



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

1

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

“CULTIVO DE LA MOJARRA-TILAPIA
(*Oreochromis mossambicus*) (PETERS, 1852),
VARIETADES RAYADA Y ROJA, EN ESTANQUES
CON FERTILIZANTE ORGANICO”

TESIS PROFESIONAL

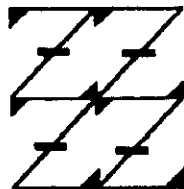
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A ;
PLACIDO ESQUIVIAS AYALA

UNAM
FES
ZARAGOZA

DIRECTOR DE TESIS: BIOL. ANGELICA ELAINE GONZALEZ SCHAFF

MEXICO, D. F.,

AGOSTO, 1998



LO HUMANO EJE

DE NUESTRA REFLEXIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

264014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A la memoria de mis hermanos:

Arnulfo, Toño y Jorge.

A mis hijas:

Diana Eugenia, Lydia Olivia y Georgina Elaine;

**quienes han sido y serán la fuerza de inspiración
para el logro de mis metas.**

A mi esposa:

Angélica Elaine,

**que más que mi pareja ha sido mi amiga
y mi motivación.**

A mis padres:

María y Arnulfo,

quienes me apoyaron siempre en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi escuela, la entonces **ENEP-Zaragoza**, que al igual que yo creció y se convirtió en **Facultad**, por permitirme entrar al campo de la ciencia y conocer el maravilloso mundo de los seres vivos.

Mi sincero agradecimiento a la piscifactoría "**Fernando Obregón F.**", dependiente de la SEMARNAP del estado de Morelos, por su apoyo para la realización de éste trabajo al permitirme el uso de sus instalaciones.

Para la directora de ésta tesis, la **Biól. Angélica Elaine González Schaff**, por sus valiosos consejos, orientación, paciencia y tenacidad para concluir la investigación.

Especiales agradecimientos al **M.en C. José Luis Gómez Márquez** por su ayuda, valiosos comentarios y especial interés para sacar adelante éste trabajo.

A los miembros del jurado: **Biól. Ernesto Mendoza Vallejo**, **M. en C. Manuel Castillo Rivera** y **Biól. Ernesto Constanzo Casillas**, por sus acertados comentarios.

INDICE

Resumen.....	5
Introducción	6
Ubicación Taxonómica	7
Area de estudio	10
Antecedentes	12
Objetivos	14
Metodología	15
Análisis y Discusión de Resultados	21
Conclusiones	32
Recomendaciones	33
Bibliografía	34
Figuras y Tablas.....	38

RESUMEN

El presente trabajo analiza el crecimiento de las variedades roja y rayada de la mojarra tilapia *Oreochromis mossambicus* Peters, 1852; en condiciones de cultivo con fertilizante orgánico. Se utilizaron 2 estanques de concreto de 6.8 m³ (14.8 m² en superficie y 6.7 m² de área basal), ubicados en la piscifactoría "Fernando Obregón F." en el Edo. de Morelos. Se utilizó una densidad de 7 org/ m², llevando el registro mensual de su crecimiento durante 7 meses (junio - diciembre, 1990) y además, se analizan los principales factores hidrológicos de los sistemas y la densidad planctónica como alimento natural.

Se obtiene la relación peso - longitud y los modelos de crecimiento según Von Bertalanffy para cada variedad.

Variedad roja: $W = 0.000521 L^{2.90638}$

$$L = 8.01 (1 - e^{-0.5476 (t + 0.8376)})$$

$$W = 17.763 (1 - e^{-0.5476 (t + 0.8376)})^{2.90638}$$

Variedad rayada: $W = 0.0034814 L^{2.4776}$

$$L = 8.69 (1 - e^{-0.8977 (t - 0.1535)})$$

$$W = 22.1 (1 - e^{-0.8977 (t - 0.1535)})^{2.4776}$$

Se determina también el índice de conversión de fertilizante, la tasa instantánea de crecimiento y la mortalidad durante el cultivo.

Las condiciones hidrológicas fueron adecuadas para el crecimiento de los organismos: 22 - 32 ° C de temperatura, pH entre 6 y 6.4, 3.5 - 16.0 mg/l de oxígeno disuelto, alcalinidad entre 34.0 y 88 mg CaCO₃ / l, y una dureza entre 46.78 y 144.92 mg CaCO₃ / l. La densidad fitoplanctónica tuvo un promedio de 12 316 586 unidades biológicas por litro, mientras que el zooplancton presentó 9 620 organismos por litro; ambos muestran un máximo en el mes de septiembre con 77 795 700 ub/l y 40 044 org/l.

Para analizar los resultados se muestran los diagramas de cajas múltiples con muesca a través del tiempo encontrando que la variedad rayada presenta un mayor crecimiento.

Se sugiere alargar el tiempo de estudio y continuar la investigación variando los factores de alimentación, densidad de carga, etc.

INTRODUCCION

Uno de los problemas que afronta la humanidad es la escasez de alimento, debido al aumento de la población, nuestro país tendrá que afrontarlo, por lo cual es importante buscar los mecanismos para obtener alimentos que impliquen un bajo costo de inversión y un alto rendimiento del producto, sin olvidar la calidad alimenticia del mismo.

