



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD Y FOTOPERIODO CON DIFERENTES TEMPERATURAS EN EL CRECIMIENTO DE LA TILAPIA DEL NILO (Oreochromis niloticus), EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO

M.E.P. - ZARAGOZA - U.N.A.M.



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

DIVISION DE CIENCIAS QUIMICO-BIOLÓGICAS B I O L O G O

COORDINACION DE BIOLOGIA R E S E N T A :

CAMPO 2

CORDOVA CARDENAS ALEJANDRO

U N A M ZARAGOZA



LO HUBIERO EN NUESTRA REFLEXION

ASESOR: BIOL. BERTHA PEÑA MENDOZA

MEXICO, D. F.

TESIS CON OCTUBRE 1994 FALLA DE ORIGEN

7  
2ej  
BASTA  
ESTOS  
TITULO



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.

**ESTE TRABAJO ESTA DEDICADO A:**

**A MIS PADRES:**

María Luisa Cárdenas García  
José Guadalupe Córdova Roldán

Por su cariño y apoyo incondicional en todo momento para lograr este trabajo.

**A MIS HERMANOS:**

María Esther  
Daniel  
Gloria  
Luis Víctor

Por su amistad y paciencia.

**A MIS SOBRINOS:**

Jesica  
Felipe  
Cesar  
Daniela

Por la ternura y amor que me inspiran.

**Alejandro Cordova**

**A MIS ABUELOS**

**Placida Roldan Sosa +**

**Jovita Garcia Amezcua**

**Franciaco cardenas Arsate +**

**Honorio Cordova**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis amigos Salvador Ceja Manzo; María Gazano Morales; José Juan Fuentes Valdivia, Ricardo Ruiz Vazquez; Carlos Durand; Elba Nuñez, José Luis Garduño, Eduardo Villalobos; N Alicia A; Fabiola Urbán; José Manuel Gonzáles; Alvaro López; Mercedes Garduño; Juan Avelar, Miguel por brindarme su amistad.

Al director de tesis Biol. Bertha Peña Mendoza por todo el apoyo logístico en la realización de este trabajo y su amistad.

A los sinodales M. en. C. José Luis Gómez Márquez, Biol. Antonio Valencia Hernández, Antonio Sánchez Vázquez y Luis Samuel Campos Lince por sus comentarios y sugerencias sobre este trabajo.

A mis Profesores de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

## CONTENIDO

	PAGINA
Resumen	i
Introducción	1
Antecedentes	5
Diagnosis de la especie <i>Oreochromis niloticus</i>	9
Posición taxonómica	11
Características sobresalientes del género <i>Oreochromis</i>	12
Objetivos	13
Materiales y métodos	14
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
I Densidad	17
II Fotoperiodo	30
III Densidad temperatura y fotoperiodo	43
Conclusiones	63
Sugerencias	66
Bibliografía	67

## RESUMEN

El estudio se realizó con el fin de observar el efecto que causa la longitud de las horas luz (fotoperiodo), temperatura y densidad en el crecimiento de *Oreochromis niloticus*, en condiciones controladas de laboratorio.

El experimento se realizó en tres fases: en la primera se estableció la densidad de carga adecuada de peces (4 baja, 6 media o 8 alta), para los acuarios con volumen de agua de 30 litros y temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ , una alimentación del 6% en peso y contenido en proteína del 29% a 90 días. No se encontró diferencias significativas al comparar las tres densidades con  $p < 0.05$  al utilizar las variables peso total y longitud patrón.

La tasa de crecimiento, tasa específica, peso ganado, biomasa y factor de conversión alimenticia alcanzaron su máximo valor a una densidad de 8 organismos. El tipo de crecimiento en los machos sometidos a baja densidad presentaron tendencia a la isometría, en las restantes densidades (6 y 8 peces) fue de tipo alométrico positivo. En el caso de las hembras el tipo de crecimiento fue con tendencia a la isometría, con respecto a el índice gonadosomático (GSI) y peso de las gónadas se observaron diferencias significativas entre los sexos con  $p < 0.05$ .

La segunda fase consistió en variar el fotoperiodo (12 L / 12 Obs, 24 L y 24 Obs) a la densidad de 8 organismos que fue la elegida de la primera fase, ya que no se encontraron diferencias significativas con las demás densidades y ofrecían un mayor número de datos a trabajar. El experimento duró 90 días y se suministró alimento al 6% en peso y contenido de proteína del 50% a temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ . El análisis de varianza mostró que no existía diferencia significativa entre las variables peso total y longitud patrón  $p < 0.05$  en hembras y machos. La tasa de crecimiento, peso ganado, factor de conversión alimenticia y biomasa (0.311 Kg.) presentaron su máximo valor a 12 L / 12 Obs.

El tipo de crecimiento en los machos fue de tipo alométrico negativo en los fotoperiodos de 12/12 luz/obscuridad y 24 horas obscuridad y con tendencia a la isometría a 24 horas luz. En las hembras bajo condiciones de fotoperiodo continuo el tipo de crecimiento fue con tendencia a la isometría y a 12 L / 12 Obs alométrico negativo.

En la tercera fase se combinó la densidad, temperatura y fotoperiodo (4 organismos a 25 ° C, 4 organismos a 30 ° C y 8 organismos a 25 ° C) para cada uno de los siguientes fotoperiodos ( 12 L / 12 Obs, 24 L y 24 Obs), por 90 días con una alimentación al 6 % en peso y contenido de 50 % en proteína.

La tasa de crecimiento, tasa específica de crecimiento, peso ganado y biomasa alcanzaron valores máximos a baja densidad y alta temperatura, con los cuales también se obtuvo un factor de conversión alimenticio bajo asociado con un fotoperiodo de 24 Luz.

Al calcular el tipo de crecimiento se tomó en conjunto a las hembras y machos, debido al bajo número de las primeras, presentando un crecimiento alométrico negativo a baja densidad a 25 °C y un fotoperiodo de 12 L / 12 Obs, en los restantes subtratamientos el tipo de crecimiento fué con tendencia a la isometría. A 24 luz todos los subtratamientos presentaron un tipo de crecimiento alométrico negativo; a 24 obscuridad a baja densidad presentaron un crecimiento con tendencia a la isometría y a alta densidad alométrico negativo.

En las hembras la longitud patrón solo fué significativamente diferente dentro de los subtratamientos a baja densidad y alta temperatura a 12 L / 12 Obs  $P < 0.05$ . Para el peso la diferencia se dió a baja densidad y alta temperatura a 12 L / 12 Obs y a 24 obscuridad  $p < 0.05$ . El peso de las gónadas y GSI en hembras en los tres tratamientos fueron significativamente diferentes a baja densidad y alta temperatura  $P < 0.05$ . En los machos el peso y la longitud patrón presentan el mismo comportamiento que en las variables anteriores con  $p < 0.05$ . El peso de las gónadas y GSI siguen el mismo comportamiento en los

machos, obteniendo el valor mas elevado a baja densidad y alta temperatura a 24 oscuridad.

En las tres fases la mortalidad se presentó debido a causa de su aclimatación y a su conducta agresiva, solo en la última fase se adicionó una variable más que fue el aumento de la concentración del cloro en la red municipal que causó una mayor mortalidad en algunos subtratamientos

## INTRODUCCION

En el pasado y en la actualidad el cultivo de tilapia se encuentra firmemente establecido, como una de las especies mayormente cultivadas en los trópicos y subtropicos (Morales, 1991), dadas sus características de rusticidad, rápida ganancia de masa corporal y capacidad en convertir eficientemente subproductos agrícolas en proteínas de alta calidad a bajos costos. Sin embargo, presenta como inconveniente para su cultivo una reproducción a temprana edad (3 a 6 meses) y una rápida proliferación de sus poblaciones debido a que realiza varios desoves a lo largo de un año, al ocupar su energía hacia la maduración sexual y reproducción lo que da como resultado el enanismo de la especie por la excesiva competencia, por espacio como en competencia, problema que ha tratado de controlarse por diversos medios, tales como:

### 1.1 Selección de sexo en forma manual.

Por este método es aprovechado el carácter de dimorfismo sexual propio de éstos peces y que puede ser reconocido por la presencia de una papila ventral que es característica de las tilapias. En ella se presentan dos poros correspondientes al uréter y el oviducto en las hembras y solamente el uréter en los machos, además de que en ambos sexos se observa también el ano (Muir y Roberts, 1982) (Figura 1).

### 1.2 Uso de depredadores.

Muir y Roberts (1982) indican que este método consiste en introducir al cultivo alguna especie de pez que se alimente de las crías de la tilapia. Harper y Pruginin (1985), recomiendan a *Ctenopharyngodon idella*, como depredador de las crías de la tilapia. Pruginin, citado por Muir y Roberts (1982), recomienda a *Lates niloticus*, en los cultivos africanos. Asimismo, mencionan también que Cruz utiliza *Louva pectinata* en Filipinas, en América Central se ha usado *Dicentrarchus labrax* y *Dicentrarchus pectinata* y en México, Morales (1974), recomienda el uso de *Petenia splendens* y *Micropterus salmoides*. En el sureste de Asia son los bagres del género *Clarias* así como *Anguilla japonica*, la perca bocona *Micropterus salmoides* y ciclidos carnívoros como *Serranochromis robustus* y *Hemichromis* (Bardach, 1982).

- 1 - Cola
- 2 - Uréter
- 3 - Oviducto
- 4 - Ano
- 5 - Cabeza

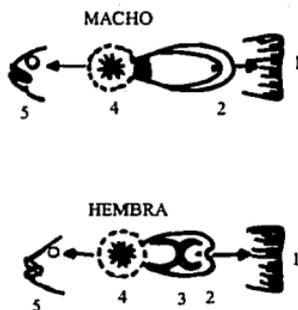


Figura 1. Características del macho y la hembra en *Oreochromis niloticus*

### 1.3 Hibridación.

Consiste en lograr la cruce de dos especies diferentes, de la cual se obtendrán crías de un sólo sexo. Autores como Wohlfart y Hulata (1983), reportan en su trabajo sobre hibridación, cruces que producen crías monosexo que han sido comprobadas. Se pueden citar casos como *Oreochromis niloticus* hembra por *Oreochromis mossambicus* macho produciendo crías en un 100% machos.

### 1.4 Esterilización.

La capacidad reproductora se elimina con alteraciones en las gónadas por quimioesterilizantes o irradiación de rayos  $\gamma$ ,  $\alpha$  y por inyección de isótopos radioactivos, técnica que fue descrita por Lovishin y Da Silva (1975), quienes describen tales técnicas como métodos imprecisos.

### 1.5 Inversión sexual con esteroides.

La inversión sexual consiste en lograr la producción de organismos de un sólo sexo, por aplicación de esteroides a crías indeterminadas sexualmente.

Los primeros intentos tuvieron lugar en los años 30's (Yamamoto ,1953), al usar andrógenos en la diferenciación sexual a machos entre los que se encuentran:

17 $\alpha$  Metil testosterona

17 Etimil testosterona

Aldosterona

11 Ketotestosterona

Propianato de testosterona

En la diferenciación sexual para hembras se usan los siguientes estrógenos:

17 $\beta$  Estradiol.

Estrona.

Estradiol.

Diethylbestrol.

Etinil estradiol.

Estradiolbutiril-acetato ( Hernández , 1988)

Existen otros factores además de los ya mencionados que influyen en el crecimiento de los peces, tales como: ambientales y la cantidad de proteína contenida en la alimentación, debido a que éstos afectan directamente el metabolismo de los organismos en la fijación de nitrógeno (responsable de promover el crecimiento). El presente trabajo pretende establecer las condiciones adecuadas para el mejor crecimiento de la especie *Oreochromis niloticus* en condiciones controladas de temperatura, densidad, fotoperíodo y alimentación.

## ANTECEDENTES

Debido al entusiasmo generado por las investigaciones de hombres como H.S Swingle en la Universidad de Auburn en Alabama y C.F Hickling en el Instituto de Investigaciones de Cultivo de Peces Tropicales de Malasia, y de organismos como la FAO, se han estudiado a todos los congéneres de la tilapia para cultivarlos, al menos en forma experimental en los cinco continentes, debido a esto se impulsando nuevas investigaciones encaminadas a ofrecer métodos de cultivo de la tilapia con el fin de aprovechar la potencialidad como fuente de proteína barata en los países en desarrollo .

La investigación de *Oreochromis niloticus*, se ha basado en trabajos como los elaborados por: Yamamoto citado por Hoar (1969), pionero en trabajos de reversión sexual en la especie *Oryzias latipes*, demostrando que la descendencia de un sólo sexo es obtenida cuando peces de sexo reversible homogaméticos son cruzados con peces normales del mismo genotipo sexual.

Los primeros intentos de producir tilapias de un sólo sexo, fueron de Hiking 1960, por hibridación (en Hernández,1988). Jalbert y col. (1974), reportaron haber obtenido toda la descendencia de hembras en *Tilapia niloticus* de progenitores tratados con Metil testosterona, aplicando 30 mg/kg de alimento durante 60 días.

Fryer y Iles (1972), llevan a cabo comparaciones de tasas de crecimiento en tilapias en condiciones naturales, quienes concluyen que la densidad y calidad del agua, influyen en el crecimiento de las tilapias.

Pruginin et. al (1975), compararon la tasa de crecimiento de dos híbridos *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus* y *Oreochromis vulcani* X *Oreochromis aureus* reportando que las diferencias de crecimiento no son significativas entre ellos.

Watanabe; Clark y cols. (1990) realizaron cultivos con machos juveniles de tilapia roja con peso promedio de 8.71g en jaulas de 1m<sup>3</sup> en las Bahamas, para determinar el efecto de la densidad y el porcentaje de proteína adecuado ( 28 o 32 % ) en la dieta, para el óptimo crecimiento durante un período de 84 días. Reportando que el peso máximo se presentó a 28 % de proteína (176.8 g), y los mejores resultados se obtuvieron al trabajar con 100 org / m<sup>3</sup>.

Balarin y Halton (1979), determinaron los requerimientos de temperatura más importantes para las tilapias, reportando que dentro del rango de 20 a 30 °C, presentan buen desarrollo, aunque algunas especies toleran temperaturas de 16 °C, y consideran letal la temperatura de 10 a 13 °C.

Rothbard (1979), estudió la temperatura de ovulación de *Tilapia zillii* y varias especies de *Sarotherodon* en condiciones de acuarios reportando que la temperatura para la ovulación es de 26 a 29 ° C.

Soderberg (1990), estudió los efectos de la temperatura en el crecimiento de la tilapia azul en acuicultura intensiva por 30 días a 20, 25, y 30 °C , de los resultados obtenidos, desarrolló un modelo que predice el crecimiento en un intervalo de temperatura de 20 a 30 °C.

Skarphedinsson y cols.(1985), investigaron la influencia del fotoperiodo en el desarrollo sexual durante el primer año de vida de la trucha *Salmo gairdneri* y reportan que de los animales que fueron expuestos a 19 horas luz o más, se induce la maduración sexual en los machos, no así en las hembras.

Adams y Thorpe (1989), investigaron el efecto del fotoperiodo y la temperatura en el temprano desarrollo y la inversión de energía en la reproducción del Salmón Atlántico (*Salmo salar*), encontrando que la maduración de los machos se dió en 7.5 % de la población en condiciones de 5 °C superior a la temperatura ambiental ( 20 ° C) y con fotoperiodo de 12 horas luz, para las hembras no se encontró madurez sexual en estas condiciones.

