

29
2º



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
Z A R A G O Z A

EVALUACION DE DOS ALIMENTOS ELABORADOS EN
EL CRECIMIENTO DE Oreochromis mossambicus
(Peters, 1852) BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO

PROYECTO DE INVESTIGACION
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A N
PACHECO SANCHEZ MARIBEL
RICO CONTRERAS YOLANDA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



MEXICO, D. F.

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	5
INTRODUCCION	7
ANTECEDENTES	10
OBJETIVOS	14
DESCRIPCION DE LA ESPECIE	16
METODOLOGIA	
Fase de Campo	19
Fase de Laboratorio	19
Fase de Gabinete	26
RESULTADOS	
Parámetros físicos y químicos	30
Crecimiento	30
Relación peso-longitud	31
Relación talla-edad	32
Factor de condición	32
F.C.A.	33
Tasa de crecimiento instantáneo	33
Mortalidad	33
DISCUSION DE RESULTADOS	34
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	47
LITERATURA CITADA	66

RESUMEN

En el presente estudio se trabajó con dos alimentos elaborados: Alimento "A" a base de alfalfa molida y charal molido (con contenido de proteína de 32.16%, grasa de 9.05% y carbohidratos de 8.20%), Alimento "B" con salvado de trigo y desperdicio de camarón molido (28.46% de proteína, 5.74% de grasa y 5.10% de carbohidratos), utilizando tres acuarios para cada uno; de dichos alimentos se evaluó su eficiencia en Oreochromis mossambicus mediante la relación peso-longitud, relación talla-edad, tasa de crecimiento instantánea y factor de conversión alimenticia (F.C.A.), durante cuatro meses en condiciones de laboratorio.

El rendimiento de los alimentos se obtuvo con el F.C.A., que resultó estar dentro del rango de 2 a 3, lo que significó un buen aprovechamiento de éstos por los organismos.

La eficiencia, se vio influenciada en gran medida por la temperatura y la precocidad sexual, que alteraron el metabolismo reduciendo el crecimiento de Oreochromis mossambicus. Esto se corroboró con la tasa de crecimiento instantánea que fue baja, la relación peso-longitud en la que se observaron mayores incrementos en peso que en longitud y la relación talla-edad que indicó un mejor crecimiento de los peces con el alimento "A".

Finalmente, el alimento "A" resultó de mejor calidad (mayor es-

tabilidad y contenido proteico), no obstante, en cuanto a rendimiento y eficiencia no se encontraron diferencias significativas con respecto al alimento "B".

INTRODUCCION

En la actualidad, uno de los mayores problemas a nivel mundial es la desnutrición, la cual se debe a la falta de una dieta alimenticia balanceada que incluya vitaminas, proteínas y minerales. Una de las fuentes de proteína animal más completa es sin duda el pescado, por lo que debe ser un alimento indispensable en las dietas humanas (Mojica, 1982).

Para solucionar parte de este problema, se plantea el cultivo de organismos que presenten alto grado de adaptación a las condiciones ambientales, conversión alimenticia, resistencia e enfermedades, tolerancia a desarrollarse en condiciones de alta densidad y elevada fecundidad; tal es el caso de los grupos pertenecientes a la familia Cichlidae (Tilapia, Cichlasoma y Oreochromis) (Rubín, 1978; Jauncey, 1982). Dado que entre otras características la calidad de su carne es excelente, puesto que su textura es firme de color blanco y no posee huesos intermusculares, lo cual hace que constituya un pescado altamente apetible.

Uno de los inconvenientes que presenta su cultivo es su pronta maduración sexual, lo que impide que continúe su desarrollo y crecimiento en un plazo corto; sin embargo, entre las soluciones que se han propuesto para resolver esta inconveniencia se encuentra la producción de híbridos, ya que la cruce entre determinadas especies produce progenie que en su mayoría resulta de sexo macho (Aguilera, 1985).

Para la acuicultura, además de los aspectos biológicos de la especie y el medio en el cual se desarrolla un cultivo, es necesario considerar el alimento. Con respecto a este último, deben tomarse en cuenta tanto los requerimientos nutricionales de la especie buscando la optimización de las raciones (minimizando costos) (Prieto, 1980), como las características estructurales del pelet para su diseño y calidad (Escalante, 1975).

En la elaboración del alimento para Oreochromis, deben considerarse: Proteína 29.5 - 35.5%; Grasas 7.5 - 8.5%; Carbohidratos 8 - 10%; Minerales: calcio y fósforo en cantidades mínimas; Vitaminas: A, E, D, K, tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, piridoxina, inositol, biotina, ácido fólico, cianina, colina, ácido ascórbico y B₁₂ (Aguilera, op. cit.; De Silva, 1989).

Se ha visto que entre las características que debe reunir un buen pelet, se encuentran la estabilidad y flotabilidad, ambas para asegurar una eficiencia alimenticia. Algunos factores que influyen en dichas características son: tipo de materias primas empleadas (un alto porcentaje de fibra debilita el pelet, Escalante (op. cit.)), y técnicas de procesado entre las que se encuentran la extrusión donde el grado de calentamiento, mezcla y presión varía, y el peletizado que se lleva a cabo bajo condiciones estándar de presión. (Hilton, 1981) (Viola, et. al., 1985).

Uno de los mayores problemas que se presentan en Oreochromis

mossambicus en sistemas naturales (lagunas) es que alcanzan la madurez sexual y se reproducen cuando aún su talla es pequeña, esto limita su utilización en cultivos a nivel intensivo, por lo que se plantea el presente estudio donde se analiza principalmente el factor alimentación como una posible causa del bajo crecimiento.

Asimismo, determinar el alimento que proporcione un mayor crecimiento y mejor valor nutritivo en el organismo, tomando en cuenta el costo de dicho alimento y los rendimientos que de ellos se obtengan, además, contribuir al manejo de Oreochromis mossambicus bajo condiciones de laboratorio, debido a que la mayoría de la información está referida a estanques y en general a sistemas abiertos.

ANTECEDENTES

Se han realizado estudios sobre aspectos biológicos de organismos pertenecientes a la familia Cichlidae en los que se observa que uno de los mayores problemas en su cultivo es el alto grado de fecundidad, así como su reproducción precoz ya que limita su crecimiento (Guerra y Peña, 1985; Porras, 1981; Oduleye, 1982 y Hernández, 1986) este último indica la utilización del método de inversión sexual por medio del uso de esteroides para producir crías monosexo, con el fin de ejercer control en el crecimiento de las poblaciones.

Otros estudios, como el de Pretto (1981) y Arreguín (1986) tratan sobre métodos para realizar el monosexado, uno de ellos se refiere al análisis citogenético de las variedades o especies de Tilapia previo a su entrecruzamiento y el otro considera el uso de cristal violeta en individuos menores de 8 cm. para el sexado externo.

El cultivo de Ciclidos ha tenido un gran auge en los últimos años, dada la facilidad que representa el llevarlo a cabo, por lo que se ha fomentado su desarrollo en algunos países como Costa Rica (Nanné, 1981).

Retta (1986) y Uribe (1986), dan alternativas de solución al cultivo intensivo de algunas especies de Oreochromis estimando el uso de jaulas flotantes con bajas densidades de carga para

el aprovechamiento de pequeñas lagunas y la utilización de invernaderos con un sistema cerrado de recirculación de agua en algunos lugares donde las condiciones climáticas (invierno) no son favorables.

Msiska (1983), prueba diferentes concentraciones de fertilizantes inorgánicos principalmente constituidos de fósforo y nitrógeno incrementando los niveles de alimento natural para Sarotherodon mossambicus.

Trabajos referidos a la evaluación de crecimiento, mediante diferentes dietas para Tilapia sp y Oreochromis sp son los publicados por Castrejón (1982); Jauncey (op. cit.); Guerrero (1980); Cisneros (1981); Ponce (1986) y Viola et. al. (1988), que señalan que entre las dietas que proporcionan un mayor crecimiento se encuentran alfalfa y salvado de trigo, en una proporción de 75 y 25%; harina de pescado (22%), salvado de arroz (68%) y harina de copra (10%); harina de hojas de Ipil-Ipil (8%) y harina de gallinaza (8%); harina de pescado (20%), harina de soya (20%) y harina de sorgo (10%).

Asimismo, se han formulado dietas con diferentes niveles de proteína obtenida a partir de harina de hojas de Leucaena complementada con harina de pescado, obteniendo mayor crecimiento en Tilapia con aquella que contiene menor porcentaje de Leucaena, debido a la presencia de un aminoácido tóxico (Mimosine) (Wang, 1987).

Algunas dietas que han dado buenos rendimientos en crecimiento para Oreochromis niloticus son las utilizadas por Edwards (1983), formuladas con composta de jacinto hidratado, comparada con la elaborada con jacinto deshidratado, excepto en aquella que contiene el 100%, donde el pelet resulta muy duro.

Por otro lado, se ha propuesto como alimento suplementario para Oreochromis niloticus la composta de girasol y jacinto hidratado (Edwards, 1983), de igual manera Villaneda (1980), utiliza hojas frescas de bore (Alocasia macrorrhiza) como alimento suplementario para Tilapia rendalli (Boulenger), considerando además aspectos económicos relacionados con el cultivo de las hojas.

Por otra parte, algunos estudios realizados en condiciones de laboratorio con Oreochromis mossambicus son los realizados por Davies et. al. (1989), donde se prueban seis dietas variando el contenido de harina de soya (25, 50 y 75%) en tres de ellas la fuente es Hypro-soy (proteína concentrada comercial) y en las restantes Danpro-A para suplir a la harina de pescado utilizada en la dieta control, empleando densidades de 20 peces (0.5 g) en 10 litros, encontrándose que en la dieta donde se utiliza el 75% y como fuente Danpro-A se obtiene una mayor eficiencia comparada con la control.

Otros trabajos son los efectuados por Viola (op. cit.), donde se analiza el efecto del contenido de aceite de pescado como

suplemento en la dieta (7%), y tolerancia a la disminución de temperatura (de 18°C disminuyendo hasta 4.5°C cada 0.5°C) en carpa y tilapia con respecto a una control, no obteniéndose para esta última alteraciones significativas tanto en la tasa de crecimiento como en el contenido de grasa en el cuerpo.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Evaluar la eficiencia de dos alimentos en el crecimiento a partir de juveniles de Oreochromis mossambicus bajo condiciones de laboratorio.

Objetivos específicos.

1. Diseñar dos alimentos que cubran las necesidades nutricionales de Oreochromis mossambicus.
2. Evaluar la calidad de los alimentos mediante un análisis físico (organoléptico y macroscópico) y químico (bromatológico) así como de los organismos al final del experimento.
3. Estimar el crecimiento y robustez de Oreochromis mossambicus a través de:
 - La relación peso-longitud
 - El factor de condición
 - La relación talla-edad
4. Evaluar la eficiencia de cada alimento mediante:
 - La tasa de crecimiento instantánea
 - El factor de conversión alimenticia

Establecer con base a lo anterior, cuál de los alimentos es el que proporciona un mayor crecimiento y valor nutritivo en Oreochromis mossambicus.

POSICION TAXONOMICA

Clase: Osteichtyes

División III: Euteleostei

Superorden: Acanthopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae

Tribu: Tilapiini

Género: Oreochromis

Subgénero: Oreochromis

Especie: O. mossambicus
(Peters, 1852)

La clasificación se basa utilizando el criterio de Greenwood (1966) a nivel supragénero, y el de Trewavas (1985) para nivel tribu e infragénero (Arredondo y Guzmán, 1986).

DIAGNOSIS DE LA FAMILIA

La familia Cichlidae, se caracteriza por presentar peces de coloración muy atractiva, principalmente nativos de Africa, América Central y la parte tropical de Sudamérica.

Los Ciclidos se diferencian de las percas verdaderas (Percidae) y otras mojarras (Centrarchidae) por la presencia de un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza y sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido y a menudo discoidal, raramente alargado, en muchas especies la cabeza del macho es invariablemente más grande que la de la hembra; algunas veces, con la edad y el desarrollo se presentan en el macho tejidos grasos en la región anterior y dorsal de la cabeza (Dimorfismo sexual).