La acuicultura ha alcanzando recientemente un notable desarrollo, hasta el punto de que los ingresos logrados mediante cultivos de peces abarcan ya el 10% de los obtenidos globalmente en capturas piscícolas (García Badell, 1985).

Uno de los recursos que presentan características adecuadas para su explotación es la mojarra-tilapia. Los miembros del género *Oreochromis* (Familia Cichlidae), han sido fuente de alimento para el hombre y sus diferentes especies son de gran importancia para la pesca en sus tierras nativas del Cercano Oriente y Africa (Bardach *et al*, 1980).

En México, el volúmen de la producción pesquera para 1993, de la mojarra-tilapia en peso vivo, fué de 80 635 ton lo que representa un 48.86 % del total obtenido en agua dulce (Secretaría. de Pesca, 1993).

Son organismos que resisten temperaturas altas, niveles bajos de oxígeno, baja calidad del agua, resistencia a enfermedades, fácil manejo, poco exigentes en cuanto a la calidad del alimento y se reproducen con facilidad (Morales, 1991)..

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar algunos factores que puedan estar influyendo en la talla pequeña (hasta 13 cm según Alvarado *et al*, 1990), que presenta la tilapia en algunos embalses de nuestro país.

Para ésto se utilizaron organismos pertenecientes a la especie *Oreochromis mossambicus*, variedad rayada que habita en la laguna El Rodeo, Mor., la cual es utilizada por la gente del lugar para autoconsumo y la variedad roja cultivada en la piscifactoría "Fernando Obregón F".

Al cultivar a éstos organismos en condiciones adecuadas y con alimento natural, se espera sentar las bases para que se investiguen los factores que influyen para obtener un crecimiento mayor y así, poder lograr una producción en biomasa más eficaz de éste producto.

UBICACION TAXONOMICA

La especie con la que se trabajó en el presente estudio presenta la siguiente ubicación taxonómica:

Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Gnathostomata
Serie:	Pisces
Clase:	Actinopterygii
División III:	Euteleostei
Orden:	Perciformes
Suborden:	Percoidei
Familia:	Cichlidae
Género:	<i>Oreochromis</i>
Especie:	<i>O. mossambicus</i> (Peters, 1852).

Dicha clasificación está en base al criterio de de Trewavas 1983, citado en Morales (1991).

La familia Cichlidae tiene como característica el presentar peces de colores muy atractivos, principalmente nativos de Africa, América Central y la parte tropical de Sudamérica.

Los cíclidos se diferencian de las percas (Percidae) y otras lobinas dulceacuícolas (Centrarchidae), por la presencia de un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza. El cuerpo es generalmente comprimido y a menudo discoidal, en muchas especies la cabeza del macho es más grande, algunas veces se presentan en el macho tejidos grasos en la región anterior y dorsal de la cabeza (Morales, 1991).

La boca es protráctil, ancha, a menudo bordeada por labios hinchados, las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones, incisivos.

La parte anterior de las aletas dorsal y anal es corta y consta de una espina y de radios suaves en su parte terminal, que en los machos suelen estar fuertemente pigmentados, la aleta caudal está redondeada y truncada; la línea lateral está interrumpida y se presenta dividida en 2 partes, la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, mientras que la porción inferior aparece por debajo de donde termina la línea lateral superior y hasta el fin de la aleta caudal (Morales, 1991).

Las características distintivas de *O. mossambicus* son (Aredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1985; Morales, 1991):

- Papila genital del macho simple, o con una muesca superficial distal.

-
- Las mandíbulas de los machos maduros sexualmente son amplias, frecuentemente originando un perfil alto y haciéndose cóncavo.
 - La hembra y el macho, cuando no están en época de reproducción, son plateados con 5 o 6 manchas centro-laterales y algunas más en las series dorsales.
 - Cuando el macho va a aparearse, es negro, con las partes bajas de la cabeza blancas y con márgenes rojos en las aletas caudal y dorsal. 28-31 vértebras, con media de 30.
 - XV-XVII espinas dorsales, con media de XVI, 26-29 radios dorsales y media de 28.
 - III espinas anales.
 - 14-20 branquiespinas inferiores, con media de 17-18.
 - Dientes faríngeos muy finos, el área dentígera con lóbulos muy estrechos.
 - La aleta caudal no es densamente escamosa.

Cabrera y Torres (1995), mencionan 2 variedades de *O. mossambicus*:

- a) Línea roja, caracterizada por un color rojo intenso y uniforme obtenida por Sipe, (1981).
- b) Línea butterball, en la que el color rojo está menos desarrollado.

Los cíclidos viven en aguas estancadas, en las cuales encuentran buenos escondites en los márgenes de los pantanos, entre piedras y raíces de plantas acuáticas. Muchas especies presentan territorialidad durante la temporada de reproducción.

Son especies de clima cálido, su mejor desarrollo ocurre en temperaturas de 25° a 30° C. El crecimiento disminuye cuando la temperatura es menor a 20° C, y si permanece a menos de 12° durante varios días termina por morir.