Da Silva, et. al (1986), determinan el consumo de oxígeno de *Oreochromis niloticus* en diferentes estados de su desarrollo en relación a la salinidad, temperatura y edad, quienes reportan que el consumo de oxígeno se incrementa al aumentar la talla y la temperatura, así como a una mayor concentración de sal.

Hargreaves y cols. (1991), mencionan los efectos de la aireación, densidad y conversión alimenticia en la producción de la tilapia roja en jaulas flotantes. Encontrando que la aireación en las jaulas no afecta la tasa de crecimiento, factor de conversión alimenticia, sobrevivencia, ni la biomasa final en las jaulas; pero observaron una mejor respuesta en el grupo de menor densidad.

Abdul y cols. (1991), estudiaron el efecto de cambio de agua en estanques de concreto al aire libre en cultivo de *Oreochromis niloticus* y concluye que la tasa de crecimiento más adecuada fue la de 11 min x kg biomasa en recambios del agua, estando directamente relacionada con la calidad de la misma.

Shiau y cols. (1989), efectuaron investigaciones con crías de *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus* sobre los efectos de dietas a base de fibras (celulosa, agar, carboximetil celulosa y goma) resultados que fueron reportados en el contenido de azúcar en la sangre, en donde los niveles no son significativamente diferentes  $p < 0.05$ , además que el porcentaje de peso ganado y la tasa de conversión alimenticia son significativamente  $p < 0.05$  bajas en alimentos con fibras.

Shiau y cols. (1990), demuestran que el alimento para la tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) con contenido de proteína del 24% puede ser combinada con alimentación a base de semillas con 30 % de proteínas para obtener mejores resultados.

Hanley (1991), estudió los efectos de la alimentación con dietas suplementarias que contenían varios niveles de lípidos (bajo 5.1 con 30% de proteína, medio 9.1 con 32.9% de proteína y alto 12.4 con 31.1% en proteína) en el crecimiento de *Oreochromis niloticus* en un intervalo de temperatura de 28 a 32 °C. A lo que concluye que la tasa de crecimiento y el factor de conversión alimenticia no reflejan diferencias significativas entre las dietas.

Nobert y Rasyid (1991), realizaron estudios sobre los efectos de la ingestión de alimento a saciedad en el crecimiento de *Oreochromis niloticus* a diferentes densidades de carga (0.125, 1, 4, 12 y 20 org / m<sup>2</sup>-) en estanques de concreto en Indonesia. Quienes reportan que la mortalidad y la densidad no son dependientes, además de la tasa de crecimiento para las tres primeras densidades. Mencionan además que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al contenido de proteína y materia seca del pez, así como que la máxima producción fue lograda a densidad de 12 org/m<sup>2</sup> con 170 kg/estanque en 8 semanas. Y concluyen que la ingestión de alimento es influenciada por factores ambientales y la calidad del agua.

## DIAGNOSIS DE LA ESPECIE *Oreochromis niloticus*

A México son introducidas en Junio de 1964 *Tilapia melanopleura*, *Tilapia mossambicus* y *Tilapia aureus* procedentes de Auburn Alabama E. U. A, y llevados a la actual Estación de Acuicultura Tropical de Temazcal, en el Estado de Oaxaca (Morales, 1974). Desde entonces han sido dispersados en una gran cantidad de cuerpos acuáticos de toda la República, dando como resultado que se capturen en aguas continentales nacionales 89 mil Toneladas de tilapia anuales (Morales, 1988).

Los primeros ejemplares de *Oreochromis niloticus* procedieron de Panamá en 1978 y fueron confinados a la Estación Ciprinícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, para después trasladarlos a la Estación de Acuicultura Tropical de Temazcal, Oaxaca (Ricardo Juárez comunicación personal in Arredondo 1985).

Del gran número de especies existentes sólo tres se han logrado distribuir ampliamente y alcanzado importantes logros en sus cultivos: *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis aureus* y *Oreochromis niloticus* (Huet, 1970) (figura 2)

La familia Cichlidae tienen forma oblonga, con largas aletas dorsales y de 23 a 31 espinas y radios, la nariz cuenta con un ustrilo en cada lado. Son peces que soportan variaciones en la temperatura hasta los 16 C aproximadamente.

La familia, cuenta con cerca de 700 especies (Fryer y Hes, 1972) y se encuentran distribuidas en Africa, América Central, México, al Norte y mitad de Sur América, parte de India y Ceilán ( Secretaría de Pesca, 1986; Hernández y Benítez, 1988).

Dada la gran diversidad de especies en el grupo tilapiini, su clasificación taxonómica resulta compleja, por lo que se ha dividido al grupo en cuatro géneros basados en su origen, morfología, hábitos alimenticios y reproductivos: *Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis* y *Dankilia* (Arredondo y Guzmán, 1985; Trewavas, 1982).

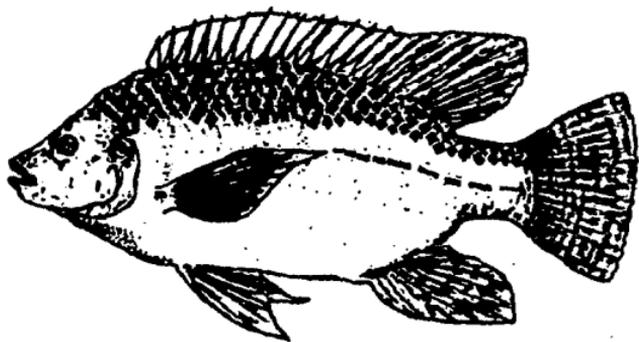


Figura 2. *Oreochromis niloticus* (Linneo)

**POSICION TAXONOMICA DE *Oreochromis niloticus***

<b>División III :</b>	<b>Euteleostei</b>
<b>Super orden :</b>	<b>Acanthopterygii</b>
<b>Orden :</b>	<b>Perciformes</b>
<b>Suborden :</b>	<b>Percaideo</b>
<b>Familia .</b>	<b>Cichlidae</b>
<b>Género :</b>	<b><i>Oreochromis</i></b>
<b>Especie :</b>	<b><i>O. niloticus</i></b>

**(Trewavas ,1973, 1982)**

**Características sobresalientes del género *Oreochromis* presente en México, (Trewavas, 1973 en Arredondo y Guzmán, 1985).**

1. Hábitos alimenticios preferentemente planctófagos.
2. Entre 14 y 29 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial.
3. El macho desarrolla una coloración muy marcada en la época de reproducción y fija su territorio.
4. Tiene un periodo prenupcial corto.
5. El macho es polígamo y usa el nido para el cortejo y fertilizar los huevos.
6. Sus nidos asemejan cráteres circulares ligeramente más grandes que la longitud de la hembra.
7. Tienen gónadas pequeñas, pero los huevos contienen gran cantidad de vitelo.
8. Huevos de color amarillo naranja (2.2 a 3 mm) no presentan una cubierta adhesiva externa.
9. Pocos huevos (menos de 700).
10. Las hembras incuban los huevos y protegen a los alevines en la boca por 20 a 30 días.
11. La sobrevivencia es alta en las crías

## OBJETIVO GENERAL

Determinar el crecimiento de la mojarra *Oreochromis niloticus* bajo condiciones controladas de densidad, temperatura y fotoperíodo en laboratorio durante el periodo comprendido de julio de 92 a julio de 93.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar los efectos en *Oreochromis niloticus* de:

1. La densidad de carga sobre el crecimiento con 4, 6, y 8 organismos en acuarios de 30 litros.
2. Los diferentes fotoperíodos (12 L / 12 Obs, 24 L y 24 Obs) en la tasa de crecimiento
3. La temperatura sobre el crecimiento en los distintos tratamientos a 25 y 30 °C.
4. La alimentación a base de alimento comercial con (29 y 50% proteína) y obtener para cada tratamiento:
  - 1.1. El ritmo de crecimiento bajo las distintas condiciones a que es sometida .
  - 1.2. El factor de conversión alimenticia.
  - 1.3. La relación Peso-Longitud patrón como indicador del crecimiento corporal.
  - 1.4. Índice gonadosomático.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 250 peces de *Oreochromis niloticus* en cada una de las fases obtenidos de la piscifactoría Fernando Obregón, localizada en el poblado de El Rodeo, Morelos y fueron colocados para su adaptación en acuarios de vidrio de 48.5 x 26 x 23 cm. y llenados a 30 litros. temperatura de  $25 \pm 2^\circ \text{C}$  mantenida con un calentador de 50 watts, sistema de bombeo continuo y suministro de alimento comercial para peces (29 y 50 % de proteína) ad libitum, para posteriormente ser seleccionados al azar y colocados en la fases correspondiente. Las fases experimentales, constaron cada una de 90 días, en las que se utilizaron dos repeticiones para cada tratamiento. Se tomaron diariamente lecturas de temperatura (con un termómetro de mercurio de  $\pm 1^\circ \text{C}$  de precisión) y oxígeno (con un oxímetro digital modelo 5513-55 Colé Pálmer). Se extrajo la materia orgánica existente en el fondo mediante sifoneo y cada 15 días fueron tomadas las siguientes medidas biométricas: Longitud total (de la punta de la mandíbula inferior a los últimos radios de la aleta caudal). longitud patrón (de la punta de la mandíbula inferior a donde se localiza el hueso hipoureal), altura (de la base de la aleta dorsal y en forma perpendicular a la longitud total) con el uso de un ictiómetro convencional, así como el peso corporal con una balanza analítica de  $\pm 0.1$  g de precisión.

### PRIMERA FASE

#### I. DENSIDAD

En cada acuario con las dimensiones mencionadas se colocaron 4, 6 y 8 organismos de 30 días de nacidos, con peso inicial promedio de 0.4 g, mismos que se mantuvieron a  $25 \pm 2^\circ \text{C}$  de temperatura y alimentados a razón de 6% de la biomasa total suministrado en tres raciones al día. Una vez transcurridos 90 días los animales se midieron y pesaron y posteriormente se sacrificaron con el fin de conocer el estadio gonádico alcanzado y el peso de las gónadas para calcular el índice gonadosomático. En base en las variables anteriormente obtenidas se realizó el análisis estadístico (t-student, anova por rangos múltiples, diagramas de caja con muesca) para definir a que densidad se continuaría el trabajo experimental.

## SEGUNDA FASE

### II. FOTOPERIODO

Una vez establecida la densidad adecuada (en base a los resultados de la primera fase), se procedió a instalar los siguientes tratamientos de fotoperiodo:

Se colocaron organismos de 30 días de nacidos en los acuarios a un intervalo de temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , y se mantuvieron bajo tres condiciones diferentes de iluminación: luz continua, oscuridad continua y 12 horas de iluminación ( encendida de 8:00 a 20:00 horas) y se les suministró alimento para trucha ( 50 % en proteína ) a razón de 6 % de la biomasa total en tres raciones al día. Una vez terminada la fase se procedió como en la primera.

### TERCERA FASE

#### III. DENSIDAD, FOTOPERIODO Y TEMPERATURA

Se colocaron organismos de 30 días de nacidos en temperaturas de 25 y  $30^{\circ}\text{C}$ , las peceras se mantuvieron en tres condiciones diferentes de iluminación: luz continua, oscuridad continua y 12 horas luz ( encendida de 8:00 a 20:00 horas) y diferentes densidades ( 4 y 8 organismos en acuarios de 30 litros) la alimentación se mantuvo como en la segunda fase. Se procedió de forma semejante al finalizar el experimento como en la primera fase.

#### Tratamientos

12/12

24 horas luz

24 horas oscuridad

#### Subtratamientos

8 peces a  $25^{\circ}\text{C}$

8 peces a  $25^{\circ}\text{C}$

8 peces a  $25^{\circ}\text{C}$

4 peces a  $25^{\circ}\text{C}$

4 peces a  $30^{\circ}\text{C}$

4 peces a  $30^{\circ}\text{C}$

4 peces a  $25^{\circ}\text{C}$

4 peces a  $30^{\circ}\text{C}$

4 peces a  $30^{\circ}\text{C}$

De cada fase, se obtuvo la siguiente información:

RESPUESTA	FORMULA	DIMENSION
Conversión alimenticia	$F / (W_t - W_0)$	
Tasa de crecimiento	$(W_t - W_0) / t$	g / d ( Norbet, 1991 )
Tasa específica de crecimiento	$(\ln W_t - \ln W_0) / t \cdot 100$	g d (Watanabe, 1990)
Peso ganado %	$(W_t - W_0 / W_0) 100$	g / g ( Shiau, 1990)
Relación Peso-Longitud	$W = aL^b$	g (Everhart y Young, 1975)
Índice Gonadosomático	$IGS = W_g / W_t$	( Rossenblum, 1992)

Donde:

F = Cantidad de alimento

W = Peso del pez

W0 = Peso inicial

Wg = Peso de la gónadas

Wt = Peso final

b = Pendiente

a = Ordenada al origen

t = Tiempo

L = Longitud del pez

ln = Logaritmo natural

Análisis estadístico empleados:

Varianza de un factor por rangos o prueba Honesta de Kruskal-Wallis.

t - student (Canavos, 1984).

Análisis Exploratorio:

Diagramas de caja con muesca (Salgado, 1992)

## RESULTADOS Y DISCUSION

### I. Densidad.

El experimento se realizó en la época de verano ( julio - septiembre ) de 1992.

El promedio en Longitud patrón, peso y biomasa al inicio y al final del experimento se puede apreciar en la Tabla 1, se observa que dichos valores no presentan diferencia cuando se trabaja con el total de datos ni aún cuando se divide entre hembras y machos (Tabla 5). La mortalidad como se observa en dicha tabla se presentó con mayor porcentaje cuando los animales fueron sometidos a densidad de 4 organismos en 30 litros, no siendo ésta dependiente de la densidad como lo demuestra su variabilidad en las restantes densidades (6 y 8 org/30 L). Se puede pensar que la mortalidad este relacionada a la dominancia jerárquica, manifiesta en la conducta agresiva que se presenta en forma marcada en la especie en estudio, el tamaño de los peces fue clave debido a que los más grandes dominaron a los pequeños . Las interacciones más agresivas se observaron en peces del mismo tamaño, esta conducta ocasionó estrés a los subordinados y en ocasiones la muerte, esto concuerda con lo mencionado por Spotte (1992) en donde algunas especies de peces exhiben dicho comportamiento. Además de lo mencionado la aclimatación en las primeras etapas de estudio contribuyó a la mortalidad.

La tasa específica de crecimiento, así como la tasa de crecimiento y peso ganado en %, es otra forma de cuantificar el desarrollo de los organismos, que nos indican cual es el comportamiento de los incrementos en peso . En el presente estudio se obtuvo su máximo valor a la densidad de 8 org/ 30 L, pero en relación a los valores de los demás tratamientos no muestran gran diferencia, debido posiblemente a que se inicio con organismos en etapa de alevin, siendo esta época de su ciclo biológico, donde su tasa de crecimiento es mayor y conforme aumentan su edad va decreciendo (Gómez, 1994) (Tabla 1).

El factor de conversión alimenticia se estableció en un intervalo de 0.940 y 1.064, expresando su valor como la cantidad de alimento necesario para lograr un incremento de 1 kg. en biomasa; siendo el valor más bajo para la densidad de 8 org/30 L, lo que establece que a esta densidad se dió la máxima conversión de alimento o bien se aprovecho mejor (Kuri, 1979) (Tabla 2).