La boca es protráctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios hinchados, las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos, pueden o no presentar un puente carnoso que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media debajo del labio. Presenta membranas unidas por cinco o seis branquicostegos y un número variable de branquispinas, según las diferentes especies. La parte anterior de las aletas dorsal y anal es corta y consta de una espina y de radios suaves en su parte terminal, que en los machos suelen estar fuertemente pigmentados, la aleta caudal está redondeada, truncada, más raramente escotada según la especie, La línea lateral, en

los cíclidos está interrumpida y se presenta generalmente dividida en dos partes: la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, mientras que la porción inferior aparece por debajo de donde termina la línea lateral superior hasta el fin de la aleta caudal. El número de vértebras aumenta con la edad y puede ser de ocho a cuarenta.

Los cíclidos, viven en aguas estancadas o inactivas, encuentran buenos escondites en los márgenes de los pantanos, entre piedras y raíces de plantas acuáticas. Muchas especies presentan posesiones territoriales durante la temporada de reproducción (Aguilera op. cit.).

DIAGNOSIS DE LA ESPECIE

Oreochromis. Preferentemente plantófagos. Poseen entre 14 y 29 branquispinas en la parte inferior del primer arco branquial. Suelen producir pocos huevos (menos de 700), con gran cantidad de vitelo, color amarillo naranja, de 2.2 a 3.0 mm, no presenta cubierta adherente externa. El macho presenta una coloración muy marcada en la época de reproducción y fija su territorio donde fija su nido. Tiene un período prenupcial corto. El macho es polígamo y usa el nido como sitio temporal para el cortejo y la fertilización de los huevos. Las hembras guardan los huevos y los alevinos por espacio de 20 a 30 días. Tienen gónadas pequeñas, pero los huevos presentan mayor cantidad de

vitelo. La sobrevivencia de las crías es alta. Los nidos tienen forma de cráteres circulares ligeramente más grandes que la longitud de la hembra y se construyen en el fondo de su habitat (Arredondo y Guzmán, 1986).

O. mossambicus. Marcado dimorfismo sexual. De 14 a 19 branquias en la parte inferior del primer arco branquial (excepcionalmente 20); aleta dorsal con 15-16; X-XII; aleta anal con 3-4; IX-XI; aleta pélvica de I-V; aleta pectoral de XIII-XV. El color del cuerpo va de gris claro a oscuro, el filo de la aleta dorsal es rosado, la cabeza oscura con la parte inferior frontal fuertemente cóncava en el macho y leve en la hembra. Los dientes externos en la mandíbula de los machos maduros son unicúspides (Arredondo y Guzmán, 1986).

METODOLOGIA

El presente trabajo se dividió en tres fases: campo, laboratorio y gabinete.

Fase de Campo.

Para la captura de los organismos (alevinos), se utilizó una red cuadrada de un perímetro de 1 m x 0.4 m con abertura de malla de 0.002 m aprox., realizándose en la orilla de la laguna (Fig. 1). Por ser donde se encontró la mayor densidad de organismos, en cada colecta se registró la temperatura con un termómetro de $\pm 1^\circ\text{C}$ de precisión.

Los alevinos, después de capturados, se transportaron al laboratorio en bolsas grandes de polietileno, las cuales fueron llenadas a dos tercios de su capacidad con agua y el tercio sobrante de aire.

Fase de Laboratorio.

Con base a los requerimientos nutricionales de Oreochromis sp y a las características que debe reunir un buen pelet (Escalante, op. cit.), se diseñaron dos alimentos:

Alimento A

Alfalfa molida	15%
Harina de soya	22%

Alimento B

Desperdicio de camarón	67%
Salvado de trigo	22%

Charal molido	52%	Harina de trigo	15%
Aceite de maíz	4%	Aceite de hígado de tiburón	4%
Grenetina	6%	Grenetina	6%
Vitaminas	0.02%	Vitaminas	0.02%
Minerales	1.3%	Minerales	1.3%

VITAMINAS (para ambos alimentos)

Vitamina	Cantidad empleada (g/100 Kg)
E	6.0
Acido ascórbico	10.1
Tiamina	1.0
Piridoxina	6.0

MINERALES (para ambos alimentos)

Mineral	Fuente de obtención	Cantidad de fuente (Kg/100 Kg)
Calcio	Carbonato de calcio	1.5500
Fierro	Sulfato ferroso	0.0250
Magnesio	Oxido de magnesio	0.0332
Zinc	Sulfato de Zinc	0.0200

Se utilizó un antioxidante: Citrato de sodio en proporción de 1 g/Kg de alimento.

El aceite de maíz y el aceite de hígado de tiburón, se emplearon para satisfacer los requerimientos de ácidos grasos esen-

ciales para Oreochromis sp.

Se utilizó una premezcla de vitaminas y minerales de acuerdo a la empleada por Bracamontes y Jiménez (1987) (sólo los de más fácil adquisición en el mercado).

Finalmente, el balance de los alimentos se realizó mediante la técnica de balanceo por tanteo (Vázquez, 1986), considerando los requerimientos nutricionales de la especie.

ELABORACION DE LOS ALIMENTOS

Una vez seleccionados los ingredientes para un Kg. de alimento, se procedió a secarlos a temperatura ambiente y, posteriormente, a molerlos y pasarlos por un tamiz. No. 0.84 mm para homogeneizar el tamaño de la partícula y así obtener un mezclado uniforme.

Para la premezcla de vitaminas y minerales, primero se pesaron en una balanza analítica de 0.001 g de precisión, posteriormente se mezclaron: vitaminas liposolubles en el aceite correspondiente y vitaminas hidrosolubles con minerales y conservador en agua, agitando manualmente 5 min. aproximadamente.

Simultáneamente se pesaron los ingredientes restantes utilizando una balanza granataria de 0.10 g de precisión. Finalmente se mezclaron, manualmente, con la premezcla de vitaminas y minerales, además de grenetina previamente disuelta durante 20 min., aproximadamente hasta quedar como pasta completamente ho

mogénea (agregando el agua necesaria).

Posteriormente, esta pasta se comprimió hasta un 15% de su volumen utilizando jeringas de 20 ml de capacidad, obteniendo pellets de diferentes diámetros 1.5, 2.0 y 3.0 mm (para ser empleados según la longitud del pez), secándolos durante 36 horas al aire libre. Estos fueron pasados por vapor durante 10 min., para dar estabilidad y flotabilidad, además de cocimiento, secándolos durante 36 horas al aire libre.

ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS

Para evaluar la calidad de cada uno de los alimentos se realizaron los siguientes análisis:

Análisis físico

- a) Análisis organoléptico (sabor, olor, color y textura)
- b) Análisis macroscópico (observación para detectar elementos adulterantes) (Tejada, 1985)
- c) Estabilidad (Escalante, op. cit.)
- d) Flotabilidad. Se determinó cualitativamente colocando 2 g de alimento cortado en un vaso con 500 ml de agua durante 1 min., al término de este tiempo se observó el porcentaje de alimento flotante.

Análisis químico

- a) Análisis bromatológico tanto del alimento como de los peces al inicio y final (determinación de humedad, proteína, grasas, cenizas, fibra cruda, calcio y fósforo, según técnicas descritas en el A.O.A.C. (1985); y determinación del contenido de aminoácidos.

ADAPTACION DE LOS ORGANISMOS AL LABORATORIO

Los organismos colectados fueron repartidos en dos acuarios con dimensiones de 80 x 41 x 61 cm y 51 x 26 x 30 cm los cuales fueron previamente acondicionados a una temperatura de 29 a 30°C aproximadamente, con un calentador con termostato; pH entre 7 y 8 lo cual se aseguró utilizando agua de la llave, y oxígeno suficiente mediante una bomba de aire, así como la eliminación de cloro con la adición de tiosulfato de sodio 0.025 N aproximadamente (1 gota/l de agua).

Durante las dos primeras semanas de adaptación, los organismos se alimentaron con fitoplancton de la laguna y Daphnia, ésta se suministró una vez al día, procurándose realizarlo a la misma hora y la misma cantidad,

SELECCION DE LOS ORGANISMOS

La selección se hizo considerando una diferencia de ± 1 cm en

ALIMENTO A

Acuario	Dimensiones (cm)	Capacidad (l)	Núm. de Org.	Rango de Longitud (cm)
1	39x35x41	41	12	5.5 - 6.3
2	" " "	"	25	2.9 - 3.9
3	" " "	"	12	4.7 - 5.8

ALIMENTO B

Acuario	Dimensiones (cm)	Capacidad (l)	Núm. de Org.	Rango de Longitud (cm)
1	51x26x31	37	21	4.1 - 4.9
2	" " "	"	32	2.9 - 3.8
3	" " "	"	21	3.6 - 3.9

Los peces se distribuyeron en seis acuarios:
la longitud patrón, para un mismo acuario.

ADAPTACION DE LOS PECES CON EL ALIMENTO

Después de adaptarse al laboratorio, los peces fueron sometidos al nuevo alimento, durante dos semanas, suministrándoseles tres veces al día, procurando realizarlo a la misma hora y la misma cantidad.

Los acuarios se mantuvieron con las condiciones antes mencionadas para temperatura, pH y cloro, además de una concentración de oxígeno entre 4 y 8 ppm haciendo determinaciones periódicas (cada 5 días), utilizando el método de Winkler modificado con azida de sodio (Arredondo, 1987).

Posteriormente, los alimentos se suministraron inicialmente al 6% de su peso corporal dividido en tres porciones a lo largo del día, disminuyendo el porcentaje progresivamente hasta un 3% para los acuarios 1 y 3 y 4% para el acuario 2, correspondientes a la prueba con el alimento "A" y 4% para el alimento "B".

La limpieza de los acuarios se realizó cada semana (el agua nueva se mantuvo con las mismas características que la anterior). El registro de pesos y longitudes se llevó a cabo cada quince días con ayuda de una balanza granataria de ± 0.1 g de precisión, además de un vernier con precisión de ± 0.01 cm.

Fase de Gabinete.

Se determinó la relación peso-longitud, a partir de los pesos y longitudes registradas durante el periodo de estudio, estimando la relación existente entre estos datos mediante la fórmula (Everhart and Youngs, 1981):

$$W = a L^b$$

siendo su fórmula linearizada:

$$\log W = \log a + b \log L$$

Donde:

W = peso del pez expresado en decigramos

L = longitud del pez expresado en milímetros

a y b = constantes obtenidas a partir de la regresión lineal entre los logaritmos de L y W, siendo "a" la ordenada al origen y "b" la pendiente.

Para determinar el valor de longitud máxima (L_{∞}) y el coeficiente de crecimiento (K), se utilizó el gráfico de Gulland-Hoít, el cual se obtuvo al graficar ΔL contra \bar{L} , basándose en la ecuación del mismo autor (Pauly, 1983).

$$\frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1} = a - K\bar{L}$$

De este gráfico, se obtuvo una recta con una pendiente igual a - K que al intersectarse con la bisectriz dio la estimación de la longitud máxima.

Posteriormente, se utilizó la ecuación de crecimiento de Von Bertalanfy (Pauly, op. cit.) ya que reúne las características deseadas, además de que ha sido utilizada para poblaciones de peces y presenta una fácil incorporación a los modelos de crecimiento.

$$l_t = L \infty (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

El factor de condición K, el cual indica la condición del pez en términos numéricos del grado de robustez, bienestar y gordura, se determinó mediante: (Mojica, op. cit.).

$$K = \frac{W}{L^b} \times 100$$

Donde:

W = peso del pez expresado en decigramos

L = longitud del pez expresado en milímetros

b = constante obtenida a partir de la relación peso-longitud.

