAMPTON, 1982. Fundamentos de nutrición. Acribia. España, 464 pp.

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

MARTÍNEZ, C.L. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. AGT Editor. México, 1 – 3, 189 – 202 pp.

MARTTY, H., 1976. Scalares. Albatros. Buenos Aires, 68 pp.

MAYA, P.E. Y S. MARAÑON, 1998. Efecto del pH sobre la proporción de sexos, el crecimiento y la sobrevivencia del guppy *Poecilia reticulata* Peters, 1859. *hidrobiologica* 8(2): 125-132.

MAYNARD, L.A. AND J.K. LOOSLI. 1975. Animal nutrition. Mc Graw Hill. New York, 20 - 22 pp.

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 Gutierrez. México, 207 – 217 pp.

MC DONALD, P. EDWARD, R.A. AND J.F.D. GREENHALGH, 1981. Animal nutrition 3a. ed. Langmand Group Limited, London, 90 pp.

MILLS, D., 1986. Peces de acuario. Blume. Barcelona, 160-162 pp.

NIKOLSKY, G.V., 1963. The ecology of fisher. Academic Press London, 352 p.

PÉREZ – SALMERON, L., 1982. Piscicultura, ecología, explotación, higiene. El manual moderno. México, 152 p.

PETROVICKY, I., 1990. La gran enciclopedia de los peces de acuario. Susaeta. España, 356-365 pp.

PITCHER, T.S. AND P.J.B. HART, 1982. Fisheries Ecology. Chapman & Hall. Great Britain, 140 pp.

QUINTANAR, S. N., 2000. Efecto producido en el crecimiento individual por la adición de un complemento vitamínico en dos especies de peces de ornato. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. 68 p.

RAMÍREZ, S.A., 1980. Discos y escalares. Colección moderna de acuarismo. México, 6: 31-46.

REYES, C.P., 1987. Bioestadística aplicada. Agronomía, Biología, Química. Trillas. México, 216 p.

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. Canada, 191, 382 p.

ROHT, J.R., LAWRENCE, J. G. AND T. A. BOBIK, 1996. Cobalamin (coenzyme B12): synthesis and biological significance. Annu. Rev. Microbiol. 50: 137-181.

ROJAS, B.E., 1991. Evaluación del efecto promotor del crecimiento del ajo *Allium sativum* a dosis parasiticidas en *Oreochromys mossambicus*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

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

SALAS, R.M., 1991. Evaluación del extracto de hígado de bovino como promotor de crecimiento en tilapia híbrida *Oreochromis sp.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

SECRETARÍA DE SALUD, 1996. Diccionario de especialidades farmacéuticas. PLM. México, 174 - 176 pp.

SHIAU, S. Y C. LUNG, 1993. Estimation of the vitamin B12 requeriment of the grass shrimp, *Penaeus monodon*. Aquaculture, 117: 157-163.

STEFFENS, W., 1989. Principles of fish nutrition. Ellis Horwood Chichester. 348 p.

STIANSSNY, M., 1993. Cichlids are different. Tropical Fish Hobbyist, 41(7): 84-98.

SUGITA, H., MIYAJIMA, C. AND Y. DEGUCHI, 1991. The vitamin B12 producing ability of the intestinal microflora of freshwater fish. Aquaculture, 92: 267 - 276.

SWEENEY, M., 1992. If Gan can... you can too. Tropical Fish Hobbyist., 41(2): 112-120.

VIERKE, J., 1992. Dwarf cichlids in the aquarium. Tropical Fish Hobbyist., 41(4): 76-79.

WEST, L., 1996. Bioquímica medica. 4ª edición. Interamericana. México, 287 p.

WHEATHERLY, A.H., 1976. Growth and ecology of fish populations. Academic Press. London, 11 - 45 pp.

WESCHE, E.P.R., 1998. Factores que afectan el valor nutritivo de las dietas para organismos acuáticos. Acuavisión, Año III, No. 14, Mayo - Junio, 6 - 7 pp.

YANASE, M., 1955. Studies on vitamin B12 of aquatic animals VI. The vitamin B12 in the gastric and intestinal contents of fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries, 21: 197 - 200.

ZAR, J.H., 1996. Biostatistical analysis. 3^a Ed. Prentice - Hall, Upper Saddle River. New York, pp. 416 - 420.