TABLA 1

Resultados del experimento con tilapia *Oreochromis niloticus* a diferentes densidades

DENSIDAD	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	MORTALIDAD	TC	TEC	PESO
ORGANISMOS EN 30 DÍAS	EN INICIAL	EN FINAL	EN INICIAL	EN FINAL	(%)	(%)	(%)	GANADO
(/30 L)	(cm)	(cm)	(g)	(g)				(%)
4	2.41 ±0.67	6.05	0.46 ±0.06	8.77	25	0.09	3.27	1794.91
6	2.41 ±0.67	5.93	0.46 ±0.06	8.34	11.1	0.09	3.22	1706.22
8	2.41 ±0.67	6.42	0.46 ±0.06	9.30	12.5	0.1	3.34	1915.60

TC = Tasa de crecimiento.

TEC = Tasa específica de crecimiento.

La máxima producción fue lograda en la densidad de 8 org / 30 L con 0.362 kg. en 90 días (Tabla 2).

TABLA 2.

Respuesta al alimento en *Oreochromis niloticus* al 6% a diferentes densidades en 90 días.

DENSIDAD	ALIMENTO SUMINISTRADO (kg.)	BIOMASA (Kg)	FCA promedio
4 org / 30 L	0.152	0.145	1.064
6 org / 30 L	0.240	0.252	0.975
8 org / 30 L	0.333	0.362	0.940

FCA = Factor de conversión alimenticia

El promedio máximo en peso total y en longitud patrón se obtuvo a una densidad de 8 org / 30 L. (Tabla 1, figs. 3 y 4).

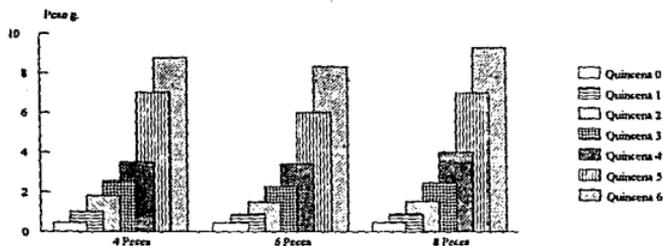


Figura 3. Promedio en peso de *Oreochromis niloticus* en diferentes densidades.

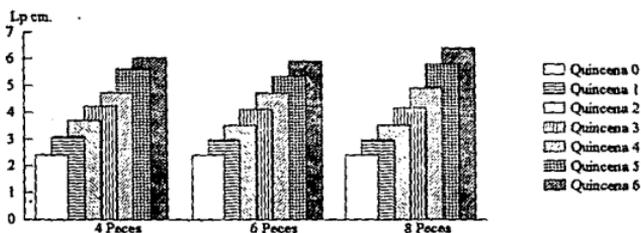


Figura 4. Promedio en Longitud patrón de *Oreochromis niloticus* en diferentes densidades.

El tipo de crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) se verificó por medio de una prueba de hipótesis a los valores de pendiente resultantes del coeficiente de regresión de la relación Peso-Longitud patrón obtenido del modelo multiplicativo, con el fin de saber si eran iguales o significativamente diferentes a 3, aplicándose en forma independiente para machos y hembras (Tabla 3 y 4). Cuando los animales (machos) fueron mantenidos a baja densidad, su crecimiento fue de tipo isométrico, lo que indica que éste se llevó en forma proporcional tanto en peso como en longitud, no siendo así para los animales sometidos a las otras densidades, en donde el crecimiento siguió un comportamiento de tipo alométrico positivo, lo que implica un mayor crecimiento en peso, mientras que para las hembras su tipo de crecimiento fue isométrico.

**TABLA 3.**

Prueba de hipótesis para verificar si la pendiente es diferente a 3 en *Oreochromis niloticus* machos

DENSIDAD	$W = aL^b$	HIPOTESIS	t CALCULADA	t TABLAS	DECISION
4 org / 30 l.	a=0.5562 b=3.1577 n=61 $r^2=98.50$	H <sub>0</sub> : b=3 H <sub>a</sub> : b≠3	1.7971	2.0003	b=3
6 org / 30 l.	a=0.5734 b=3.2687 n=95 $r^2=97.49$	H <sub>0</sub> : b=3 H <sub>a</sub> : b≠3	2.2535	1.9867	b=3
8 org / 30 l.	a=0.5684 b=3.2101 n=184 $r^2=98.48$	H <sub>0</sub> : b=3 H <sub>a</sub> : b≠3	2.3182	1.9733	b=3

**TABLA 4.**

Prueba de hipótesis para verificar si la pendiente es diferente a 3 en *Oreochromis niloticus* hembras

DENSIDAD	$W = aL^b$	HIPOTESIS	t CALCULADA	t TABLAS	DECISION
4 org / 30 l.	a=0.5264 b=2.9998 n=35 $r^2=99.03$	H <sub>0</sub> : b=3 H <sub>a</sub> : b≠3	-0.015189	2.0301	b=3
6 org / 30 l.	a=0.5580 b=3.1613 n=95 $r^2=98.80$	H <sub>0</sub> : b=3 H <sub>a</sub> : b≠3	1.9853	1.9867	b=3
8 org / 30 l.	a=0.5501 b=3.1225 n=47 $r^2=99.13$	H <sub>0</sub> : b=3 H <sub>a</sub> : b≠3	1.8144	2.0141	b=3

a = Ordenada al origen    b = Pendiente    n = Número de datos     $\alpha = 0.05$

Las ecuaciones que describen la relación del Peso-Longitud patrón para machos y hembras se incluyen y se observan gráficamente en las Figuras 5-10.

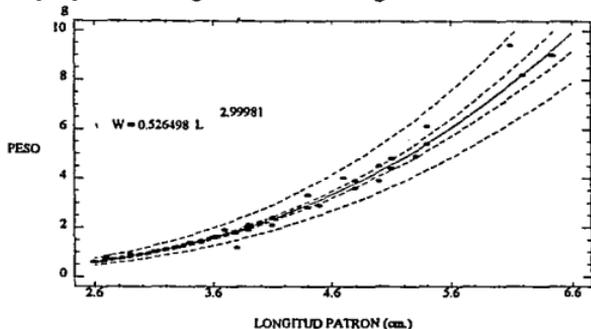


Figura 5. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a densidad de 4 organismos.

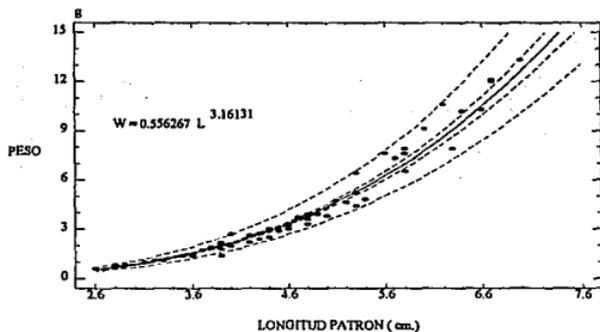


Figura 6. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos a densidad de 4 organismos.

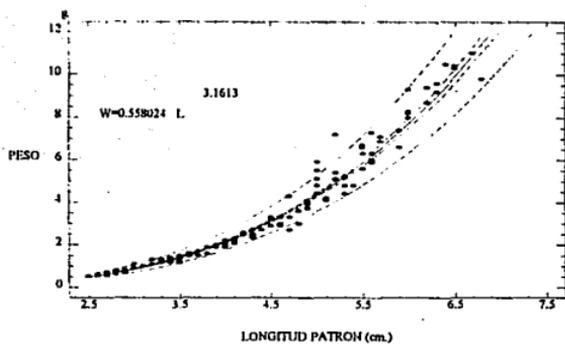


Figura 7. Relación peso Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a densidad de 6 organismos

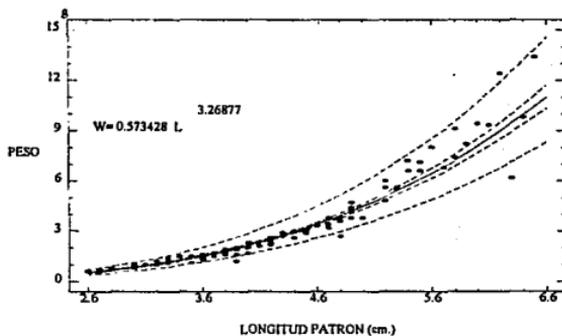


Figura 8. Relación peso Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos a densidad de 6 organismos

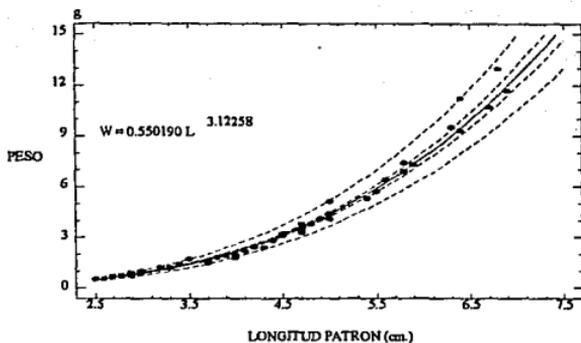


Figura 9. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a densidad de 8 organismos.

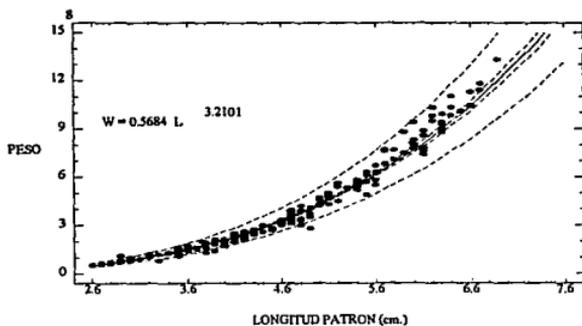


Figura 10. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos a densidad de 8 organismos.

TABLA 5 •

Análisis de varianza de Longitud patrón (LP) y Peso en *Oreochromis niloticus*

MACHOS	n	LP(cm.)	PESO (g.)
4 org / 30 l.	6	6.283 ± 0.691	10.061 ± 2.791
6 org / 30 l.	8	5.737 ± 0.757	7.775 ± 3.352
8 org / 30 l	16	6.175 ± 0.583	9.300 ± 2.540
HEMBRAS			
4 org / 30 l.	3	5.613 ± 0.743	6.300 ± 2.381
6 org / 30 l.	8	6.125 ± 0.459	8.862 ± 2.094
8 org / 30 l	4	6.125 ± 0.932	9.025 ± 4.090

\* P < 0.05 SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ENTRE EL MISMO SEXO

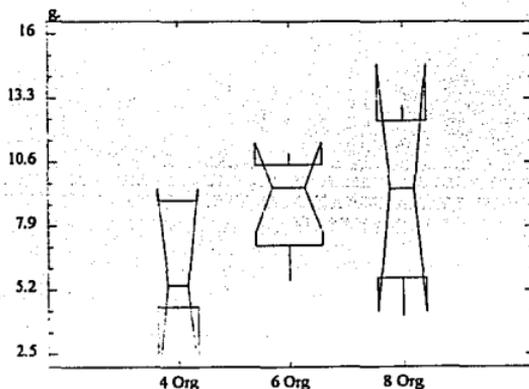


Figura 11. Diagrama de caja con muesca para el peso en *Oreochromis niloticus* hembras

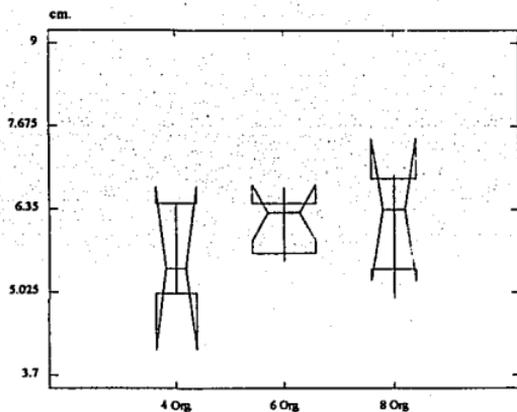


Figura 12. Diagrama de caja con muesca de Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras

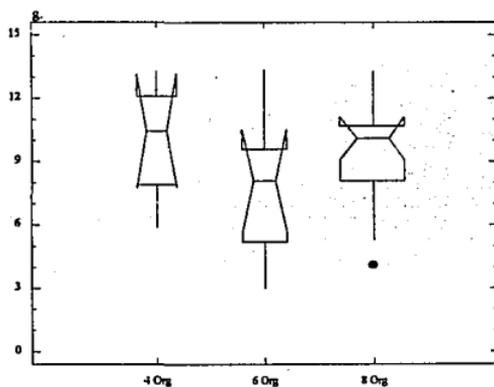


Figura 13. Diagrama de caja con muesca de Peso en *Oreochromis niloticus* machos

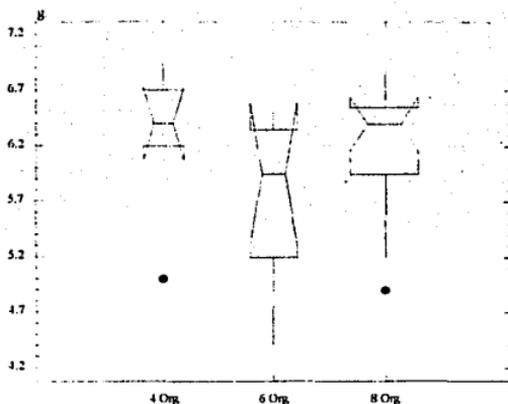


Figura 14. Diagrama de caja con muesca de Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos

El análisis de varianza del peso de las gónadas y índice gonadosomático (IGS), demostró que no son significativamente diferentes entre el mismo sexo de las diferentes densidades  $p < 0.05$ , pero si se observa una diferencia entre machos y hembras de la misma densidad  $p < 0.05$  (tabla 6). Debido principalmente a que las hembras a la edad de tres meses se encuentran en condiciones la reproducción, lo que se comprueba al analizar los valores de peso de gónadas e índice gonadosomático (tabla 6), cuyos datos son superiores a los registrados para los machos. Esto corrobora lo mencionado por (Mabaye, 1971; Fryer e Lles, 1972; Hephher y Prugining, 1981), que en especies como las tilapias, los machos crecen más rápido que las hembras pero estas maduran en menos tiempo y en donde las gónadas pueden constituir una proporción importante del peso corporal total.

TABLA 6

Análisis de varianza de Peso de gónadas e Índice gonadosomático en *Oreochromis niloticus*

MACHOS	n	Peso gónadas (mg)	Índice gonadosomático
4 org / 30 l.	6	60 ± 33.46	3.21 ± 1.34
6 org / 30 l.	8	55 ± 49.85	4.47 ± 2.32
8 org / 30 l	13	51.34 ± 74.53	4.40 ± 5.75
HEMBRAS			
4 org / 30 l.	3	113.33 ± 100.16 *	11.80 ± 12.18 *
6 org / 30 l.	7	193.14 ± 196.79 *	14.44 ± 13.66 *
8 org / 30 l	5	50.8 ± 27.13 *	4.83 ± 2.43 *

\* P < 0.05 SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ENTRE MACHOS Y HEMBRAS.