De la misma manera se obtuvo el factor de condición relativo (Lagler, 1952):

$$Kr = \frac{W_{obs}}{a L^b}$$

Donde:

W_{obs} = peso observado expresado en decigramos

$a L^b$ = peso calculado mediante la fórmula empleada en la relación peso-longitud

La tasa de crecimiento instantánea fue calculada mediante la fórmula descrita por Everhart y Youngs (op. cit.):

$$g = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100$$

Donde:

g = tasa de crecimiento instantánea

t = tiempo

W_t = peso final

W_o = peso inicial

Para la determinación del factor de conversión alimenticia (F.C.A.) se utilizó la fórmula descrita por Kuri-Nivón (1980):

$$F.C.A. = \frac{\text{cantidad de alimento suministrado (Kg)}}{\text{peso ganado expresado en Kg}}$$

Asimismo, se calculó el factor económico del alimento de acuerdo a Medina (1982):

$$F.C.A._E = a (\$) - b (\$) (\bar{W})$$

Donde:

\$ = precio de alimento por gramo

\bar{W} = peso promedio de los organismos expresado en gramos

a y b = constantes obtenidas a partir de la regresión lineal de F.C.A. contra peso.

ANALISIS ESTADISTICO (Daniel, 1980; Sokal, 1979)

Se realizó un análisis de varianza de un factor en el diseño de bloques aleatorios completos. Así como el método de mínimos cuadrados para cada una de las regresiones lineales que se realizaron.

RESULTADOS

PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS

Temperatura. Esta variable se mantuvo relativamente constante en un rango de 23.0 a 27.2°C de manera general (Fig. 2) siendo la óptima para Oreochromis sp de 29 - 32°C (Aguilera, op. cit.). Oscilando los valores entre 23.0 y 25.5°C para el alimento A; 23.0 y 27.2°C para el alimento B.

pH. De manera general presentó un comportamiento constante y proporcionalmente igual entre los acuarios para ambos alimentos, con valor máximo de 7.8 y mínimo de 7.0 (Fig. 3).

Oxígeno. Se observa un comportamiento semejante al que presentó el pH entre los acuarios para ambos alimentos, guardando una relación inversa; siendo su valor máximo de 5.7 y mínimo de 3.7 mg/l (Fig. 4).

CRECIMIENTO

Los registros quincenales de peso y longitud para Oreochromis mossambicus fueron tratados mediante un análisis de varianza de un factor, no encontrándose diferencias significativas entre los acuarios ni entre los alimentos a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ (Tabla 1).

Análisis bromatológico. El contenido más alto de proteína se encontró en el alimento "A" (32.16%) a diferencia del alimento "B" (28.48%) (Tabla 2), no encontrándose diferencias significativas en los incrementos de peso y longitud en los peces tratados con ambos alimentos.

Análisis organoléptico. El alimento "B", comparado con el alimento "A", presentó una consistencia frágil y áspera así como una estructura granular con residuos de coraza (Tabla 4). Asimismo, presentó una estabilidad de 78.23% y una flotabilidad de 50% mientras que el alimento "A" de 89.0% y 25% respectivamente.

RELACION PESO-LONGITUD

Longitud. La longitud con respecto al tiempo se incrementa de manera proporcional en todos los casos, excepto en los acuarios 1 y 3 (cuyas longitudes iniciales son mayores, aproximadamente de 5.7 y 5.1 cm., respectivamente) en los cuales dichos incrementos se hacen más pequeños a partir de la séptima quincena (Fig.5).

peso. En todos los casos se observa un incremento proporcional respecto al tiempo (Fig. 6).

Peso-longitud, Se obtuvo para cada acuario de los diferentes

alimentos para los cuatro meses de estudio, obteniéndose en todos los casos un crecimiento de tipo alométrico, registrándose el valor mínimo de la constante "b" en el acuario 3 para el alimento "A" (Tabla 5).

Los incrementos de longitud con respecto al peso guardan una relación lineal, además, siguen un comportamiento similar entre acuarios para cada alimento (Fig. 7).

RELACION TALLA-EDAD

L_{∞} y K. Se obtuvieron a partir del método de Gulland Holt, para posteriormente aplicar la ecuación de Von Bertalanfy. Se encontró: (Fig. 8)

Alimento	Acuario	L_{∞} (cm)	K
A	1	8.7	0.38
	2	10.4	0.116
	3	7.7	0.450
B	1	13.2	0.310
	2	6.7	0.153
	3	12.0	0.040

FACTOR DE CONDICION

Permaneció relativamente constante en todos los casos (Fig. 9).

TASA DE CRECIMIENTO INSTANTANEA

Alimento "A". Se observa que ésta disminuye obteniéndose los valores máximos y mínimos de 2.14 y 0.11 para el acuario 1; 2.86 y 0.03 para el acuario 2; y 1.64 y 0.19 para el acuario 3 (Fig. 10).

Alimento "B". Existen fluctuaciones de 2.74 a 0.78 en el acuario 1; de 2.30 a 0.39 para el acuario 2; y 2.44 a 0.39 para el acuario 3, observándose que tiende a disminuir.

F.C.A.

La conversión alimenticia más alta (15.92:1) y también la más baja (1.1:1) se obtuvo en los peces tratados con el alimento A en el acuario 3 (Fig. 11).

Por otra parte, los F.C.A., para los cuatro meses de estudio, fueron de 2.39:1, 2.44:1 y 5:1 para el alimento "A", acuarios 1, 2 y 3 respectivamente; de 2.05:1, 1.90:1, 2.33:1 para el alimento "B", acuarios 1, 2 y 3 respectivamente.

MORTALIDAD

Durante los cuatro meses de estudio se obtuvieron los siguientes porcentajes: 33.33, 21.95 y 20.0% para los acuarios tratados con el alimento A y de 10.5, 14.28 y 20.0 para los tratados con el alimento B, (Fig. 12)

DISCUSION

Temperatura. Aparentemente, las temperaturas promedio que se obtuvieron durante el estudio fluctuaron dentro del rango óptimo de desarrollo para Oreochromis sp (27-29°C); sin embargo, hubo registros diarios que sobrepasaron dichos valores afectando de manera directa la disponibilidad de oxígeno, a su vez el pH así como la velocidad de la tasa metabólica. Aún cuando dichas fluctuaciones sean mínimas, afectan el desarrollo de los peces que se traduce en una baja en el crecimiento y posiblemente mayor susceptibilidad a agentes patógenos (Brett, 1979).

Por otra parte, los aumentos de temperatura aceleran los procesos de descomposición tanto de heces fecales como de alimento sobrante que favorece el desarrollo de hongos, además de otros agentes patógenos en los peces (Roberts, 1981).

pH. Los registros de pH se mantuvieron relativamente constantes (entre 7 y 7.8) asegurando de alguna manera el desarrollo de los organismos. Cabe señalar, la posibilidad de una disminución en dichos valores, debido principalmente a la descomposición de materia orgánica que incrementa los niveles de amonio y por tanto la toxicidad en el agua (Arredondo, op. cit.).

Oxígeno. Las bajas concentraciones de oxígeno se debieron al funcionamiento irregular de las bombas de aireación, lo que

disminuyó aún más la posibilidad de que los organismos tuvieran un buen desarrollo, puesto que conforme aumentan de tamaño se requiere de una mayor disponibilidad de oxígeno en el medio y más aún cuando el espacio que se ocupa es pequeño.

Alimento. El proceso de elaboración del pelet, es un factor de terminante en su composición química final, así como en su calidad, siendo mejor el método de extrusión comparado con el pe letizado (Escalante, op. cit.; Prieto, op. cit. y Bracamontes y Jiménez, op. cit.). En este caso, el factor determinante en la composición final de ambos alimentos fue la temperatura empleada para el cocimiento y obtención de la flotabilidad (96°C), Lovell (1982) reporta que el rango para estos propósitos es de 77 a 82°C; así al sobrepasar estos límites probablemente hubo desnaturalización de proteínas disminuyendo su porcentaje final ocurriendo una mayor desnaturalización en el alimento B por la combinación de los ingredientes empleados. Asimismo, la humedad empleada (50%) (siendo la suficiente de 15 a 17%) afectó posiblemente de igual manera (Lovell, idem.), por otra parte, el grado de compresión en la elaboración del pelet es importan te en la estabilidad del mismo, la cual está dada por la estructura de los ingredientes utilizados, que a su vez influye en su aprovechamiento por el pez. Así, la estabilidad se ve disminuida conforme aumenta el porcentaje de material fibroso (Escalante, op. cit.), y tal es el caso del alimento B (con

67% de desperdicio de camarón molido) que presentó una estabilidad de 78% comparado con el alimento A (con 15% de alfalfa molida) en el cual se observó una estabilidad de 89%.

Otro factor considerable en el aprovechamiento del alimento lo constituye la flotabilidad, que depende de la conducta de alimentación del pez. En este caso Oreochromis mossambicus no presentó conducta preferencial, favoreciéndose de alguna manera el consumo del alimento, debido probablemente al espacio. Cabe mencionar que las flotabilidades obtenidas no son buenas comparadas con el alimento comercial para Tilapia (Albamex).

Con base al análisis realizado, se esperaba que el alimento "A", con mayor contenido de proteína (32.16%), mayor estabilidad (89%) y menor flotabilidad (25%), diera mayores rendimientos en crecimiento con respecto al alimento "B" (28.46% de proteína, 78.23% de estabilidad y 50% de flotabilidad); sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas debido probablemente, por un lado, a la diferencia de tallas iniciales empleadas para ambos alimentos, siendo mayores en los acuarios 1 y 3 correspondientes al alimento "A", en donde se observa el inicio de una tendencia asintótica (Fig. 5), a diferencia del acuario 2 y los acuarios 1, 2 y 3 tratados con el alimento "B", donde no se visualiza dicha tendencia, puesto que los requerimientos de energía y proteína son mayores en estadío juvenil donde la energía metabólica es alta canalizandola

principalmente hacia crecimiento, mientras que en estadio adulto dicha energía la utilizan principalmente para el desarrollo gonádico (Halver, op. cit.). De esta manera aún cuando se tenga la misma cantidad de proteína disponible, un pez joven la requiere en mayor proporción y se manifiesta en un mayor incremento en longitud que en peso, al contrario de un pez adulto y por el otro, a que en los peces desarrollados bajo condiciones de laboratorio las características de calidad del pelet no son determinantes para el consumo del alimento (lo mismo se alimentaban en la superficie que en el fondo). siendo principalmente el apetito el que controla dicho consumo, registrándose incrementos semejantes para longitud y peso en ambos alimentos.

Asimismo, si se analizan los contenidos de carbohidratos y fibra cruda (Tabla 2) se observa que ambos alimentos no exceden los límites reportados por Viola (1983) de 2 a 5% para fibra cruda y de 8 a 10% para carbohidratos (Aguilera, op. cit.) para Tilapia (para Oreochromis sp aún no están definidas), por lo que es posible asegurar que dichos alimentos no causaron problemas de acumulación de glucógeno en el hígado (Hastings, 1976), debido a que un exceso de éste provoca alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos con la consecuente disminución del crecimiento. Sin embargo, es necesario realizar un análisis a nivel histológico para verificarlo, De la misma manera las pequeñas diferencias entre los contenidos de carbohidratos y fibra cruda en los alimentos, no fueron determinantes en la

eficiencia de éstos sobre el crecimiento.

Aguilera (op. cit.) menciona que las grasas son requeridas de 7.5 a 8.5%, considerando esto se puede decir que ambos alimentos no son deficientes en esta fuente de energía (Tabla 2), por lo que no contribuyó a una baja en el crecimiento, aún cuando los ácidos grasos presentes en los alimentos sean diferentes (Linoléico en el alimento "A" y linolénico en el "B").

En lo que se refiere a vitaminas y minerales, cabe mencionar que los porcentajes utilizados en la elaboración de los alimentos fue con base a la emplada por Bracamontes y Jiménez (op. cit.) incluyendo sólo las de más fácil adquisición en el mercado, por lo que pudo existir un nivel inadecuado aún cuando éstos se requieran en pequeñas cantidades (Halver, op. cit.).

En cuanto a los minerales, sólo se cuantificó calcio y fósforo, registrándose valores superiores a los requeridos por los peces (Tabla 2), ésto no causó efectos negativos en el desempeño del alimento. Leitritz (1963) cita que un exceso de calcio aumenta la demanda de vitamina D, los cuales junto con el fósforo son necesarios para construir huesos fuertes y evitar el raquitismo.