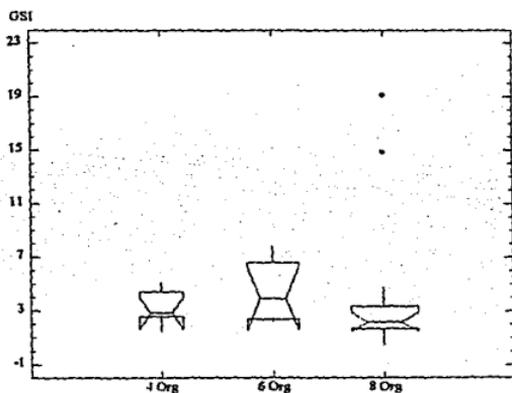


Figura 15. Diagrama de caja con muesca de GSI en *Oreochromis niloticus* machos

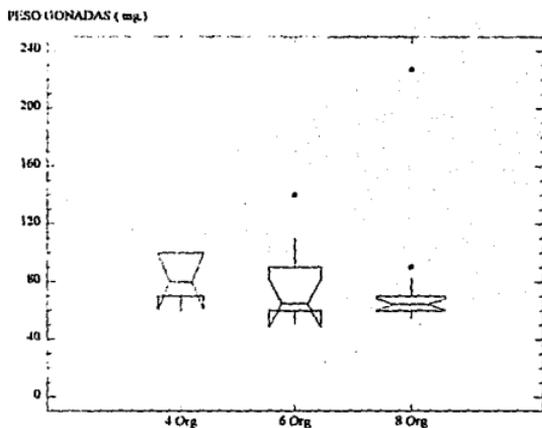


Figura 16. Diagrama de caja con muesca de Peso gónadas en *Oreochromis niloticus* machos

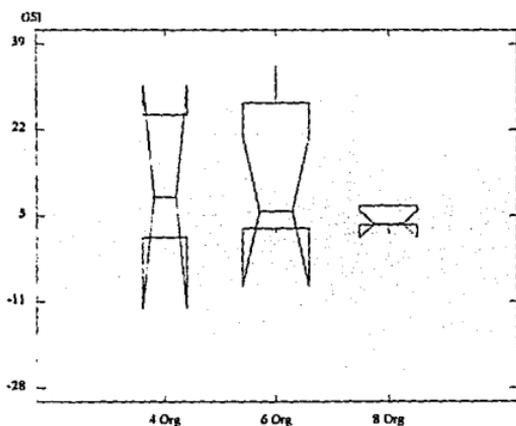


Figura 17. Diagrama de caja con muesca de GSI en *Oreochromis niloticus* hembras

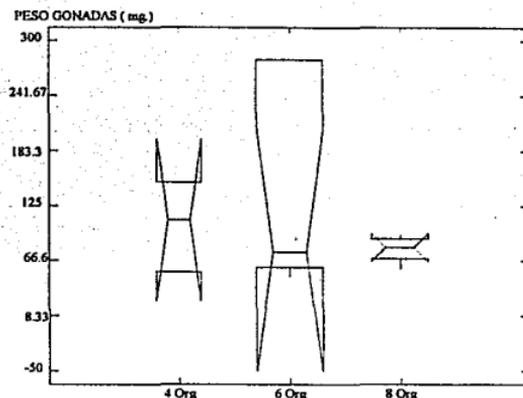


Figura 18. Diagrama de caja con muesca de Peso gónadas en *Oreochromis niloticus* hembras

Una vez analizado el peso total, longitud patrón y demás variables que indican el desarrollo de los peces que fueron sometidos a diferentes densidades de carga, bajo condiciones controladas de laboratorio, se puede concluir que no existe diferencia significativa en su crecimiento, razón por la cual se pasará a la siguiente fase de experimentación bajo las condiciones de alta densidad (8 organismos/30 l), con la finalidad de tener un número de datos suficientes para llevar a cabo las pruebas estadísticas necesarias.

## II. FOTOPERIODO

Una vez elegida la densidad de 8 organismos/30 L en la primera fase, fueron expuestos tres grupos con esta densidad, a los siguientes regimenes de fotoperiodo 12 luz/12 oscuridad; 24 horas luz y 24 horas oscuridad, por tres meses en la época de Otoño a temperatura constante de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , obteniendo los siguientes resultados.

El promedio en longitud patrón, peso, tasa de crecimiento, tasa específica de crecimiento y peso ganado al inicio y al final del experimento se presentan en la tabla 7, en donde se puede apreciar que los valores mas altos son los obtenidos para los animales que fueron expuestos a fotoperiodos de 12 L /12 Obs y disminuyen bajo condiciones de oscuridad total. La explicación de esto se debe a que uno de los factores de mayor importancia implicados en el crecimiento de los seres vivos, es el fotoperiodo, debido a que es de los más regulares y periódicos a los que estamos sometidos. Es un hecho que la luz actúa como un factor directivo, y además de transmitir la más detallada información del medio circundante, puede provocar cambios a nivel fisiológico y endócrino en los peces afectando de manera directa su crecimiento, lo que se corrobora con lo establecido por Hephher (1993) que menciona que las variaciones cíclicas y estacionales en el crecimiento son reguladas por el periodo de luz .

Por lo que respecta a la mortalidad, esta se presentó con menor grado a fotoperiodo de 24 horas oscuridad, correspondiendo a 13 %, en tanto que en los fotoperiodos 12 luz /12 oscuridad y 24 luz fue de 26 %, debido principalmente a la conducta agresiva en la especie y aclimatación en las etapas iniciales de experimentación y a lo ya mencionado en la primera fase.

**TABLA 7**

Resultados del experimento con tilapia *Oreochromis niloticus* a diferentes fotoperiodos

FOTO PERIODO	PROMEDIO INICIAL Lp (cm)	PROMEDIO FINAL Lp (cm)	PROMEDIO INICIAL PESO (g)	PROMEDIO FINAL PESO (g)	MORTALIDAD %	TC g/g	TEC %	PESO GANADO %
12 L/12 O	2.42 ±0.34	7.960	0.683 ±0.25	18.062	26	0.193	3.640	2544.582
24 L	2.42 ±0.34	7.630	0.683 ±0.25	16.462	26	0.175	3.535	2310.322
24 O	2.42 ±0.34	7.240	0.683 ±0.25	13.046	13	0.137	3.278	1810.200

TC = Tasa de crecimiento.

TEC = Tasa específica de crecimiento.

L = Luz

O = Oscuridad

El factor de conversión alimenticia, se estableció en un intervalo de 2.222 a 2.434 siendo el más bajo y en donde mejor se aprovechó el alimento (Kuri, 1979) cuando los animales fueron expuestos a fotoperiodos de 12 luz/12 oscuridad, debido posiblemente a que los animales no se encontraban bajo estrés causado por las condiciones extremas de iluminación y presenta un fotoperiodo cercano al natural. En consecuencia la máxima producción (Kg.) se logró en dicho fotoperiodo (tabla 8).

**TABLA 8**

Respuesta al alimento en *Oreochromis niloticus* al 6 % a diferentes fotoperiodos en 90 días.

FOTOPERIODO	CANTIDAD DE ALIMENTO (kg)	BIOMASA (kg)	PCA Promedio
12 L / 12 O	0.1866	0.311	2.222
24 L	0.1708	0.285	2.434
24 O	0.3021	0.303	2.342

L = Luz

O = Oscuridad

El máximo promedio en Peso y Longitud se obtuvo a un fotoperiodo de 12 luz/12 oscuridad (figuras 19 y 20). Pero si nos enfocamos a analizar los incrementos quincenales del crecimiento, la respuesta de los organismos a la influencia de la luz es diferente, pudiendo establecer que cuando son expuestos a fotoperiodos de luz continuos (24 luz), la estimulación del crecimiento se da principalmente en etapas tempranas de vida (2 a 3 meses) y a partir de éstas tienen mejor influencia las condiciones de luz/oscuridad. Estos datos concuerdan con la información de que los fotoperiodos prolongados de luz estimulan el

crecimiento hasta cierto rango de tolerancia para cada especie y el efecto contrario lo inhibe (Brett, 1979)

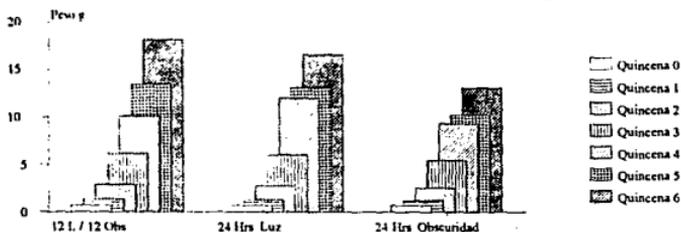


Figura 19 Promedio en peso (g.) de *Oreochromis niloticus* en diferentes fotoperiodos.

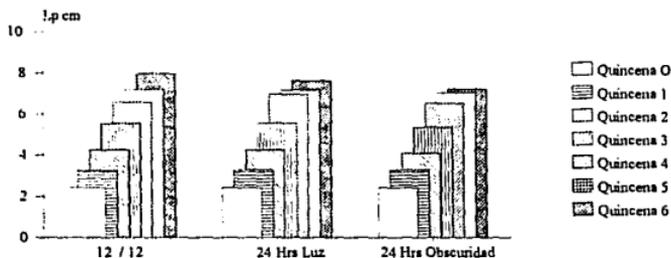


Figura 20. Promedio en Longitud patrón de *Oreochromis niloticus* en diferentes fotoperiodos.

El tipo de crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), se analizó para hembras y machos, en el caso de los machos se presentó crecimiento de tipo alométrico negativo en los fotoperiodos 12 L / 12 Obs y 24 horas oscuridad, lo cual indica que los organismos crecen más en longitud que en peso. En el régimen de 24 horas de luz el crecimiento presentó una tendencia de tipo isométrica, lo que indica que el peso se incrementa al cubo de la longitud (Ricker, 1979). Para el caso de las hembras en los fotoperiodos de 24 horas luz y 24 horas oscuridad el tipo de crecimiento tuvo una tendencia a la isometría y para 12 L/12 Obs se presentó un crecimiento de tipo alométrico negativo característico en peces que crecen más en longitud que en peso (Tabla 9 y 10).

**TABLA 9**

Prueba de hipótesis para verificar si la pendiente es diferente a 3 en *Oreochromis niloticus* machos

FOTO PERIODO	$W = aL^b$	HIPOTESIS	t CALCULADA	t TABLAS	DECISION
12 L: 12 O	a=0.0450 b=2.85891 n=69 r <sup>2</sup> =98.33	Ho: b=3 Ha: b≠3	-2.1248101	1.6669	Ha: b≠3
24 L	a=0.0354 b=2.97602 n=64 r <sup>2</sup> =99.33	Ho: b=3 Ha: b≠3	-0.459420	1.6744	Ha: b=3
24 O	a=0.0444 b=2.83051 n=66 r <sup>2</sup> =99.27	Ho: b=3 Ha: b≠3	-3.7391894	1.6669	Ha: b≠3

**TABLA 10**

Prueba de hipótesis para verificar si la pendiente es diferente a 3 en *Oreochromis niloticus* hembras

FOTO PERIODO	$W = aL^b$	HIPOTESIS	t CALCULADA	t TABLAS	DECISION
12 L: 12 O	a=0.0407 b=2.902 n=34 r <sup>2</sup> =99.61	Ho: b=3 Ha: b≠3	-3.01072	1.6896	Ha: b≠3
24 L	a=0.0375 b=2.94573 n=45 r <sup>2</sup> =99.15	Ho: b=3 Ha: b≠3	-1.04129	1.6794	Ha: b=3
24 O	a=0.0381 b=2.9141 n=41 r <sup>2</sup> =98.47	Ho: b=3 Ha: b≠3	-1.156765	1.6839	Ha: b=3

L = Luz      a= Ordenada al origen      n= Número de datos      α= 0.05

O = Oscuridad      b= Pendiente

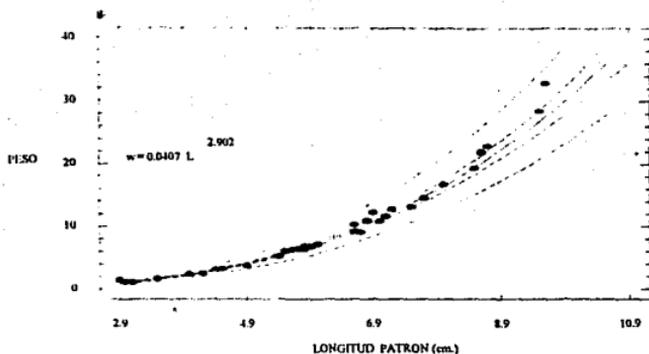


Figura 21. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a fotoperíodo de 12 luz/12 oscuridad

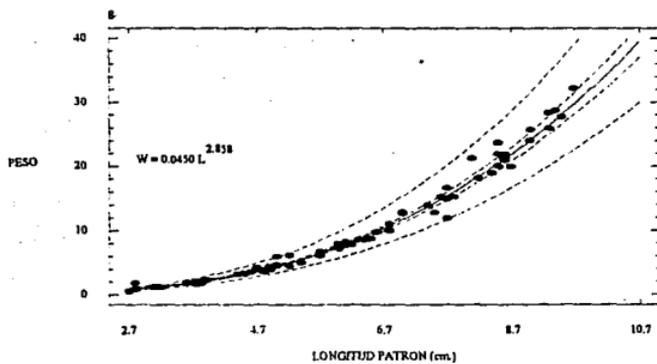


Figura 22. Relación Peso- Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos a fotoperíodo de 12 luz /12 oscuridad

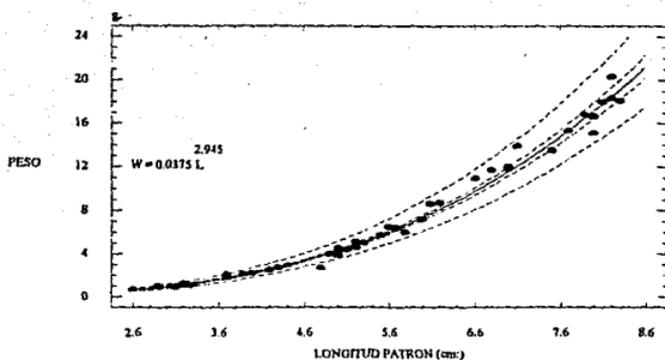


Figura 23. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a fotoperíodo de 24 luz

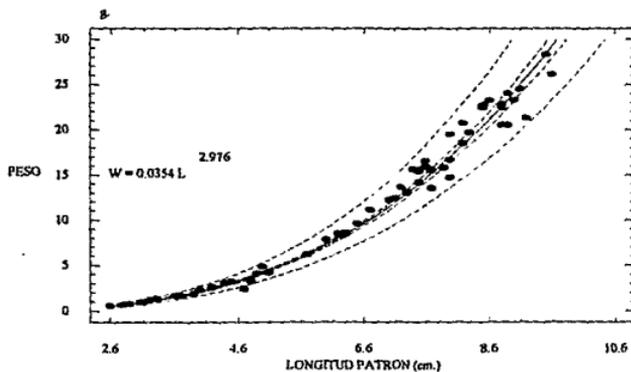


Figura 24. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos a fotoperíodo de 24 luz

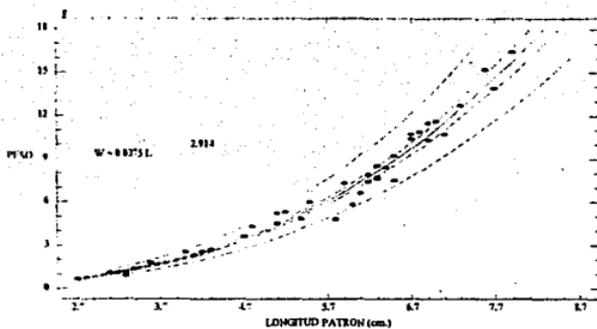


Figura 25. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a fotoperiodo de 24 oscuridad.

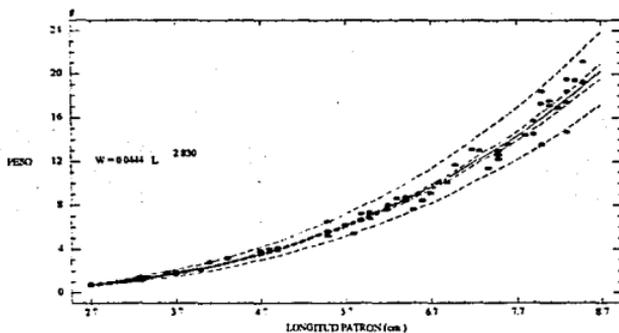


Figura 26. Relación Peso-Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos a fotoperiodo de 24 oscuridad.

El análisis de varianza de la Longitud y el Peso no mostró diferencias significativas en los diferentes fotoperiodos, entre machos y hembras, así como dentro del mismo sexo,  $p < 0.05$  (Tabla 11. Figuras 27-30).

TABLA 11

Análisis de varianza de Longitud patrón (LP) y Peso en *Oreochromis niloticus*

MACHOS	n	LP(cm.)	PESO (g)
12 L : 12 O	10	8.130 ± 1.146	19.330 ± 7.934
24 L	10	8.631 ± 1.332	18.790 ± 6.708
24 O	9	7.555 ± 0.181	14.711 ± 6.404
HEMRAS			
12 L : 12 O	6	7.683 ± 1.279	15.950 ± 7.887
24 L	6	7.016 ± 1.377	12.583 ± 6.035
24 O	6	6.766 ± 0.598	10.550 ± 3.257

°  $P < 0.05$  SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ENTRE SEXOS.

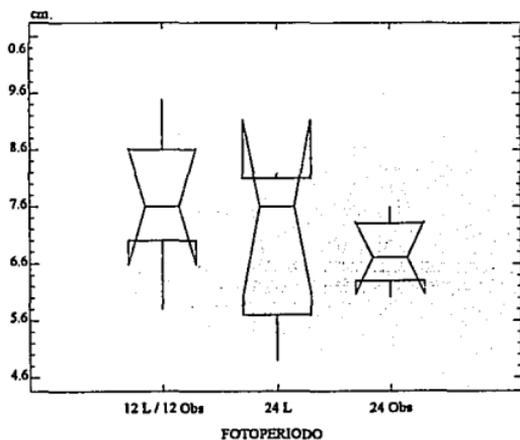


Figura 27. Diagrama de caja con muesca de Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras

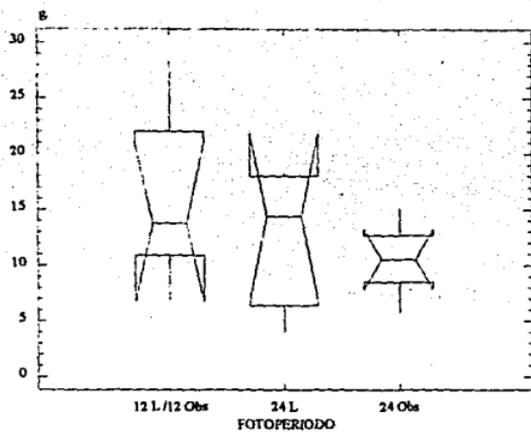


Figura 28. Diagrama de caja con muesca de Peso en *Oreochromis niloticus* hembras

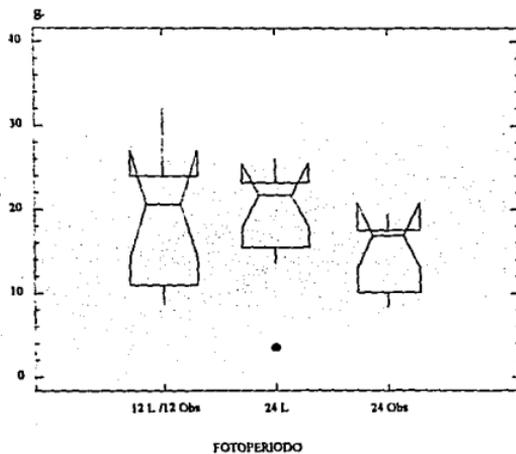


Figura 29. Diagrama de caja con muesca de Peso en *Oreochromis niloticus* machos

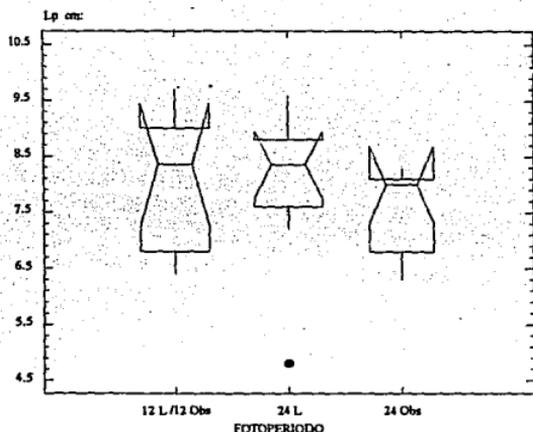


Figura 30. Diagrama de caja con muesca de Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos

El análisis de varianza del Peso de las gónadas e índice gonadosomático (GSI), en hembras y machos no mostró diferencia estadística en los diferentes fotoperíodos dentro del mismo sexo, pero sí entre sexos (Tabla 12 y Figuras 31-34). Esto último debido posiblemente a la influencia de la luz sobre el crecimiento, ya que puede dar resultados confusos y complejos, además de que hay que tomar en cuenta las interacciones con otros factores (temperatura, densidad y alimento), entre los cuales se pueden citar a los ritmos endógenos de los peces, los cuales actúan como reguladores del eje neuroendócrino y de esta forma afectar la síntesis de algunas hormonas y/o esteroides que influyen en el desarrollo del animal. Esto corrobora lo reportado por (Mabaye, 1971; Fryer e Iles, 1972; Hepher y Pruginig, 1981) en donde especies como la tilapia, la hembra aunque crece más lentamente, su maduración es más rápida que en el macho. Las gónadas totalmente desarrolladas pueden constituir una porción considerable del Peso corporal total siendo una desventaja para el cultivo, por el hecho de inhibir o suspender temporalmente su crecimiento.

TABLA 12

Análisis de varianza del Peso de las gónadas e Índice gonadosomático en *Oreochromis niloticus*

MACHOS	n	PESO GONADAS (mg.)	GSI
12 L : 12 O	11	101.15 ± 90.65	4.10 ± 3.07
24 L	11	198.45 ± 166.57	7.47 ± 5.25
24 O	12	133.90 ± 83.47	6.12 ± 3.83
<b>HEMBRAS</b>			
12 L : 12 O	7	469.28 ± 426.28°	21.65 ± 14.13°
24 L	6	488.56 ± 256.1°	26.68 ± 10.65°
24 O	6	565.23 ± 399.59°	39.04 ± 23.32°

° P < 0.05 SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ENTRE SEXOS

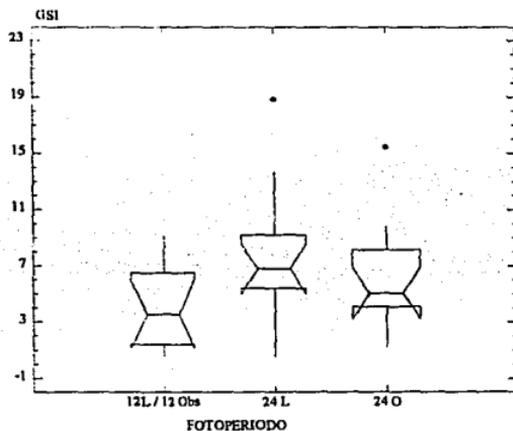


Figura 31. Diagrama de caja con muesca del GSI en *Oreochromis niloticus* machos

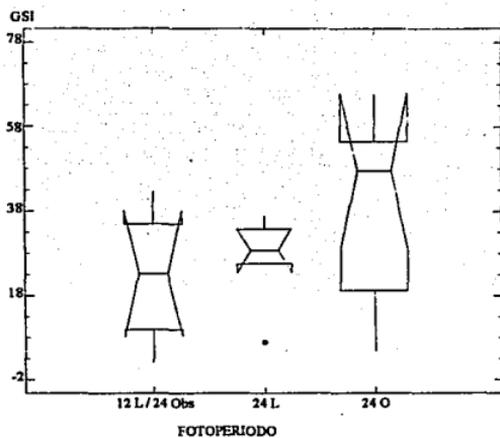


Figura 32. Diagrama de caja con muesca de GSI en *Oreochromis niloticus* hembras

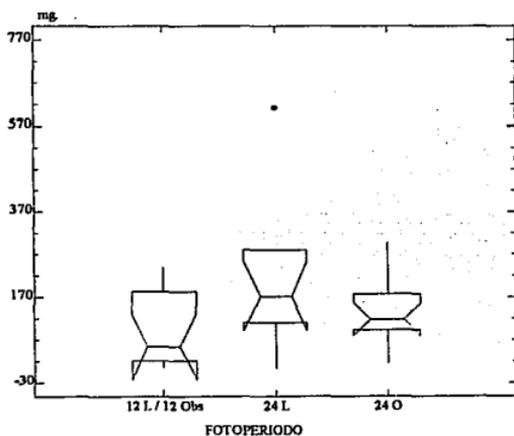


Figura 33. Diagrama de caja con muesca del peso de las gónadas en *Oreochromis niloticus* machos

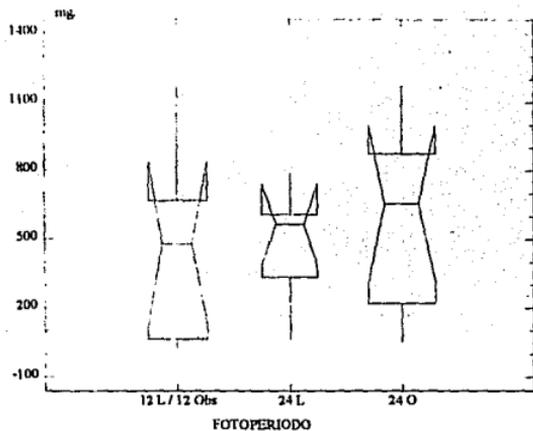


Figura 34. Diagrama de caja con muesca del Peso de gónadas en *Oreochromis niloticus* hembras

### III. DENSIDAD TEMPERATURA Y FOTOPERIODO

Las condiciones iniciales y finales de longitud patrón y el peso total son indicadas en la tabla 13. La mayor mortalidad en el tratamiento de 12 luz 12 oscuridad, se presentó a la densidad de 4 organismos a temperatura de 30°C con 14.28 %, en el tratamiento de 24 horas luz la mortalidad fue semejante en los tres subtratamientos con el 50 % y en el tratamiento de 24 horas oscuridad se registró a la densidad de 8 organismos a 25°C con 56.25 %, éstos porcentajes tan altos se debieron principalmente al aumento de la concentración de cloro, en su forma libre y cloroaminas (Wheaton, 1982) en la red municipal de agua, que es un tóxico para los organismos acuáticos, siendo esta causa el factor más importante que contribuyera a aumentar la mortalidad de los peces, al registrar este problema se aplicó técnicas de aereación y adición de 0.1 ml por litro de agua de tiosulfato de sodio para eliminar este tóxico. Otros factores implicados en la mortalidad fueron la adaptación y dominancia jerárquica, esta última expresada como conducta agresiva en la especie (Spotte, 1992) (tabla 13)

La tasa específica de crecimiento, así como el peso ganado y tasa de crecimiento, presentan su máximo valor en el subtratamiento de 4 organismos a 30°C, en los tres tratamientos, resultados que se corroboran con lo obtenido por Soderberg (1990) y Jobling (1983) quienes mencionan que existe una relación directa entre la temperatura y la tasa de crecimiento y la tasa específica de crecimiento respectivamente (tabla 13)

Tabla 13  
Resultados del experimento con tilapia *Oreochromis niloticus* a diferentes densidades, temperaturas y fotoperiodos.

DENSIDAD	FOTO PERIODO	TEMPERATURA °C	PROMEDIO EN Lp INICIAL (mm)	PROMEDIO EN Lp FINAL (mm)	PROMEDIO EN PESO INICIAL (gr.)	PROMEDIO EN PESO FINAL (gr.)	MORTALIDAD %	TC (g/d)	TEC %	PESO GANADO %
4	12/12	25	2±0.14	7.087	0.27 ±0.016	11.86	0	0.129	4.202	4292.5
4		30	2±0.14	8.728	0.27 ±0.14	21.58	14.28	0.237	4.867	7892.5
8		25	2±0.14	5.937	0.27 ±0.14	7.29	6.25	0.078	3.662	2600.0
4	24 L	25	2±0.14	6.050	0.27 ±0.14	6.62	50	0.070	3.554	2351.8
4		30	2±0.14	10.17	0.27 ±0.14	32.05	50	0.353	5.307	11770.
8		25	2±0.14	6.075	0.27 ±0.14	7.05	50	0.075	3.624	2511.1
4	24 O	25	2±0.14	5.325	0.27 ±0.14	4.75	0	0.049	3.184	1657.4
4		30	2±0.14	7.725	0.27 ±0.14	16.05	0	0.175	4.5389	5844.4
8		25	2±0.14	5.900	0.27 ±0.14	6.62	56.25	0.070	3.554	2351.8

TC = Tasa de crecimiento.

24 L = 24 horas luz

TEC = Tasa específica de crecimiento.

24 O = 24 horas oscuridad

12/12 = 12 luz 12 oscuridad

Con lo que respecta al aprovechamiento del alimento suministrado en los tres tratamientos (FCA), en el que mejores resultados por ser el valor más bajo (Kuri, 1979) se obtuvo a densidad de 4 organismos y temperatura de 30°C bajo condiciones de luz continua, mientras que si se analiza por subtratamientos, el resultado es diferente: a bajas temperaturas y densidad, los que mejor responden son los que fueron expuestos a fotoperiodos de 12 L /12 Obs. Si se aumenta la temperatura y se trabaja a la misma densidad responden mejor los de luz continua y por último si se aumenta la densidad a 8 organismos a baja temperatura, se obtienen mejores resultados con fotoperiodo de 12 L /12 Obs. Resultados que concuerdan con los valores de Biomasa calculados para cada uno de los subtratamientos, y de los cuales se obtienen los mejores resultados cuando se exponen los animales a baja densidad, alta temperatura y fotoperiodo de 12/12. Esto es semejante con lo establecido por Purdom (1980) quien menciona que al elevarse la temperatura se incrementa el metabolismo y se intensifica la ingestión de alimento. De esta manera pese a aumentar las necesidades de mantenimiento, se crea las condiciones necesarias para un rápido crecimiento. La máxima producción para cada tratamiento se logró a densidad de 4 organismos a 30°C (tabla 14).

Ante la evidencia antes expuesta la temperatura ejerció extraordinaria influencia en el crecimiento de los peces, aunado al incremento de la longitud de horas luz que promovieron un mejor crecimiento .

TABLA 14  
Respuesta al alimento en *Oreochromis niloticus* al 6%.