Vázquez (op. cit.), reporta que el análisis de aminoácidos es importante para determinar el nivel en el que se encuentran las proteínas; en el caso de los alimentos elaborados en el presente estudio, se encontraron concentraciones por encima de las

reportadas por Halver (op. cit.) y Vázquez (Idem.). Esto podría asegurar, de alguna manera, que no hubo deficiencia de aminoácidos esenciales que causara inhibición de crecimiento en los peces; asimismo, el exceso de éstos no afectó su metabolismo, debido a que pueden ser reabsorbidos como "aminoácidos libres" o bien participar en el catabolismo y/o biosíntesis de proteínas (Tamayo, 1975), excepto metionina (Jackson, 1982).

Se corrobora lo anterior, analizando los porcentajes de proteína en los peces, al final del experimento, siendo éstos de 71.81% para los tratados con el alimento "A" y similar a los tratados con el alimento "B" de 69.42%, comparados con el porcentaje inicial (56.37%) siendo que éstos, aumentan con la talla de los organismos (peso individual) reflejándose en la composición del cuerpo (Reinitz, 1983).

Cabe mencionar que las necesidades nutricionales de los peces varían con la edad (Phillips, 1969), por lo que la utilización de diferentes tallas para la prueba de un alimento puede resultar ventajoso, tal es el caso de la prueba con el alimento "A" donde fue posible observar el efecto de éste en etapas anteriores al desarrollo gonádico (acuario 2) y durante éste (1 y 3), confirmando en ambas la buena calidad del alimento.

Factor de condición (K). De manera general, se mantuvo relativamente constante, en el presente estudio, lo cual significa

que el estado físico de los peces (robustez y bienestar) fue uniforme, debido probablemente a que las condiciones del sistema (oxígeno, temperatura y pH) fueron controladas dentro de un rango cercano al óptimo para los peces.

Así, el valor de K para las pruebas con los dos alimentos resultó dentro del rango 2-3 por lo que puede considerarse como característico para Oreochromis mossambicus bajo condiciones de laboratorio (controladas), aún cuando en el acuario 3 de la prueba con el alimento "A" se observan valores entre 6 y 6.5

La diferencia de los valores de K entre el acuario 3 con respecto a los otros para la prueba con el alimento "A", se debe posiblemente a que los datos de longitud y peso no se ajustaron adecuadamente al modelo utilizado en la relación peso-longitud, ésto se corroboró con el valor obtenido de K_r el cual resultó por debajo de la unidad (0,966).

Relación peso-longitud. Se obtuvo para los cuatro meses de estudio, permitiendo conocer el tipo de crecimiento de la población.

De acuerdo a la Fig. 7, el crecimiento de los organismos para ambos alimentos fue de tipo alométrico, indicando un crecimiento no proporcional linealmente entre longitud y peso con base a lo descrito por: Weatherley (1971); Gulland (1966); Ricker (1975); Everhart et. al. (op. cit.), que mencionan que cuando

el valor de la pendiente "b" es igual a 3 el crecimiento es de tipo isométrico y cuando es diferente de 3 el crecimiento es alométrico.

Analizando los valores de la pendiente "b" de los acuarios 1, 2 y 3 del alimento "B" y 2 del alimento "A" (Tabla 5) se observan fluctuaciones que indican variaciones en el crecimiento de los organismos en peso y longitud aún cuando las tallas son similares, lo mismo ocurre con los acuarios 1 y 3 tratados con el alimento "A", cabe señalar que en ambos el crecimiento en peso fue mayor que en longitud.

Ecuación de Von Bertalanffy. Comparando los valores obtenidos para longitud y peso máximo de Oreochromis mossambicus (Tabla 6) con los de Tilapia presentado en otros trabajos como el de Morales (1976) donde estima un peso máximo de 2.578 Kg y una $L_{\infty} = 48$ cm, con $K = 0.361$ y $t_0 = 0.235$ en la presa Miguel Alemán, el crecimiento es bajo debido a que el tiempo de estudio, las condiciones ambientales y alimento son diferentes; sin embargo, la comparación es necesaria para tener una estimación del grado de rendimiento en condiciones de laboratorio, por otra parte, la precocidad sexual afectó el crecimiento de la especie debido a que en estadios juveniles los peces canalizan la mayor parte de su energía hacia el desarrollo gonádico disminuyendo su ritmo de crecimiento (Purdom, 1980), esto estuvo influenciado probablemente, tanto por factores endógenos (genéti

cos y fisiológicos), como por exógenos (temperatura y fotoperíodo) Potts (1984); Muranaka (1984) y Alliot (1983). Cabe señalar que la mayor parte de la población se encuentra por debajo de los 10 cm., lo que significó un bajo rendimiento así como en producción y biomasa.

Con respecto a las curvas de crecimiento (Fig. 8), se observa que las tasas de crecimiento más altas corresponden a los acuarios 1 y 3 tratados con el alimento "A", a diferencia del acuario 2 y los tratados con el alimento "B". Esto significa que los primeros alcanzaron su longitud máxima en menor tiempo, lo que se debe probablemente a que los organismos empleados en dichos acuarios eran de mayor talla al inicio del experimento.

Por otra parte, las curvas de crecimiento del acuario 2 tratado con el alimento "A" y los pertenecientes al alimento "B" que tienen tallas similares se observa que el primero presenta un mejor crecimiento, lo que significa que los ácidos grasos así como los ingredientes de origen vegetal que contiene dicho alimento favorecen la asimilación por el pez, siendo que Oreochromis mossambicus presenta características internas y hábitos preferentemente herbívoros, finalmente de acuerdo al modelo empleado puede recomendarse el alimento "A".

Tasa de crecimiento instantánea (g). Los desoves que se presentaron a lo largo del estudio, fueron inducidos probablemente por las altas temperaturas registradas (diarias) tal es el caso del

acuario 1, donde se probó el alimento "A" (sexta quincena) y acuario 2 correspondiente al alimento "B" (séptima quincena), lo que influyó en una disminución en la tasa de crecimiento (Moller, 1976). Las tasas de crecimiento obtenidas para ambos alimentos pueden considerarse bajas, comparadas con las reportadas en otros estudios para Oreochromis mossambicus (3.89 a 4.26%) (Davies et. al., op. cit.). Por otro lado, se observa que éstas disminuyen desde el inicio hasta el final del experimento, lo que se debe probablemente a que el alimento no fue totalmente asimilado minimizando su rendimiento, al estrés al que estuvieron sometidos los organismos y muy probablemente a cuestiones internas (genéticas) del pez (Lagler, 1984).

F.C.A. Debido a que en los acuarios en los que se utilizó el alimento "A" se tienen mayores fluctuaciones de temperatura comparados con los empleados en el alimento "B", se presentaron los valores más extremos, por lo que se puede decir que hubo un mayor desperdicio de alimento. Aparentemente el alimento "B" con valores más bajos de F.C.A. (Fig. 11) y mayor costo \$5,435/Kg difiere del alimento "A" con costo de \$4,170/Kg, sin embargo, no es posible asegurar cual de ellos es el recomendable, debido principalmente a que las condiciones físicas y químicas del agua lo que afectó directamente el apetito del pez (específicamente la temperatura) entre acuarios, para un mismo alimento, así como entre alimentos fueron diferentes. Finalmente,

los valores obtenidos para ambos alimentos (1,90:1 a 2.44:1) pueden considerarse aceptables (Aguilera, op. cit.).

Factor de conversión económico del alimento (F.C.A._E). Se determinó para cada uno de los acuarios en ambos alimentos, obteniéndose valores de 11.53, 15.17 y 25.63 (costo por unidad de incremento) para el alimento "A" y de 12.81, 10.42 y 13.70 para el alimento "B".

Mortalidad. Las tasas de mortalidad para los cuatro meses de estudio fueron bajas; sin embargo, para el caso del alimento "B" y el acuario 2 del alimento "A", la mortalidad permaneció durante todo el tiempo de estudio, esto no puede atribuirse a una condición específica, sino a varias como: la tolerancia al alimento mismo, estrés en el laboratorio y las concentraciones del ión amonio del agua empleada en los acuarios, entre otras, que en conjunto tuvieron un efecto acumulativo provocando dichas mortalidades. Por otro lado, los acuarios 1 y 3 presentaron mortalidades casi al final del experimento y probablemente, de haberse continuado éste, la mortalidad permanecería hasta obtener una densidad de organismos estable manteniéndose las mismas condiciones. Quizá la densidad recomendable bajo las condiciones en las que se trabajó con el alimento "A" sea de 5 a 6 organismos por acuario, considerando la mortalidad, cabe señalar que esta densidad no es representativa para este tipo de estudios utilizando acuarios pequeños.

CONCLUSIONES

- En general, el diseño y elaboración de los alimentos demostraron buena calidad y bajo costo.
- No se encontraron diferencias significativas en cuanto a crecimiento entre los alimentos.
- Se encontró de acuerdo a lo reportado para Tilapia en condiciones naturales que la tasa de crecimiento, la longitud máxima y el peso máximo por la ecuación de Von-Bertalanffy y la relación peso-longitud respectivamente, son de baja magnitud.
- De manera general los organismos presentaron una tasa de crecimiento instantánea baja, debido a la precocidad sexual.
- Los valores de F.C.A. de ambos alimentos se encuentran dentro del rango de 2-3 lo que demostró buen rendimiento de éstos.
- Debido a que la población estuvo estructurada en su mayoría por organismos menores de 10 cm., el rendimiento (biomasa total) fue bajo.

- El modelo de crecimiento utilizado demostró que el alimento "A" es mejor que el alimento "B".

RECOMENDACIONES

- En estudios de este tipo es necesario establecer un patrón de comparación entre los alimentos elaborados y un alimento comercial, para definir cuál de ellos es más eficiente en el crecimiento de Oreochromis mossambicus.
- Es importante elegir el método más adecuado en la elaboración de los alimentos, puesto que es un factor determinante en el aprovechamiento de éstos por el organismo. El empleado en el presente estudio puede considerarse económico y de buena calidad.
- Es necesario considerar el coeficiente de digestibilidad de los ingredientes en el diseño de los alimentos para asegurar de alguna manera su aprovechamiento, del mismo modo debe determinarse en los peces para realizar una evaluación más precisa de la eficiencia de los alimentos.

TABLAS Y FIGURAS

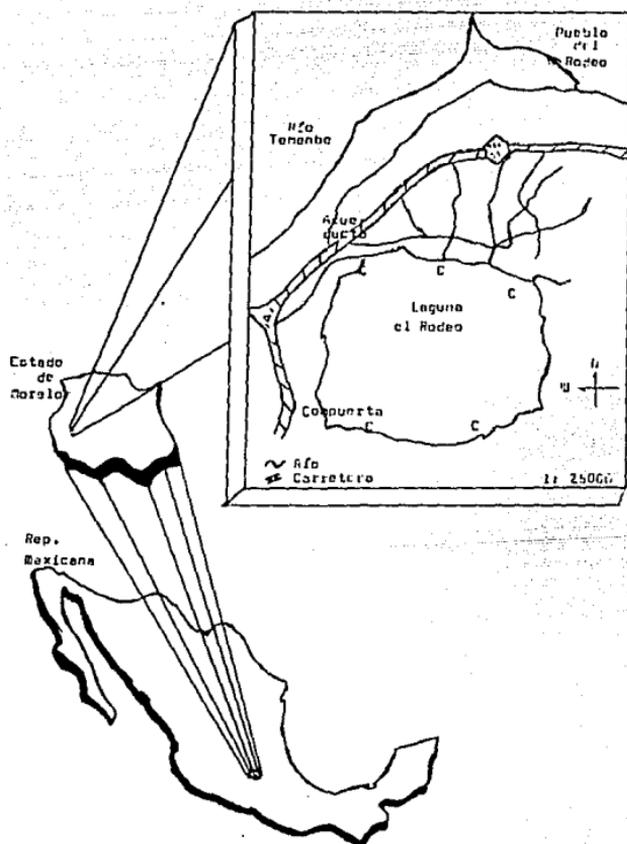


Fig. 1 Localización de la zona de captura.