DENSIDAD	FOTOPERIODO Luz / Oscuridad	TEMPERATURA ° C	ALIMENTO SUMINISTRADO (kg)	BIOMASA (kg)	F C A Promedio
4	12/12	25	0.085392	0.0949	2.7985
4		30	0.13813	0.1535	3.1483
8		25	0.01049	0.1033	2.8113
4	24 L	25	0.02382	0.0265	3.5879
4		30	0.11538	0.1282	2.3778
8		25	0.04766	0.0529	3.3015
4	24 O	25	0.03416	0.0379	4.0753
4		30	0.11556	0.1284	2.9949
8		25	0.04766	0.0529	3.4985

FCA = Factor de conversión alimenticia

El promedio máximo en peso de los tratamietos a baja densidad y temperatura se obtuvo a 12 luz 12 oscuridad (Figura 35). Para el subtratamiento de 4 organismos a 30°C, se presentó a 24 luz (Figura 36) y en el subtratamiento de 8 organismos a 25°C, se obtuvo a 12 luz 12 oscuridad (Figura 37)

El promedio máximo en Longitud en los tres tratamientos a densidad de 4 organismos a 25°C, se obtuvo a 12 luz 12 oscuridad (Figura 38). Mientras que para los subtratamientos de 4 organismos a 30°C y 8 organismos a 25°C se presentó a 24 luz (Figuras 39 y 40 respectivamente).

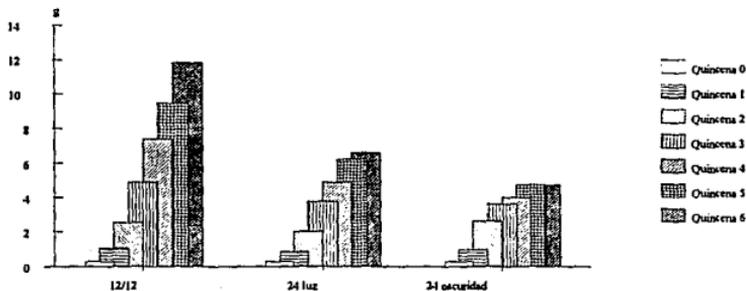


Figura 35. Promedio individual en peso de *Oreochromis niloticus* a densidad de 4 organismos a 25 ° C y tres fotoperiodos.

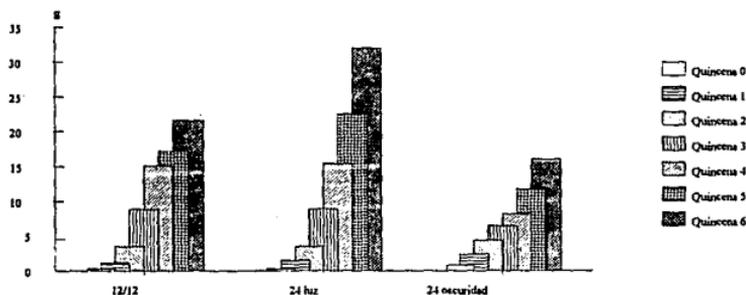


Figura 36. Promedio individual en peso de *Oreochromis niloticus* a densidad de 4 organismos a 30°C y tres fotoperiodos.

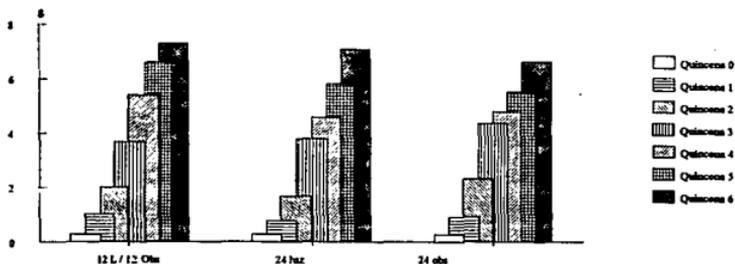


Figura 37. Promedio individual en peso de *Oreochromis niloticus* a densidad de 8 organismos a 25°C y tres fotoperiodos.

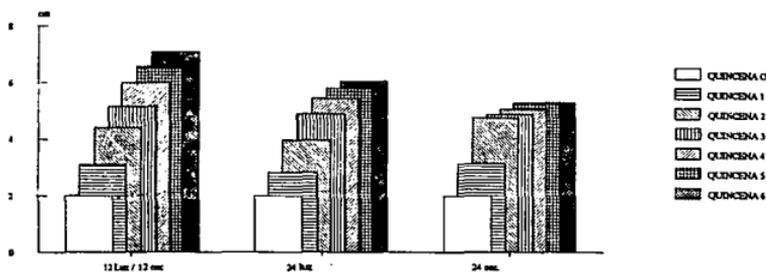


Figura 38. Promedio individual en Longitud patrón de *Oreochromis niloticus* a densidad de 4 organismos a 25°C y tres fotoperiodos.

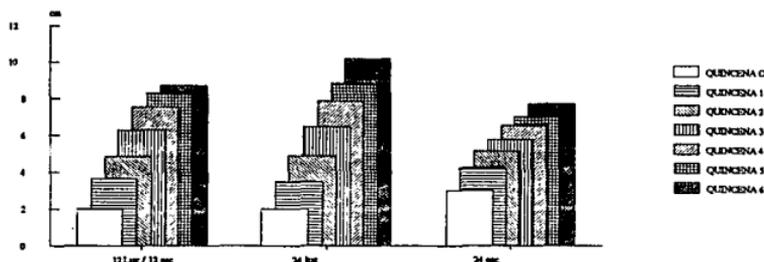


Figura 39. Promedio individual en Longitud patrón de *Oreochromis niloticus* a densidad de 4 organismos a 30°C y tres fotoperiodos.

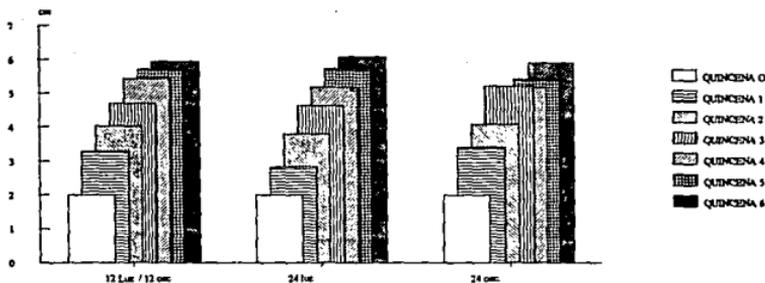


Figura 40. Promedio individual en Longitud patrón de *Oreochromis niloticus* a densidad de 8 organismos a 25°C y tres fotoperiodos.

El tipo de crecimiento de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* se efectuó de forma global debido a la cantidad de machos y hembras en la fase para cada subtratamiento, el análisis arrojando la siguiente información:

En el fotoperiodo de 12 horas luz 12 horas oscuridad el subtratamiento de 4 organismos a 25°C presentó tipo de crecimiento alométrico negativo, lo que indica que los organismos crecen más en longitud que en peso (Ricker, 1979), en los demás subtratamientos presentan tendencia de crecimiento de tipo isométrico indicando que el incremento del peso es el cubo de la longitud (Ricker, 1979). En el fotoperiodo de 24 horas luz todos los subtratamientos presentan crecimiento de tipo alométrico negativo, por último en el tratamiento de 24 horas oscuridad los subtratamientos a baja densidad presentaron crecimiento de tipo isométrico y a alta densidad crecimiento de tipo alométrico negativo (FGS . 41-49) en donde se puede apreciar la curva de crecimiento para cada uno de los respectivos subtratamientos.

Tabla 15

Prueba de hipótesis para verificar si la pendiente es diferente a 3 en *Oreochromis niloticus*

TRATAMIENTO	$W = aL^b$	HIPOTESIS	t CALCULDA	t TABLAS	DECISION
12 LUZ / 12 OSCURIDAD					
4 Org a 25°C	a = 0.0358 b = 2.9244 n = 47 r <sup>2</sup> = 98.80	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	-1.90202	1.6794	b ≠ 3
4 Org a 30°C	a = 0.0315 b = 2.999 n = 45 r <sup>2</sup> = 99.31	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	-0.03214	1.6794	b = 3
8 Org a 25°C	a = 0.0346 b = 2.9418 n = 95 r <sup>2</sup> = 98.65	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	-1.21368	1.6620	b = 3
24 LUZ					
4 Org a 25°C	a = 0.0469 b = 2.7480 n = 35 r <sup>2</sup> = 99.33	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	-8.3318	1.6896	b ≠ 3
4 Org a 30°C	a = 0.0379 b = 2.8949 n = 35 r <sup>2</sup> = 99.49	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	-7.98774	1.6896	b ≠ 3
8 Org a 25°C	a = 0.04147 b = 2.8233 n = 70 r <sup>2</sup> = 98.51	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	-3.31093	1.6669	b ≠ 3
24 OSCURIDAD					
4 Org a 25°C	a = 0.0339 b = 2.9331 n = 46 r <sup>2</sup> = 98.45	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	-1.3085	1.6794	b = 3
4 Org a 30°C	a = 0.0281 b = 3.0554 n = 47 r <sup>2</sup> = 98.22	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	1.11720	1.6794	b = 3
8 Org a 25°C	a = 0.0395 b = 2.8574 n = 68 r <sup>2</sup> = 98.58	Ho: b = 3 Ha: b ≠ 3	-2.46729	1.6669	b ≠ 3

Org = Organismos

a = Ordenada al origen

n = número de datos

b = pendiente

α = 0,05

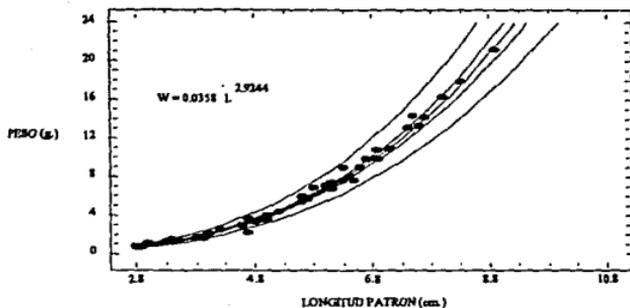


Figura 41. Relación Peso- Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* a densidad de 4 organismos a 25 ° C y 12 luz / 12 oscuridad

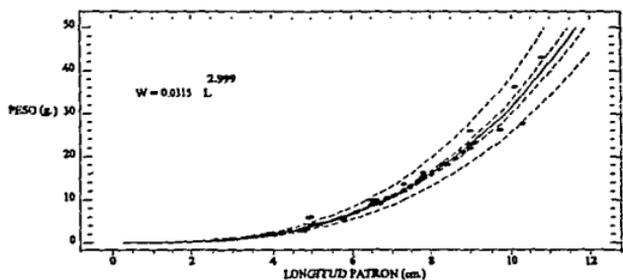


Figura 42. Relación Peso- Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* a densidad de 4 organismos a 30 ° C y 12 luz / 12 oscuridad

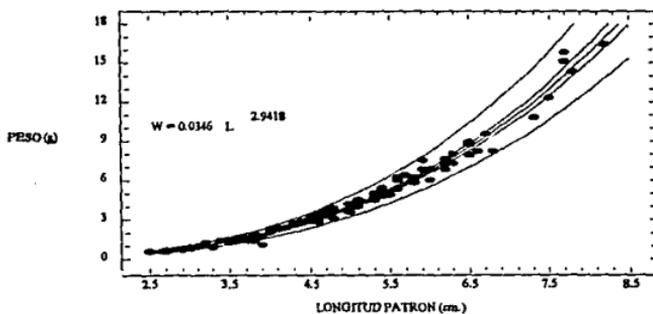


Figura 43. Relación Peso- Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* a densidad de 8 organismos a 25 ° C y 12 luz / 12 oscuridad

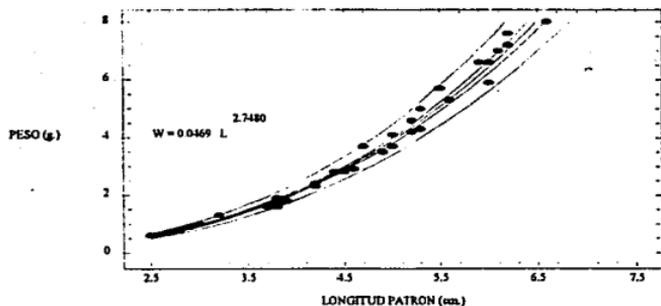


Figura 44. Relación Peso- Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* a densidad de 4 organismos a 25 ° C y 24 luz.

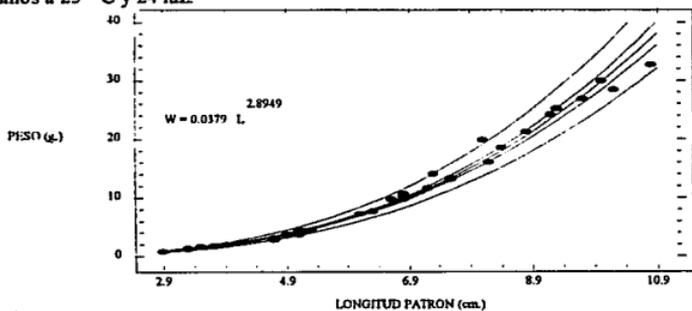


Figura 45. Relación Peso- Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* a densidad de 4 organismos a 30 ° C y 24 luz.

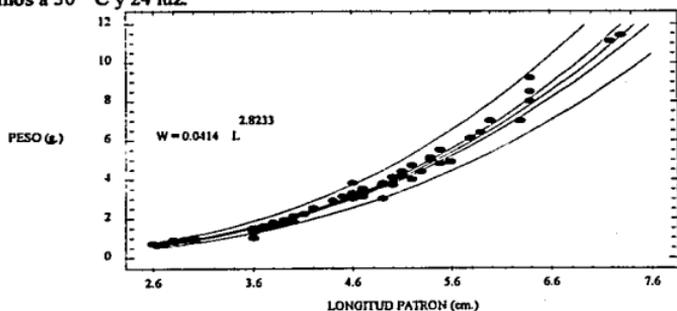
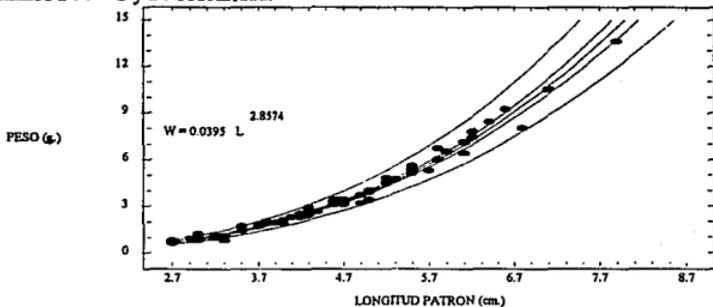
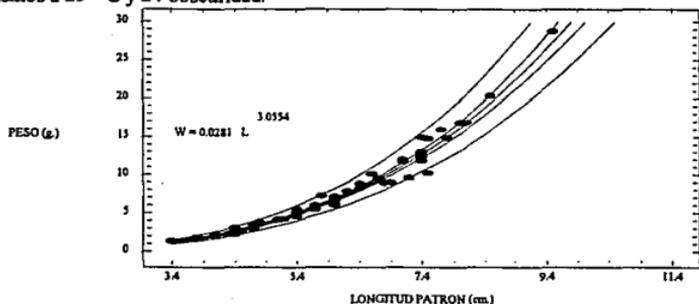
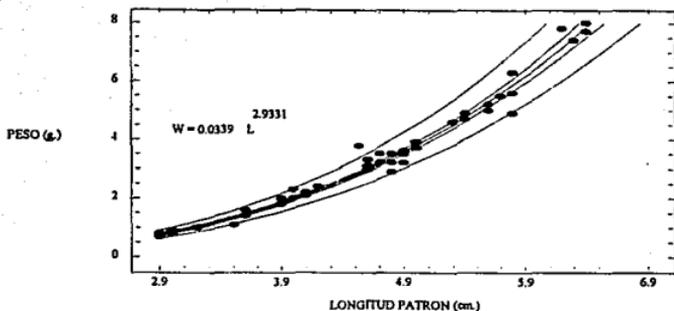


Figura 46 Relación Peso- Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* a densidad de 8 organismos a 25 ° C y 24 luz.