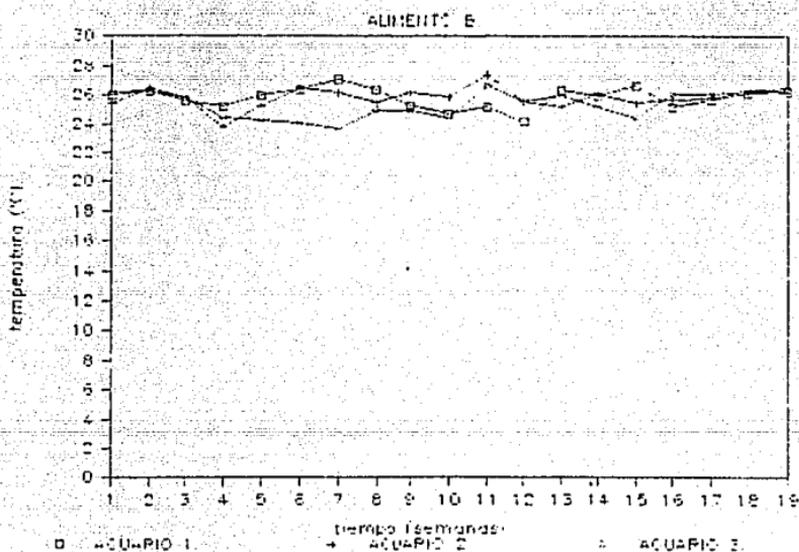
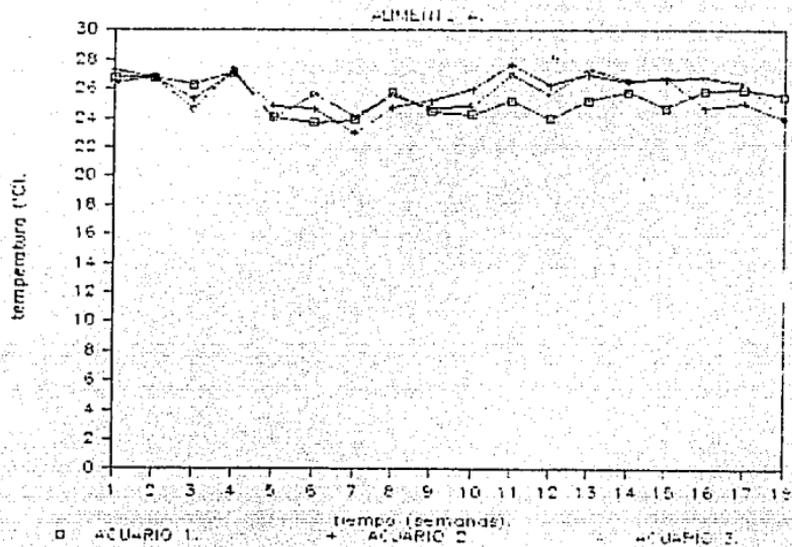


Fig. 2 Fluctuaciones de Temperatura durante el experimento.

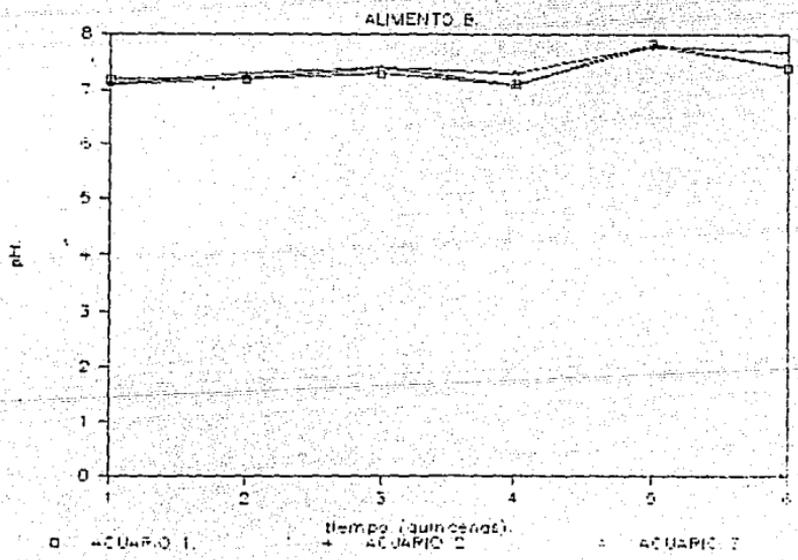
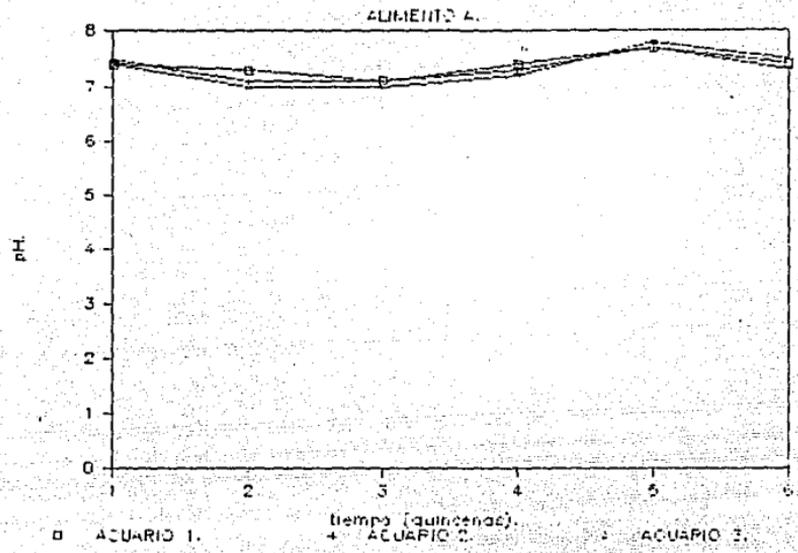


Fig. 3 Variación del pH durante el experimento.

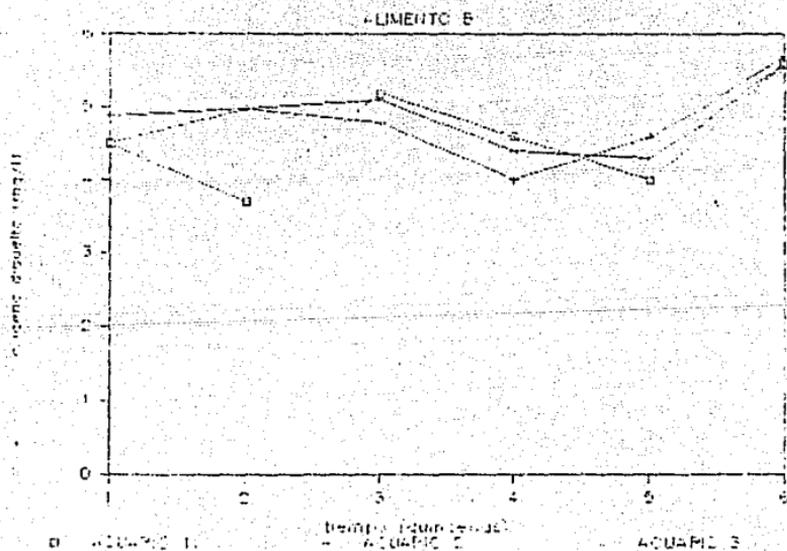
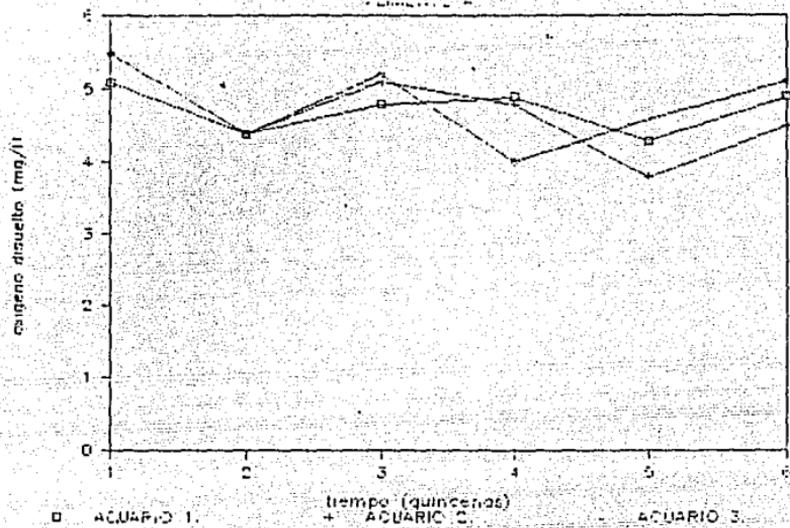


Fig. 4 Fluctuaciones de la Concentración de Oxígeno disuelto a lo largo del experimento.

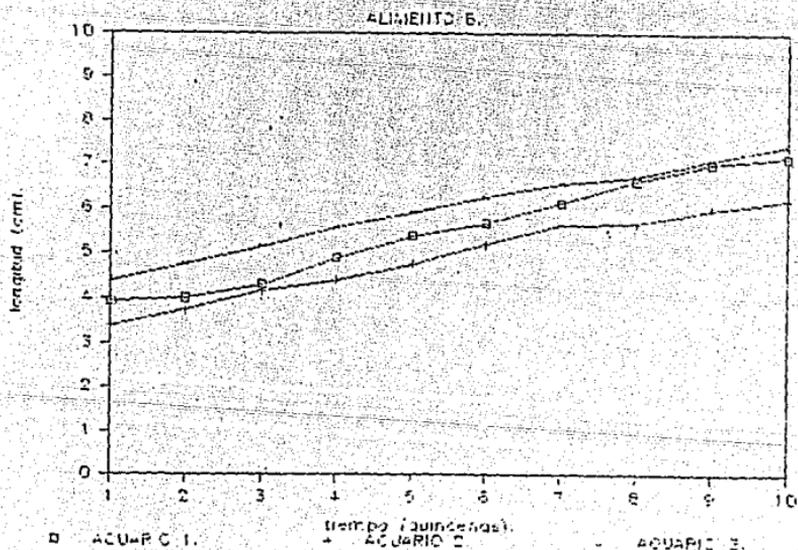
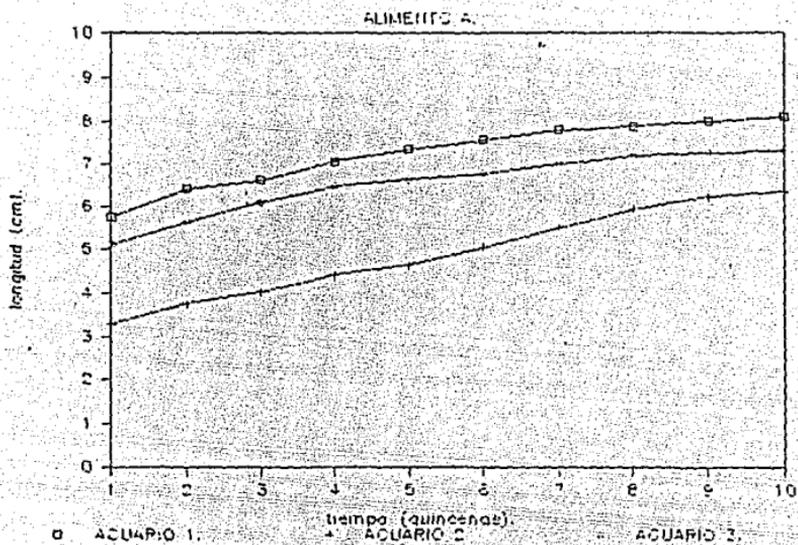


Fig. 5 Variación de la longitud a través del tiempo para Oreochromis mossambicus.