Una vez concluida la fase, se llevó a cabo la disección de los peces, con el objeto de obtener las gónadas, desarrollo gonádico en el que se encontraban y determinar el sexo. (tabla 16 y 17).

En las hembras la longitud patrón solo encontró diferencia significativa dentro de los subtratamientos a bajas densidades y altas temperaturas a 12 L / 12 Obs  $p < 0.05$ . Para el peso existe diferencia entre subtratamientos en 12 L / 12 Obs y 24 horas oscuridad a baja densidad y alta temperatura  $p < 0.05$  (tabla 16).

En las variables peso de gónadas e Índice Gonadosómico (GSI) en hembras, se encontró que dentro de sus tratamientos son significativamente diferentes a baja densidad y alta temperatura con  $p < 0.05$ , lo que indica que en éstos subtratamientos se han alcanzado los mayores estadios gonádicos de madurez (31.12, 31.5 y 6.63 para 24 h. osb., 24 h. luz y 12 L / 12 Obs), lo que se confirma con los mencionado por Yamazaki y Donaldson (1992) (tabla 16).

Con respecto a las variables peso total y longitud patrón para machos se presentó el mismo comportamiento ya que dentro de sus tratamientos son significativamente diferentes a bajas densidad y alta temperatura con  $p < 0.05$  (tabla 17). No siendo similar en lo referente al peso de las gónadas, ya que el valor más alto se presentó cuando los animales se encontraban sometidos a densidad de 4 organismos y temperatura de 30 °C y fotoperiodo de oscuridad continua, y a 12 horas luz 12 horas oscuridad se presentó para 4 organismos a 25°C y a 24 horas luz a 8 organismos con 25°C, posiblemente éste este relacionado con el número de hembras presentes en los subtratamientos y como una respuesta al comportamiento de territorialidad y agresividad que existe entre los machos por las hembras, comportamiento que no se observa cuando hay mas hembras (tabla 17).

La variable GSI, sigue el mismo comportamiento que el peso de las gónadas, debido a que existe una relación directa entre ambas variables. En esta variable no se encontró diferencia significativa dentro de los tratamientos, pero sí entre éstos, siendo diferentes en el fotoperiodo de 24 horas luz en el subtratamiento de 8 organismos a 25 °C y 24 horas oscuridad a 4 organismos y 30°C (tabla 17).

Para visualizar en forma gráfica los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se obtuvieron los diagramas de caja con muesca del análisis exploratorio (fGS 50-73), para cada uno de los subtratamientos.

TABLA 16 . PROMEDIO  $\pm$  SD DE LA LONGITUD Y EL PESO CORPORAL; PESO DE GONADAS E INDICE GONADOSOMATICO DE HEMBRAS DE *O. niloticus* EN TRES TRATAMIENTOS DE FOTOPERIODO (12 LUZ-12 OSCURIDAD; 24 HORAS LUZ; 24 HORAS OSCURIDAD ) Y TRES SUBTRATAMIENTOS ( 4 ORG A 25°C; 4 ORG A 30° C y 8 ORG A 25° C).

HEMBRAS	n	LP (cm.)	PESO (g)	PESO GONADAS (mg)	GSI
<b>12 LUZ/12 OSCURIDAD</b>					
4 Org a 25°C	2	5.55 $\pm$ 1.06	5.50 $\pm$ 3.11	15.35 $\pm$ 2.47	3.53 $\pm$ 2.56
4 Org a 30°C	2	*7.85 $\pm$ 1.62	*15.95 $\pm$ 9.68	*111.5 $\pm$ 69.79	*6.63 $\pm$ 0.67
8 Org a 25°C	7	5.50 $\pm$ 0.85	5.70 $\pm$ 2.44	14.67 $\pm$ 7.74	2.70 $\pm$ 0.75
<b>24 HORAS LUZ</b>					
4 Org a 25°C	0	---	---	---	---
4 Org a 30 °C	1	10.0	29.90	*92.8	*31.5
8 Org a 25°C	2	5.35 $\pm$ 0.63	4.90 $\pm$ 1.69	10.5 $\pm$ 5.51	1.98 $\pm$ 0.53
<b>24 HORAS OSCURIDAD</b>					
4 Org a 25°C	3	5 $\pm$ 0.26	3.76 $\pm$ 0.73	7.73 $\pm$ 3.99	2.01 $\pm$ 0.68
4 Org a 30 °C	1	7.9	*16.2	*50.68	*31.12
8 Org a 25°C	3	6.20 $\pm$ 1.53	7.76 $\pm$ 5.18	19.96 $\pm$ 12.80	3 $\pm$ 1.61

\* P < 0.05 SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ENTRE SUBTRATAMIENTOS, \*# ENTRE TRATAMIENTOS.

TABLA 17 .PROMEDIO  $\pm$  SD DE LA LONGITUD Y EL PESO CORPORAL; PESO DE GONADAS E INDICE GONADOSOMATICO DE MACHOS DE *O.niloticus* EN TRES TRATAMIENTOS DE FOTO PERIODOS (12 LUZ / 12 OBSCURIDAD; 24 HORAS LUZ; 24 HORAS OBSCURIDAD ) y TRES SUBTRATAMIENTOS ( 4 ORG A 25°C; 4 ORG A 30° C y 8 ORG A 25° C).

MACHOS	n	LP (cm.)	PESO (g)	PESO GONADAS (mg.)	GSI
<b>12 LUZ/12 OBSCURIDAD</b>					
4 Org a 25°C	6	$\approx 7.60 \pm 0.68$	$\approx 13.98 \pm 4.88$	$58.51 \pm 64.63$	$4.09 \pm 4.39$
4 Org a 30°C	5	$\approx 9.08 \pm 1.54$	$\approx 24.32 \pm 12.11$	$48.24 \pm 35.21$	$1.74 \pm 0.75$
8 Org a 25°C	8	$6.61 \pm 0.99$	$9.40 \pm 4.34$	$17.03 \pm 7.88$	$1.88 \pm 0.48$
<b>24 HORAS LUZ</b>					
4 Org a 25°C	4	$6.05 \pm 0.54$	$6.62 \pm 1.60$	$8.92 \pm 2.46$	$1.41 \pm 0.39$
4 Org a 30°C	3	$\approx 10.23 \pm 0.55$	$\approx 29.30 \pm 3.05$	$55 \pm 79.85$	$1.7 \pm 2.42$
8 Org a 25°C	6	$6.31 \pm 0.86$	$7.76 \pm 3.06$	$66.78 \pm 80.97$	$\approx 6.42 \pm 6.69$
<b>24 HORAS OBSCURIDAD</b>					
4 Org a 25°C	5	$5.52 \pm 1.00$	$5.34 \pm 2.60$	$14.42 \pm 10.41$	$4.09 \pm 4.28$
4 Org a 30°C	7	$\approx 7.91 \pm 1.19$	$\approx 17.61 \pm 8.16$	$\approx 99.28 \pm 78.39$	$\approx 5.1 \pm 2.95$
8 Org a 25°C	4	$5.67 \pm 1.22$	$5.77 \pm 3.31$	$11.25 \pm 7.31$	$1.90 \pm 0.73$

\* P < 0.05 SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ENTRE SUBTRATAMIENTOS,  $\approx$  TRATAMIENTOS.

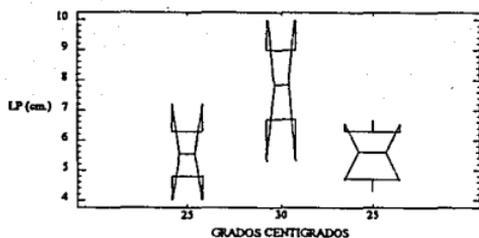


Figura 50 Diagrama de cajas con muesca para la Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a tres temperaturas ( 25, 30 y 25°C) y diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 12 luz/ 12 oscuridad

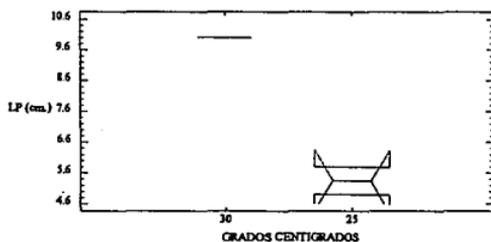


Figura 51. Diagrama de cajas con muesca para la Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a tres temperaturas ( 25, 30 y 25°C) a tres diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 24 luz

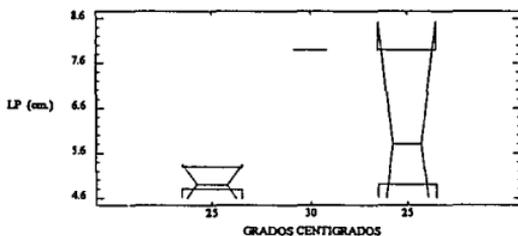


Figura 52. Diagrama de cajas con muesca para la Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a tres temperaturas (25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 24 oscuridad



Figura 53. Diagrama de cajas con muesca para el Peso en *Oreochromis niloticus* hembras a tres temperaturas (25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 12 luz/ 12 oscuridad

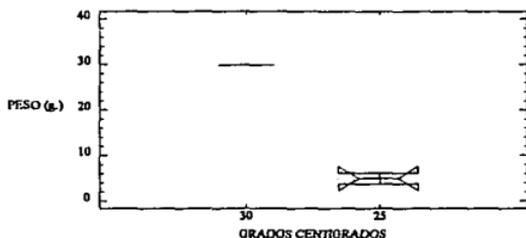


Figura 54. Diagrama de cajas con muesca para el Peso en *Oreochromis niloticus* hembras a diferentes temperaturas (25, 30 y 25°C) a tres densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 24 luz



Figura 55. Diagrama de cajas con muesca para el Peso en *Oreochromis niloticus* hembras a tres temperaturas (25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 24 oscuridad

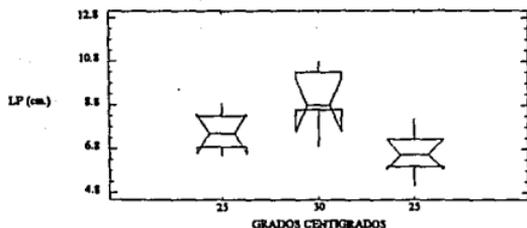


Figura 56. Diagrama de cajas con muesca para la Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos a tres temperaturas ( 25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 12 luz/ 12 oscuridad

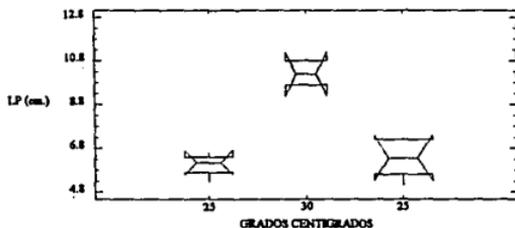


Figura 57. Diagrama de cajas con muesca para la Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* machos a tres temperaturas (25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 24 luz

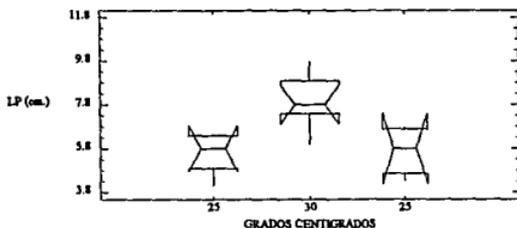


Figura 58. Diagrama de cajas con muesca para la Longitud patrón en *Oreochromis niloticus* hembras a tres temperaturas (25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 24 oscuridad

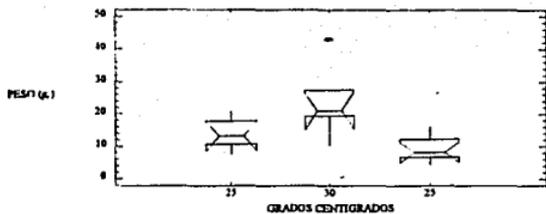


Figura 59. Diagrama de cajas con muesca para el Peso en *Oreochromis niloticus* machos a tres temperaturas (25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos) respectivamente y sometidos a fotoperiodo de 12 luz / 12 oscuridad



Figura 60. Diagrama de cajas con muesca para el Peso en *Oreochromis niloticus* machos a tres temperaturas (25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos) respectivamente y sometidos a fotoperiodo de 24 luz

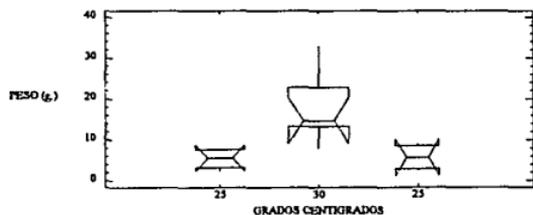


Figura 61. Diagrama de cajas con muesca para el Peso en *Oreochromis niloticus* machos a tres temperaturas (25, 30 y 25°C) a diferentes densidades (4, 4 y 8 organismos respectivamente) y sometidos a fotoperiodo de 24 oscuridad

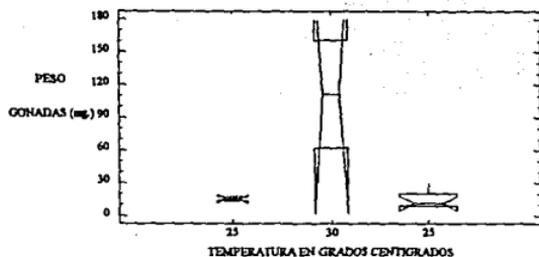


Figura 62. Diagrama de cajas con muesca para el Peso de gónadas en *Oreochromis niloticus* hembras a 12 luz / 12 oscuridad a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).

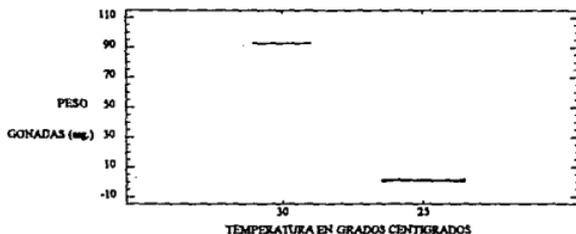


Figura 63. Diagrama de cajas con muesca para el Peso de gónadas en *Oreochromis niloticus* hembras a 24 luz a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).



Figura 64. Diagrama de cajas con muesca para el Peso de gónadas en *Oreochromis niloticus* hembras a 24 oscuridad a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).