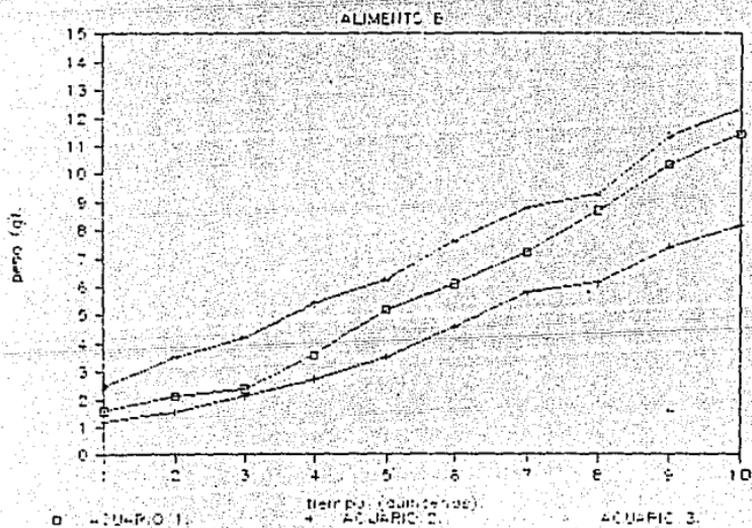
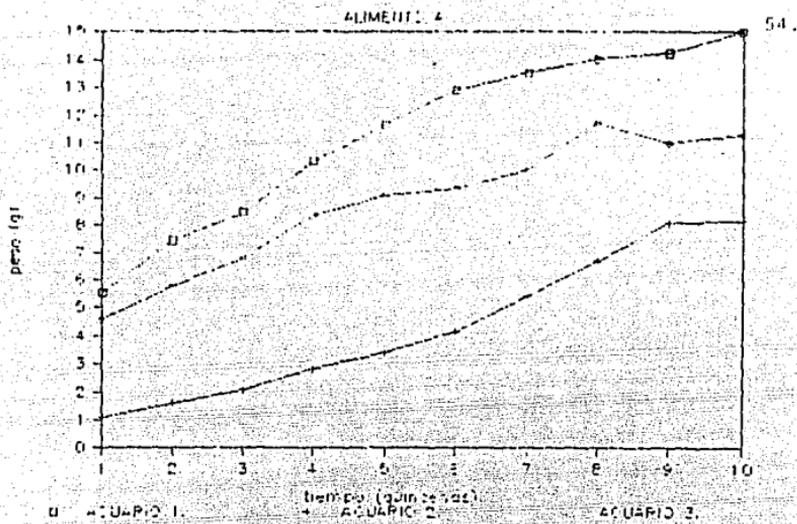
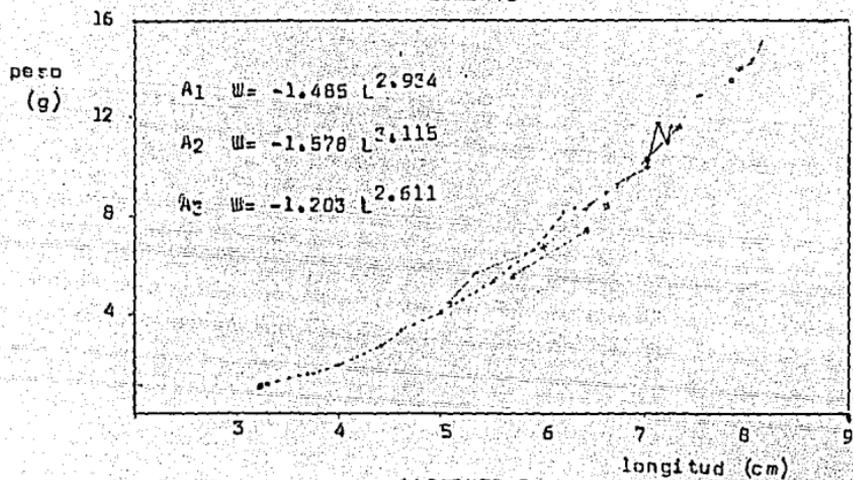


Fig. 6 Variación del peso a través del tiempo para Oreochromis mossambicus.

ALIMENTO A.



ALIMENTO B

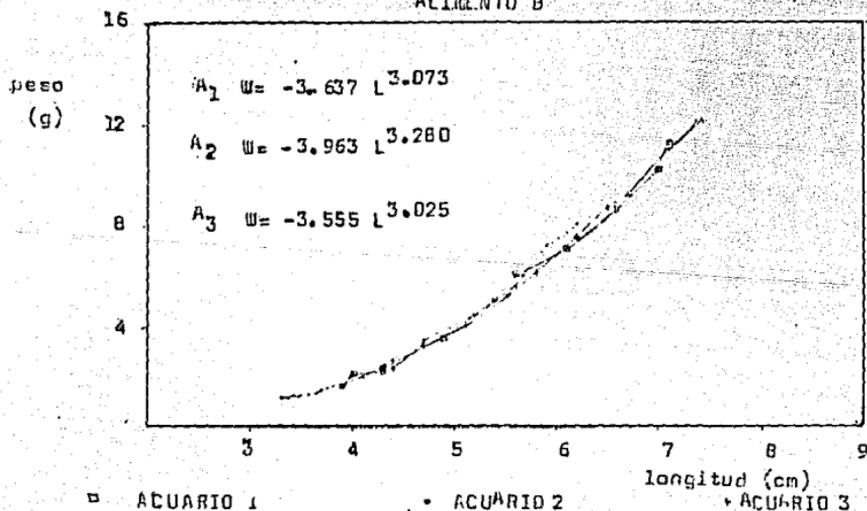
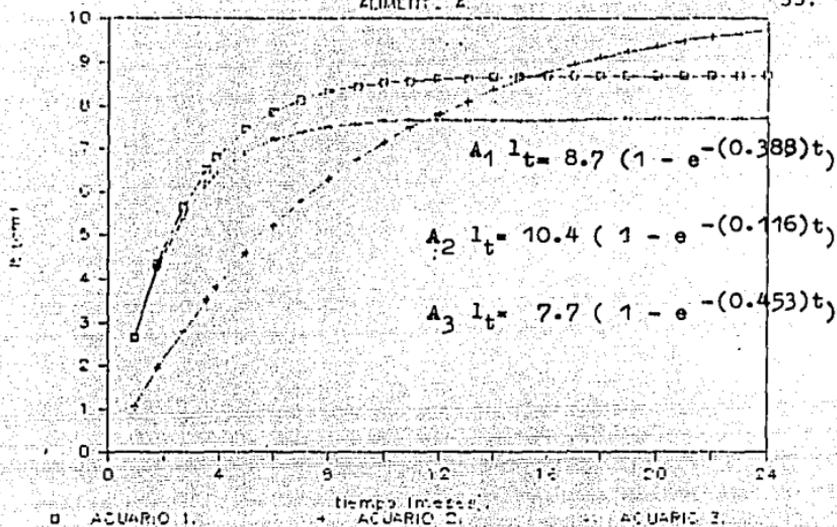


Fig. 7 Relación Peso-Longitud para Drosophila morsambi
CUS.



ALIMENTO: B.

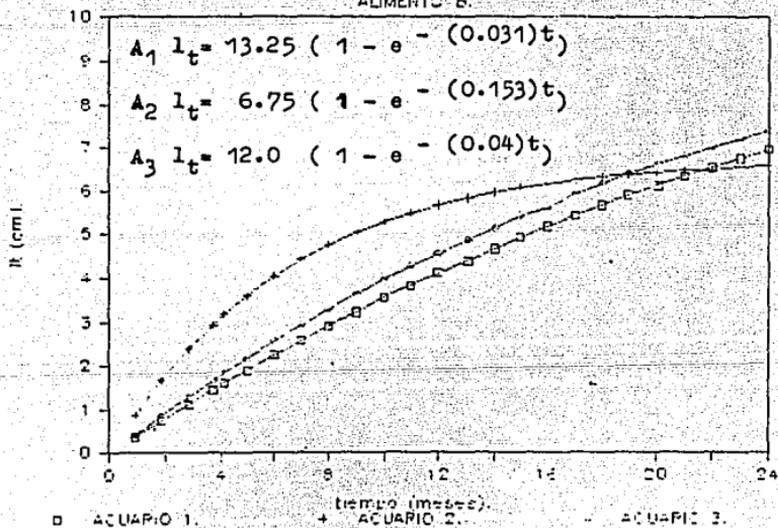


Fig. 8 Curvas de crecimiento longitudinal de Von Bertalanfy para Oreochromis mossambicus

ALIMENTO A

56.

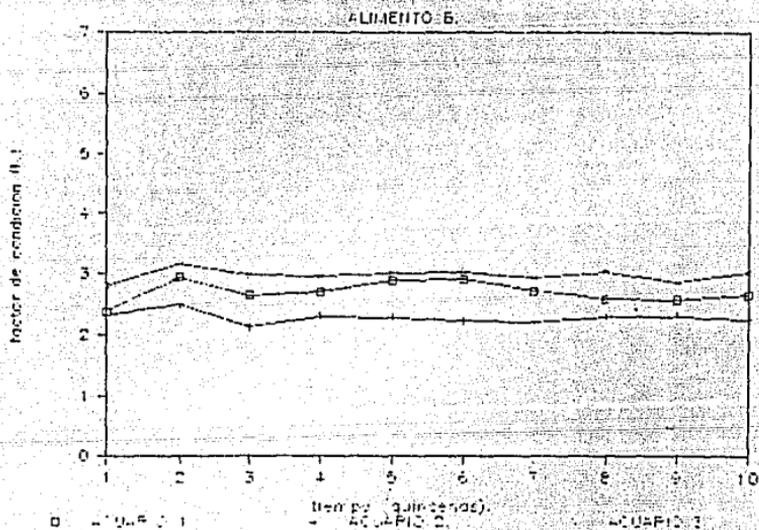
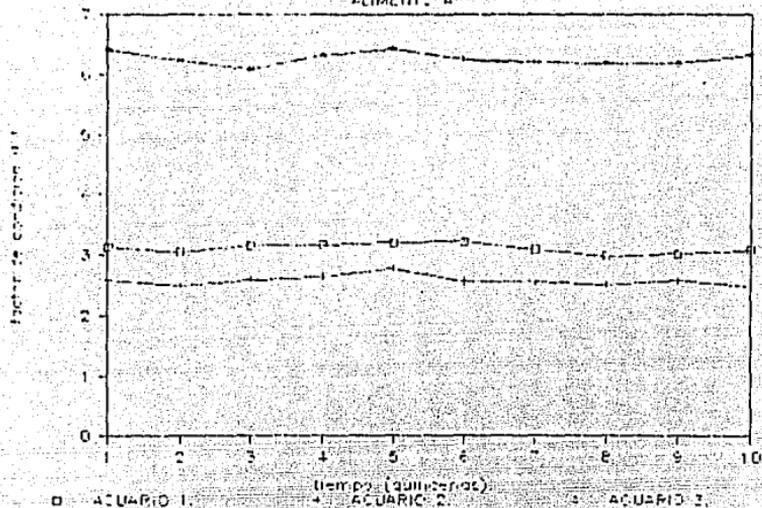


Fig. 9 Variación del Factor de Condición a través del tiempo.

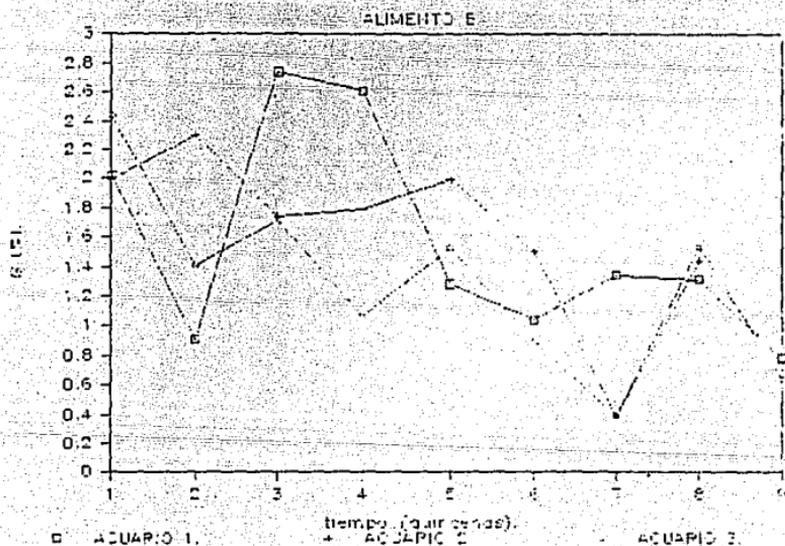
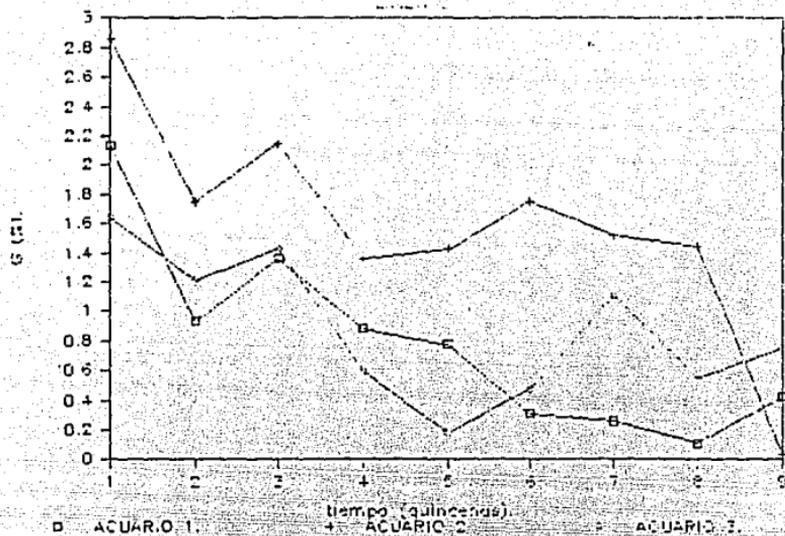


Fig. 10 Oscilaciones de la tasa de crecimiento instantáneo a través del tiempo.

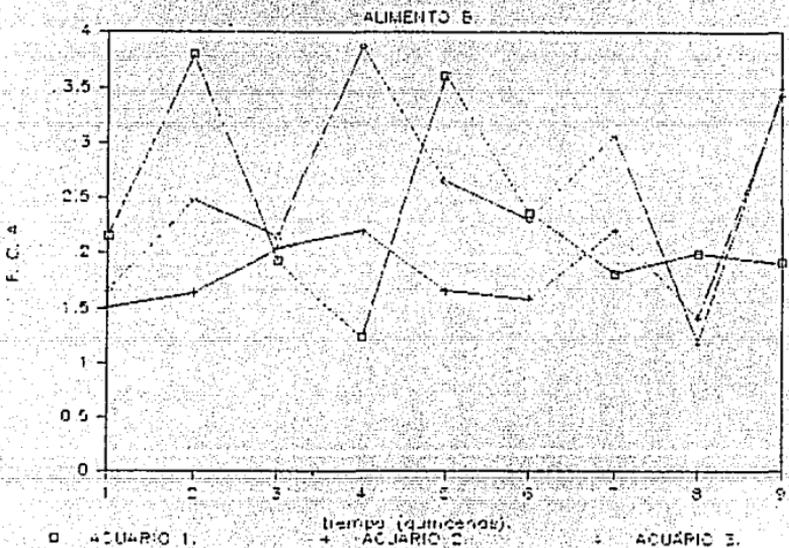
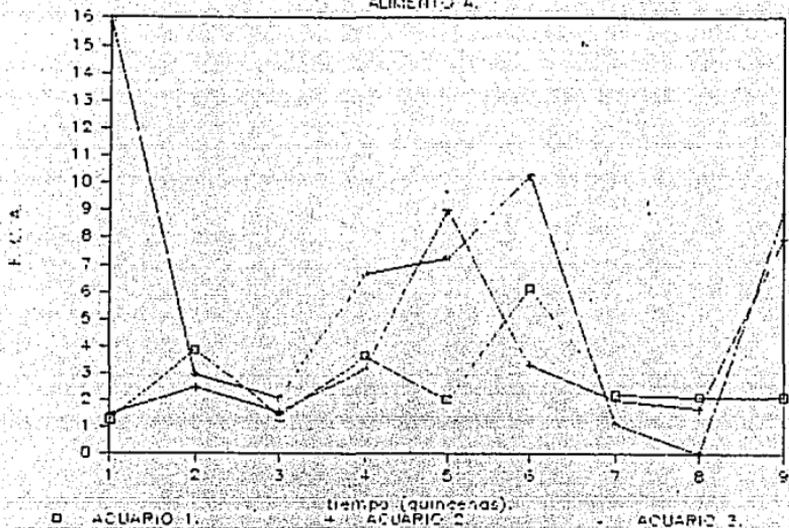
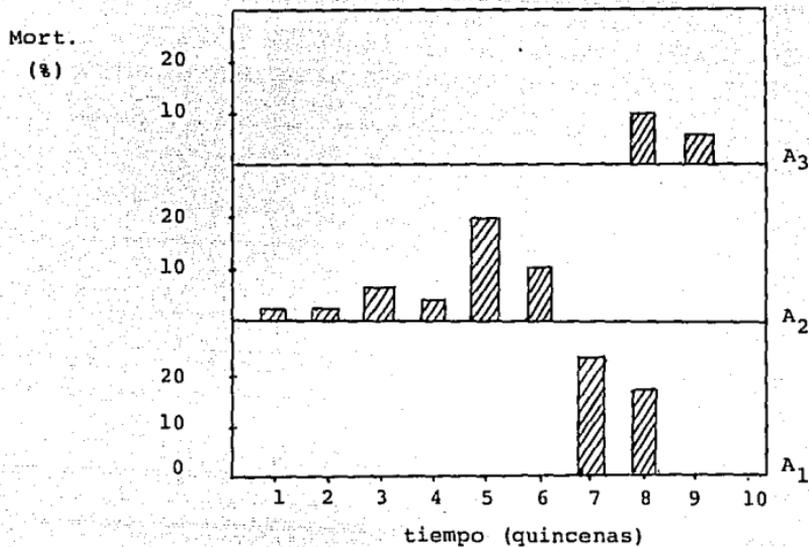
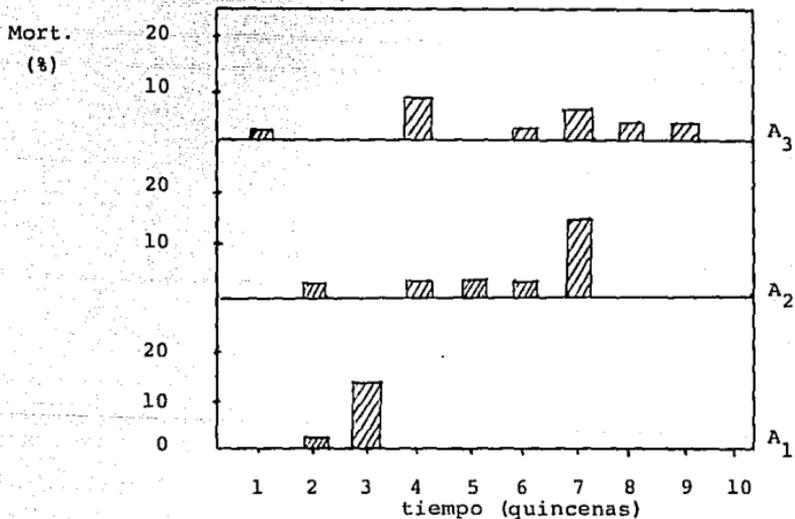


Fig. 11 Variaciones del F.C.A. a través del tiempo.

ALIMENTO A



ALIMENTO B



A₁ Acuario 1 A₂ Acuario 2 A₃ Acuario 3

Fig. 12 Porcentajes de mortalidad durante el experimento.

TABLA 1. Análisis de varianza de un Factor en el diseño de bloques aleatorios completos para Longitud y Peso.

ENTRE ALIMENTOS

Datos	Planteamiento	ESTADISTICO		Decisión
		Teórico	Calc.	
A = Alimento A	Ho: $M_A = M_B$	F = 18.51	F = 0.8	Se acepta Ho.
B = Alimento B	Ha: $M_A \neq M_B$			
M = Longitud				
= 0.05	Ho: $M_A = M_B$	F = 18.51	F = 0.25	Se acepta Ho.

ENTRE ACUARIOS

A = Alimento A	Ho: $M_A = M_B$	F = 18.51	F = 0.2	Se acepta
B = Alimento B	Ha: $M_A \neq M_B$			
M = Longitud				
= 0.05	Ho: $M_A = M_B$	F = 18.51	F = 2.047	Se acepta
M = Peso	Ha: $M_A \neq M_B$			

Conclusión: No hay diferencias significativas entre acuarios ni entre alimentos

TABLA 2. Análisis Bromatológico de Alimentos y Peces.

§

ALIMENTO	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CENIZAS	FIBRA CRUDA	Ca	P
A	9.52	32.16	9.05	8.20	1.23	2.34	1.9
B	9.42	28.46	5.74	5.10	0.56	3.28	2.98

§

PECES	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CENIZAS	FIBRA CRUDA	Ca	P
Inicio	6.58		6.59	12.30	0.44	3.59	2.77
Final							
A	72.87		16.58	15.82	0.42	3.76	2.98
B	72.65		17.42	15.20	0.23	3.94	2.73

TABLA 3. Análisis de aminoácidos.

ESENCIALES	A L I M E N T O		NO ESENCIALES		
	A	B	A	B	
VIALINA	3.22	3.31	HISTIDINA	1.60	1.01
HISOLEICINA	3.47	3.03	AC.ASPARTICO	9.14	7.24
TREONINA	3.52	2.76	SERINA	3.84	3.30
TRIPTOFANO	0.56	0.62	AC.GLUTAMICO	15.86	15.42
FENILALANINA	3.34	2.89	PROLINA	5.63	5.49
LEUCINA	6.53	5.14	GLICINA	4.37	4.93
LISINA	5.65	3.49	ALANINA	5.67	4.99
METIONINA	1.79	1.23	CISTINA	0.72	0.64
			TIROSINA	2.41	2.04
			ARGININA	6.05	5.34

Realizados por el Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán, de acuerdo al manual Beckman publicadas por Spingo División de Beckman Instruments, Inc. Palo Alto California, 94.304, 1979

TABLA 4. Análisis Físico de los Alimentos sometidos a experimentación.

ORGANOLEPTICO					MACROSCOPICO	
ALIMENTO	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	ALIMENTO	CARACTERISTICAS
A	Ligeramente a pescado.	verde seco	alfalfa, ligeramente a pescado.	dura	A	Estructura fina, fibrosa, presencia de escamas.
B	pescado	café par-	salado, a pescado	frágil, áspera	B	Estructura granulada con residuos de coraza.

TABLA 5. Valores de la pendiente "B" obtenida de la relación peso-longitud para los cuatro meses de estudio.

Acuario	ALIMENTO A			ALIMENTO B		
	"b"	n	r ²	"b"	n	r ²
1	2.934	12	0.99	3.073	21	0.99
2	3.115	25	0.99	3.280	32	0.92
3	2.611	12	0.99	3.025	21	0.99

TABLA 6. Longitudes y pesos máximos, obtenidos para Oreochromis mossambicus.