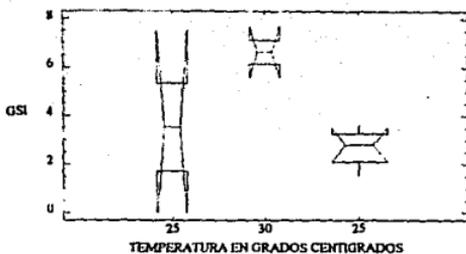


Figura 65. Diagrama de cajas con muesca para el GSI en *Oreochromis niloticus* hembras a 12 luz / 12 oscuridad a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).



Figura 66. Diagrama de cajas con muesca para el GSI en *Oreochromis niloticus* hembras a 24 luz a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).

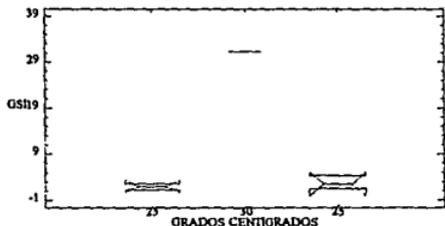


Figura 67. Diagrama de cajas con muesca para el GSI en *Oreochromis niloticus* hembras a 24 oscuridad a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).

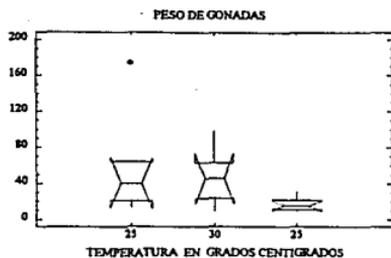


Figura 68. Diagrama de cajas con muesca para el Peso de gónadas en *Oreochromis niloticus* machos a 12 luz / 12 oscuridad a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).



Figura 69. Diagrama de cajas con muesca para el Peso de gónadas en *Oreochromis niloticus* machos a 24 luz a tres temperaturas y una densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).



Figura 70. Diagrama de cajas con muesca para el Peso de gónadas en *Oreochromis niloticus* machos a 24 oscuridad a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).

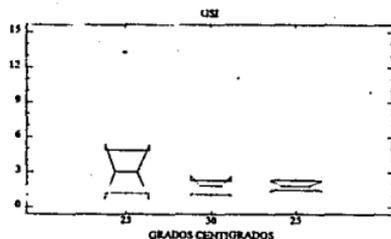


Figura 71. Diagrama de cajas con muesca para el GSI en *Oreochromis niloticus* hembras a 12 luz / 12 oscuridad a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).

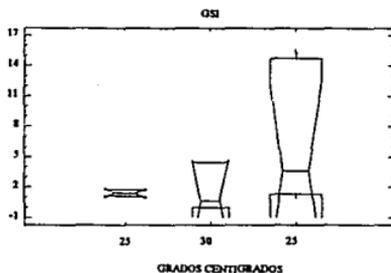


Figura 72. Diagrama de cajas con muesca para el GSI en *Oreochromis niloticus* hembras a 24 luz a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).

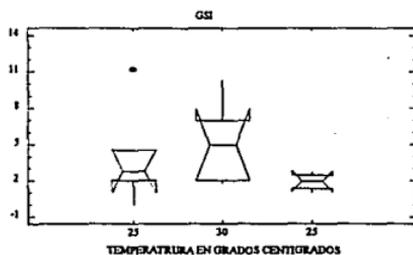


Figura 73. Diagrama de cajas con muesca para el GSI en *Oreochromis niloticus* machos a 24 oscuridad a tres temperaturas y densidad de (4, 4 y 8 organismos respectivamente).

## CONCLUSIONES

1. Al trabajar a 25°C, con densidades de 4, 6 y 8 peces en 30 litros de agua, no existe diferencia significativa en peso total y longitud patrón a  $\alpha=0.05$ .
2. La tasa de crecimiento, tasa específica de crecimiento y porcentaje en peso ganado no presentan diferencias en los animales que fueron sometidos a diferentes densidades
3. El porcentaje de proteína en el alimento suministrado, tiene influencia directa en el crecimiento de los animales, principalmente en las primeras etapas.
4. El mejor factor de conversión alimenticio calculado se obtuvo cuando se trabajó a mayor densidad.
5. Todas las hembras y los machos a menor densidad presentan tipo de crecimiento con tendencia a la isometría, a diferencia de los machos a densidad de 6 y 8 organismos donde su tipo de crecimiento es alométrico positivo.
6. El crecimiento de los peces (longitud y peso), no se ve afectado por efecto de los diferentes fotoperiodos a los que fueron sometidos a 25°C.
7. La exposición a fotoperiodos continuos tienen efectos estimulatorios sobre la maduración sexual de las hembras y no de los machos.

8. El someter a los peces a luz continua, tiene como efecto el que se dé un mayor desarrollo del crecimiento en las primeras etapas de vida (dos meses) y conforme pasa el tiempo este sea regulado por mecanismos endógenos del pez, que aun no se han dilucidado como actúan.

9. El tipo de crecimiento que presentaron los peces sometidos a diferentes fotoperiodos son:

1) Los machos expuestos a 24 horas luz y las hembras en condiciones extremas, con tendencia a la isometría. 2) Los machos a 12 L /12 Obs, 24 horas oscuridad y las hembras a 12 L /12 Obs con crecimiento de tipo alométrico.

10. La tasa de crecimiento, tasa específica de crecimiento, porcentaje en peso ganado y el factor de conversión alimenticia, dan mejores resultados a 12 L / 12 Obs.

11. A altas temperaturas y luz continua, tanto la longitud como el peso de los animales son afectados de forma positiva acelerando el crecimiento en etapas más tempranas que en condiciones de 12/12 y 24 horas oscuridad

12. La tasa específica, tasa de crecimiento peso ganado y biomasa alcanzaron valores máximos a baja densidad y alta temperatura en los tres tratamientos de experimentación.

13. El factor de conversión alimenticia presentó su valor más bajo a menor densidad y alta temperatura a 24 horas luz

14. El tipo de crecimiento en condiciones de 12 L / 12 Obs a baja densidad y temperatura presentó un comportamiento alométrico negativo, para los demás subtratamientos se presentó con tendencia a la isometría. A 24 horas luz presentan crecimiento alométrico negativo. Por último a 24 horas oscuridad los subtratamiento a baja densidad presentaron crecimiento con tendencia a la isometría y a alta densidad de tipo alométrico negativo.

15. La longitud patrón, peso, peso de gónadas y GSI alcanzaron valores máximos en los tres tratamientos a baja densidad y alta temperatura para hembras. En el caso de los machos el peso y longitud siguen el mismo comportamiento que en las hembras, variando en el peso de las gónadas y GSI

16. Las mejores condiciones para el crecimiento en *Oreochromis niloticus* son las de colocar a los peces a 30 °C con alimentación con contenido de proteínas al 50 % y un fotoperiodo de 24 horas luz durante los dos primeros meses y posteriormente un fotoperiodo normal.

## SUGERENCIAS

De acuerdo con los resultados obtenidos se sugiere que se haga una repetición de los diferentes experimentos realizados con el objetivo de verificar los resultados.

Experimentar en la tercera fase con densidad de 8 organismos a 30°C en conjunto con los tratamientos ya establecidos.

Experimentar con acuarios de mayor tamaño con el objetivo de poder colocar una densidad más elevada y tener una mas datos a trabajar estadísticamente y contrastar sus resultados con los obtenidos en este trabajo.

Experimentar con organismos nacidos a diferentes épocas del año.

## BIBLIOGRAFIA

Abdul Q. S., Howlader, M. S y Adam, A. E., (1991). Effects of water on *O. niloticus* (L) growth and water quality in outdoor concrete tanks. *Aquaculture*, 95: 67-74.

Adams E. C and Thorpe, J. E., (1989). Photoperiod and temperature effects on early development and reproductive investment in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) *Aquaculture*, 79: 403-409.

Arredondo Figueroa, J. L y Guzman, A. M., (1985). Actual situación taxonómica de la tribu Tilapini (Pisces, cichlidae) introducidas en México. *An Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. Méx.* 56: Ser. zool (2); 555-572.

Balarin, J. D and J. P Halton., (1979). *Tilapia-a guide to ther biology and cultura in Africa*. University of Sterling, Scotland .in *Applied Genetics of Tilapias* 1983.

Bardach, J. E., J. H Ryther y W.D. McLarney., (1986). *Acuacultura (crianza y cultivo de organismos de agua dulce y marinos*. Edit S. A. AGT. México pp 288-315.

Brett, J. R. 1979. *Envioiremental factors and growth*. Paginas 599-677 in W. S. Hoar, D. J. Randall, and J.R. Brett, editors. *Fish Physiology*, vol VIII. Academic Press. USA.

Cleide S. R. Maimardes-Pinto, Patricia de pavia y Josw R. viran., (1986). Estudio comparativo do crescimento de *Oreochromis* (Osteichthyes, cichlidae) en cultivos monossexo. *B. Inst Pesca* 13(2): 4-27 Brasil.

Canavos C. G. (1984). *Applied Probability and Statistical Methods* Edit. Little, Brown USA.

Da Silva, S. Premawansa and C. N. Keembigahetty. (1986). Oxygen consumption in *O. niloticus* (L.) in relation to development, salinity, temperature and time of day. *J. fish Bio* 129: 267-277.

Everhart, W. H. y W.D Youngs, ( 1975 ), *Principes of fishery science*, Cornell University Press. Nueva York 349p

Fryer, G. and T.D Iles., (1972). *The cichlid fishes of the great lakes of Africa -Their biology and evolution*, in *Applied Genetics of Tilapias* 1983.

Gómez M. J. (1994). *Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos* Edt. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza U. N. A. M México.

Hanley, F; (1991). Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *O. niloticus* (L) .*Aquaculture*, 93: 323-334.

Hargreaves J. A, Rakocy J. E and Bailey D. S; (1991). Effects of diffused aeration and stocking density on growth, feed conversion, and production of Florida red tilapia in cages .*J. W Aquaculture society* 22: 24-29.

Harper. B. L. y Pruginin, Y. (1985). *Cultivo de peces comerciales* Edt. Limusa México 106, 208-236.

Hernández y Benítez F. J. C., (1988). *Taller de actualización Las hormonas en la producción piscícola*. ENEP Izacala, UNAM 109 p.

Hepher B. (1988). *Nutrición de peces comerciales en estanques* Edt. Limusa México.

Hepher B y Pruginin, Y. (1981). *Commercial fish farming, with a especial reference to fish culture in Israel*. Wiley Interscience, 261 p

Hoar, W.S. Randall, D. J; (1969). *The fishes Physiology vol III. cap 3 Sex differentiation I. Yamamoto. vol IX B. Sex difereantiation for uses in Acuaculture . H. Duhaldsan Edt. Academic Press USA.*

Huet (1970). **Textbook of fish culture breeding and cultivation of fish.** Fishing News Books Ltd. London

Jobling (1983). Growth studies with fish overcoming the problems of size variation. **J fish Biol** 24, 153-157

Jalbert, B; Moereaw, J; Planquette, P. and Billard R. (1974). Determinisme du sexe chez tilapia m cr chir et nil tic action de la methiltestosterone dans alimentation des alevins sur la differentiation sexuelle : obtention de males inverses .Funtionales et proportion de sexes dans la descendance. **An Biol. Anim. Biochem. Biophys.**, 14: 729-739.

Kuri N. E. (1979). **Manual de técnicas de Acuicultura** Departamento de Pesca México

Mabaye A. B. (1971). Observation on the growth of *Tilapia mossambica* fed artificial diets. **Fhis. Res. Bull. (Zambia)**, 5, 379-96

Morales, D. A. (1974). **Cultivo de tilapia en México** Serie informatica. INP. Sic. 25 pp.

Morales, D. A (1988). **Manual técnico para el cultivo de la tilapia en los centros acuícolas de la Secretaría de Pesca**

Morales, D. A (1991). **La Tilapia en México** Edt. AGT México.

Muir, J. Roberts, R. (1982). **Recent advances in Aquaculture**, Edt. Croomhelm London. 287-299.

Norbert and Rasyid Fadholi, R; (1991). Feed intake and growth of red tilapia at different stocking densities in ponds in Indonesia. **Aquaculture**, 99: 83-94.

Lovshin L. L and Da Silva ( 1975). **Culture of monosex and hybryd tilapias.** Symposium an Aquaculture in Africa.

Pruginin, Y; S. Rothbard, G. Wohlfarth, A. Halevy, R. Moau and O. Hulata. (1975). All-male hrouds of *T. niloticus* X *T. aurea* hybrids. **Aquaculture** 6: 11-21.

**ESTA TESIS NO DEBE,  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Purdom C. E (1980) **Growht in ffish in Steffents Principios fundamentales de la alimentación de los peces** Edt. Acriba española.

Ricker W. E. (1979). **Growth Rates and Models** in W. S. Hoar. D. J. Randall. and J.R Brett, editors. **Fish Physiology**, vol VIII. Academic Press. London.

Ricker W: E. (1990). **Growth Rates and Models** in W.S. Hoar. D. J. Randall. and J. R Brett, editors. **Fish Physiology**, vol VIII. Academic Press. USA.

Rossenblum (1992).(1992). **Indice Gonadosomático** in Rodríguez G. M **Tecnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonadica en peces** Edt. AGT.México.

Rotbhard, S. (1979). Observations on the reproductive behavior of *T. zillii* and several *Sarotherodon* spp under aquarium conditions. **Bamidgeh** 31: 35-43.

Salgado (1992). **El análisis Exploratorio de datos Biológicos Fundamentos y aplicaciones** Edt. Marc México.

Secretaria de Pesca .(1986). **Piscicultura de agua dulce, Manual recetario: Bagre-carpa-trucha-tilapia**. México 461 pp.

Skarphedinsson, V. J Bye and A. P. Scot. (1985). The influence of photoperiod on sexual developement in undergearing ranbow trout, *Salmo girdneri* Richardson . **J. Fish Biol** 27: 319-326.

Shiau y cols (1989). Effects of dietary fibre on the intestinal absorption of dextrin, blood sugar level and growth of tilapia *O.nil ticus* (L) X *O. ureus* .**J. Fish Biol.** 34: 929-935.

Shiau, S. Y; Lin. S. F; Yu, S. L; Lin, A. L. and Kwok, C. C; (1990). Defatted and full-fat soybean meal as partial replacements for fishmeal in tilapia (*O.nil ticus* (L) X *O. ureus*) diets at low protein level. **Aquaculture**, 86: 401-407.

Soderbery. (1990). Temperature effects on the growth of blu tilapia in intensive aquaculture. **The progresive fish culturist** 52: 155-157.

Spotte S. (1992). **Captive Seawater fishes Science and Technology** Edt. John Wiley USA.

Trewavas E; (1973). On the cichlid fishes of the genus *Pelmatochromis* and tilapia and the recognition of *Serranochromis* as a distinct genus. **Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (zool)** 25: 1-26.

Watanabe, W. O; Clark; J. H; Dunham, J. B;(1990). Culture of Florida red tilapia in marine cage: the effects of stocking density and dietary protein on growth. **Aquaculture**, 90: 123-134.

Wheaton W. (1992). **Acuacultura** Edt. AGT. México.

Wohlfart. G. W and Hulata (1983). Applied Genetics of Tilapias ICLARM Studies and Reviews 6, 20 p International Center for Living Aquatics Resources management Manila.

Yamamoto, T. (1953). Artificially induced sex-reversal in gonotipic males of Medaka (*Oryzias latipes*). **J. Exp. Zool.** 123, 571-594.

Yamazaki y D. (1992). **Índice Gonadosomático in Rodríguez G. M Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces** Edt. AGT.México.