Acuario	ALIMENTO A		ALIMENTO B	
	L _m (cm)	W _m (g)	L _m (cm)	W _m (g)
1	8.7	16.3	13.2	31.2
2	10.4	47.8	6.7	14.5
3	7.7	12.6	12.0	22.0

LITERATURA CITADA

- Aguilera H.P. y Noriega C.P., 1985. La Tilapia y su cultivo. FONDEPESCA.
- Alliot E. et. al., 1983. Influence de la temperature et de la salinite sur la croissance et la composition corporelle d'alevins de Dicentrarchus labrax. Acuaculture Elsevier Scientific Publishing Company.
- A.O.A.C., 1985. Official Methods of Analysis 1 (th) Ed. Washington.
- Arredondo F.J.L. y Guzmán-Arroyo M., 1986. Situación Taxonómica Actual de las Especies de la Tribu Tilapini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. An. Inst. Biol. Universidad Nacional Autónoma de México. 56, Serie Zool. (2): 556-572.
- Arredondo F.J.L., 1987. Breve descripción de los Criterios y Técnicas para el Manejo de Calidad de Agua en Estanques de Piscicultura Intensiva. SEP Pesca, Dirección General de Acuacultura, México. 182 p.
- Arreguín E.R. et. al., 1986. Estudios Citogenéticos en los Peces Tilapia hornorum y T. mossambicus (Pices: Cichlidae), Memorias del Primer Simposio de Acuacultura, del 8 al 12 de Diciembre. FONDEPESCA: 23.
- Bracamontes M. M. y Jiménez B. M., 1987. Tesis. Efecto de una dieta tipo con respecto a una dieta comercial sobre el rendimiento de la trucha arcoiris (Salmo gairdneri) en el estadio juvenil. U.N.A.M. E.N.E.P. Zaragoza, 70 p.
- Castrejón L., 1982. Determinación del Crecimiento de Tilapia sp. con Tres Diferentes Alimentos. Investigación Acuícola 1er. Informe de Trabajo, U.A.E.M. Pesca, C.N.P.A. México: 7-12.
- Cisneros M.J.A., 1981. Informe Preliminar Sobre los Requerimientos de Proteína Cruda en Alevines de Tilapia roja. Revista Latinoamericana de Acuicultura No. 7: 18-21.
- Daniel W.W., 1980. Bioestadística, Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. Edit. Limusa, México. 485 p.

- Davies S.J. et. al. 1989. The Nutritional value of a processed soya protein Concentrate in diets for tilapia fry (Oreochromis mossambicus, Peters). The Israely Journal of Aquaculture Bamidqeh 41 (1): 3-11.
- De Silva S.S. et. al., 1989. The protein Requeriments of young Tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. Aquaculture, Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam. 80:271-284.
- Edwards P. et. al., 1983. Incorporation of composted and Dried Water Hyacinth in Pelleted Feed for the tilapia Oreochromis niloticus. Journal of Aquaculture:
- Edwards P. et. al., 1983. Compost as Fish Feed, a Practical Application of Detriti Vory for the Cultivation of tilapia. Aquaculture Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam. 32:409-413.
- Escalante L.F.J., 1975. Tesis. Estudio Económico de Tres Raciones Balanceadas y Efectos de Manejo en la Alimentación del Bagre. U.A.CH.
- Everhart W. H. and Youngs W. A., 1981. Prinaples of Fishery 2nd ed. Edit. Cornell University Prees. New York. 349 p.
- Guerra H. y Peña M., 1985. Tesis. Estudio del Crecimiento de Oreochromis hornorum (Trewavas, 1980) en Relación a las Condiciones Limnológicas del embalse Permanente de Michapa, Edo. de Morelos, México, U.N.A.M. E.N.E.P. Zaragoza 70 p.
- Gurrero R. D., 1980. Studies on the Feeding of Tilapia nilotica in Floating Cages. Aquaculture Elsevier Scientific Publising Company, Amsterdam, 20:169-175.
- Gulland, A., 1966. Métodos de Análisis de Poblaciones de Peces. FAO, ONU: 38-48.
- Halver J.E., 1972. Fish Nutrition. Edit. Academic Press New York, U.S.A. 620 p.
- Hastings W. H., 1976. Fish Nutrition and Fish Feed Manufacture. Advances in Aquaculture (papers presented at the FAO technical conference on Aquaculture) Kyoto, Japan. 585-574 p.

- Hernández B. S., 1986 Revisión Sobre el Uso de Esteroides en la Inversión Sexual de Tilapia. Memorias del Primer Simposio de Acuicultura del 8 al 12 de Dic. Pachuca, Hgo. U.A.H., México, FONDEPESCA: 7.
- Hilton J. et. al., 1981. Effect of Extrusion Processing and Steam Pelleting Diets on Pellet Durability, Pellet Water Absorption, and the Physiological Response of Rainbow Trout (Salmo gairdneri R.) Aquaculture Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 25: 186-194.
- Jackson A.J. and Capper B.S., 1982. Investigaciones in to the Requirements of the tilapia Sarotherodon mossambicus for Dietary Methionine, Lysine and Arginine in semi-synthetic Diets. Aquaculture: 29: 289-297 p.
- Jauncey K., 1982. The Effects of Varyng Dietary Protein Utilitation and Body Composition of Juvenile tilapias (Sarotherodon mossambicus). Aquaculture: 27: 43-54.
- Kuri-Nivón E., 1980. Instructivo para la Determinación del Factor de Condición del Alimento (F.C.A.). Manuales Técnicos de Acuicultura. Depto. de Pesca, México, 1 (1): 22-34.
- Lagler K.F., 1952. Fres Water Fishery Biology. W.M.C. Brow Co. Publ. Dubuque Iowa. 421 p.
- Lagler et. al. 1984. Ictyologia, edit. AGT. México.
- Lertritz E., 1963. El Cultivo de la Trucha y el Salmon, y la Nutrición. Depto. de Investigaciones Industriales y Económicas, Laboratorio de Tecnología Química Pesquera. S.I.C. Serie de Trabajos de Divulgación No. 73 Vol. VIII, México 37 p.
- Lovell R. T., 1982. Uso de los Productos de Soya en Dietas para Especies de Acuicultura. Asociación Americana de Soya México.
- Medina G.M., 1982. El Factor de Conversión Económico del Alimento en la Evaluación de Alimentos. IV Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Asociación Latinoamericana de Acuicultura 14 p.
- Mojica T.A., 1982. Respuesta en Talla y Peso de Juveniles de Tilapia hornorum Empleando Dietas Alimenticias con Productos Agrícolas. Investi-

gación Acuícola, 1er. Informe de Trabajo, U.A.E.M. Pesca C.N.P.A., Mé
xico: 14-19.

Moller D. Et. A., 1976. Variation in Growth Rate and Ageat Sexual Maturity in Rainbow Trout. Advances in aquaculture (papers presented at the FAO technical conference on Aquaculture). Kyoto, Japan. 622-626 p.

Morales D.A., 1976. Evaluación de Parámetros Poblacionales de Tilapia para la Presa Miguel Alemán, Oaxaca, Méx. Memorias del 1er. Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales, del 3 al 5 de Nov. Chis. I.N. P.

Msiska O.V., 1983 Yields of Sarotherodon mossambicus using Inorganic Fertilizers and Rice Bran in Southern Malawi. Aquaculture Elsevier Science Publishers. Amsterdam. 32: 201-205.

Muranaka M.S. and Lannan J., 1984. Broodstock Management of Crassostrea gigas Environmental Influences on Broodstock Condictionong. Aquaculture Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam. 39: 217-228.

Nanné H., 1981. El Cultivo de la tilapia en Costa Rica. Revista Latinoamericana de Acuicultura No. 7: 11-17.

Oduleye S.O., 1982. Growth and Growth Regulation in the Cichlids. Aquaculture Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 27: 301-306.

Pauly D., 1983. Algunos Métodos Simples para la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales. Documentos Técnicos Pesca, FAO, Roma 16-20 p.

Phillips M.A. Jr., 1969. Nutrition, Digestion and Energy Utilization. Hoar W.S. and Randall D. J. Fish Physiology. Vol. I Academic Press, London. 391-423 p.

Ponce, P.J., 1986. El Efecto de Varias Proporciones de Azolla mexicana en la Dieta Sobre el Crecimiento y Producción de Juveniles de tilapia (Oreochromis hornorum); y la Carpa Barrigona (Ciprinus carpio rubrofruncus) Bajo Condiciones Semicontroladas. Memorias del Primer Simposio de Acuicultura del 8 al 12 de Dic. Pachuca, Hgo. U.A.H., México, FONDEPESCA: 54.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Porrás D., 1981. Estudio Preliminar para la Evaluación de Charcas Temporales. Revista Latinoamericana de Acuicultura No 8.
- Potts G. W. and Wostton R. J., 1984. Fish Reproduction, Strategies and Tactics. 2nd. ed., Edit. Academic Press U.S.A.: 187-200.
- Pretto M. R., 1981. El Sexado de Tilapia por el Método del Tinte. Revista Latinoamericana de Acuicultura No. 7: 24-27.
- Prieto H. F., 1980. Desarrollo Tecnológico de la Alimentación en México. Memorias del 2nd Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Tomo IV, Depto. de Pesca, México. 3043-3055 p.
- Purdom C. E., 1980. Growth in fishes. Lawrence T. L. J. Studies in the agricultural and food sciences growth in animals. Edit. Bulterworths Gran Bretaña 273-285 p.
- Reinitiz G., 1983. Relative effect of age, diet, and feeding rate on the body composition of young Rainbow trout (Salmo gairdneri). Aquaculture. Elsevier Science Publishers. B. V. Amsterdam 35: 19-25.
- Reta M. J. y Bucheli M., 1986. Aprovechamiento de Pequeñas Lagunas Tropicales con Fines de Explotación Piscícolas de Oreochromis niloticus en Jaulas Flotantes. Memorias del Primer Simposio de Acuicultura, del 8 al 12 de Dic. Pachuca, Hgo. U.A.H., México, FONDEPESCA: 8.
- Ricker W. E., 1975. Handbook of Computation for Biological Staties of Fish Populations. Bull Fish Res. Ed. Can. 119-300 p.
- Roberts J. R., 1981. Patología de los Peces. Edit. Mindi-Prensa, Madrid, España. 366 p.
- Rubín R., 1978. La Piscifactoría, Cría Industrial de los Peces de Agua Dulce. Edit. Continental S.A. México: 121-127.
- Sokal and Rohlf, 1979. Biometría, Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica, Edit. H. Blume, Madrid, España. 832 p.
- Tamayo P. R., 1975. Patología molecular, submolecular y molecular. Edit.

Prensa Médica Mexicana, Depto. de Patología I.N.N., México.

- Tejada U. I., 1985. Manual de Laboratorio para el Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A. C.
- Uribe N. E., 1986. Producción de tilapia en un Sistema Cerrado Utilizando Energía Solar. Memorias del Primer Simposio de Acuicultura, Del 8 al 12 de Dic. Pachuca, Hgo. U.A.H. México, FONDEPESCA: 9.
- Vázquez H. M. y Aviles O. S., 1986. Guía Práctica de Nutrición y Elaboración de Dietas Balanceadas para Trucha Arco-Iris. SEPESCA, México. 60 p.
- Villaneda A. A., 1980. Aspectos Económicos Relacionados con el Cultivo de Bore (Alocasia macrorrhiza) como Alimento Suplementario para Tilapia rendalli (Boulenger). 2nd. Simposio de Acuicultura. Tomo IV, Depto. de Pesca, México. 3053-3067 p.
- Viola S. y Arieli Y., 1983. Nutrition studies with tilapia hybrids 2. the effects of oil supplements to practical diets for intensive Aquaculture. Bamidgeh quaterly on Aquaculture in Israel 35 (1): 44-51.
- Viola S. et. al. 1985. Effects of Pelleting Temperature, Brinders and Basic Grains on Water-Satability of Pellets and on Growth of tilapia. Bamidgeh quaterly on Aquaculture in Israel 37 (1): 19-25.
- Viola S. et. al., 1988. Effects of long-term Feeding of fish oil coated Pellets on tilapia and Carp growth, Body fat composition and tolerance to cold. The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh 40 (2): 64-68.
- Wang S. and Wee K. L., 1987. Nutritive Value of Leucaena leaf Meal in Pelleted Feed for Nile tilapia. Aquaculture Elsevier Science Publications B. V. Amsterdam, 62: 97-108.
- Weatherley A. H., 1971. Growth and Ecology of Fish Population Academic Press I.N.C. Londres. 273 p.
- Wetzel R. G., 1981. Limnología. Edit. Omega S.A. España 671 p.