Se reproducen muy seguido y desde temprana edad, aproximadamente a partir de los 12 cm y de manera continua. (Bages, 1983).

Son peces que atienden cuidadosamente a sus crías, algunos les dan protección en los nidos que construyen en el fondo de los estanques, otras guardan a sus crías en la boca durante los primeros 15 días aproximadamente. El número de huevecillos dependiendo del género, que pone la hembra es bajo, si se compara con otras especies. Para *Oreochromis mossambicus* se reporta un número menor a 500 huevecillos (Alvarado *et al*, 1990).

Dado el inconveniente de que empiezan a reproducirse desde tallas muy pequeñas, se afecta su crecimiento, canalizando la energía hacia la reproducción y haciendo que el estanque se llene rápidamente de un exceso de peces pequeños.

Existen algunas problemas genéticos en las líneas de tilapia mantenidas en México, debido a la hibridación entre especies nativas e introducidas. La falta de pureza genética en los machos en la producción del híbrido que debería ser de 100 % es la causa de que en las unidades de producción se continúe separando

manualmente, obteniendo de un 60 a 70 % de machos (Moreno y Pulido, 1989).

Sipe, (1981), menciona la hibridación de *O. urolepis homorum* (machos) con *O. mossambicus* (hembras) para obtener machos en su mayoría. Esto favorecería el que los organismos canalizaran su energía hacia el crecimiento y no a la reproducción.

AREA DE ESTUDIO

I.- La laguna El Rodeo.

La laguna El Rodeo pertenece al municipio de Miacatlán, el cual tiene una superficie de 233 444 Km², siendo así el séptimo municipio de mayor extensión en el Edo. de Morelos. Se sitúa en la centro-oeste del estado, colindando al norte con el Edo. de México y el Mpio. de Cuernavaca, al este con el Mpio. de Temixco y Xochitepec, al oeste con el Mpio. de Coatlán del Río y al sur con los Mpios. de Mazatepec y Puente de Ixtla (Fig. 1).

La laguna se ubica entre los 18°46' latitud norte y 99°19' longitud oeste, a 1050 msnm (DETENAL, 1979).

El Rodeo pertenece a la Cuenca del Balsas, localizada hacia el sureste de la Meseta Central, limitada por la Sierra Madre del Sur y la de Oaxaca. A pesar del gran volúmen de agua que descargan los ríos tributarios, no se presentan grandes vasos lacustres en la región (Arredondo-Figueroa y Aguilar, 1987).

El clima de la zona es cálido subhúmedo con lluvias invernales. La precipitación media anual fluctúa entre los 800 y 1 000 mm, y la temperatura media anual registrada es mayor de 22°C; la precipitación máxima es registrada en septiembre, con lluvias que oscilan entre los 190 y 200 mm, la mínima se presenta en los meses de febrero y marzo con un valor menor a 5 mm. La clave de su clima es Aw (w)(i)g (García, 1973).

La temperatura más alta se presenta en mayo con 26 a 27° C y la más baja en los meses de enero y diciembre con un valor de 20 a 21° C (DETENAL, 1979).

La vegetación que inicialmente dominaba era selva baja caducifolia, pero actualmente se encuentra muy perturbada con especies de vegetación secundaria. Generalmente se presenta en forma de selva baja caducifolia con pastizal inducido al norte y al este. Al noroeste sólo se presenta selva baja caducifolia secundaria, al este se encuentra una vegetación implantada por el hombre con un uso potencial agrícola temporal permanente; hacia el suroeste se encuentran zonas de cultivo de temporal permanente anual.

La laguna El Rodeo es alimentada por el río Tembembe a través del canal de Perritos y su uso principal es el riego (para aproximadamente 1 752 has). Las vías de comunicación a ésta zona se encuentran desde la carretera No. 55 (Carretera federal de las grutas de Cacahuamilpa), siguiendo por ésta hasta el Km 114 donde hacia el suroeste se encuentra la desviación a un camino de terracería de un Km aproximadamente.

Esta laguna es el embalse más importante de los pocos existentes en la zona.

Está formada en una depresión originada por la disolución de calizas que arrastraron la formación andesítica exterior, la laguna fué ampliada en 1938 y se le construyó una cortina, por lo que algunas veces ha sido confundida con una presa.

Presenta 7 751 951 m³ de máximo volúmen para el mes de octubre y cubre 2 211 494 m². La laguna presenta grandes fluctuaciones de tamaño, debido principalmente a la época de secas, reduciéndose hasta 677 701 m² y 665 148 m³ en el mes de junio (Govea y Sánchez, 1987).

II.- Piscifactoría Fernando Obregón F.

La piscifactoría "Fernando Obregón F." se encuentra ubicada en las coordenadas 18°46' 74" de latitud norte y 99°21'-06" de longitud oeste, junto a la laguna El Rodeo, Mpio. de Miacatlán, Morelos (Fig. 2). El Centro Piscícola fué construido por la Sría. de Recursos Hidráulicos (hoy SARH), e inició sus operaciones en el año de 1958.

El objetivo principal del centro es el de producir crías de híbridos de tilapia, hasta la talla aproximada de 7 cm. Posteriormente, la engorda de los peces se desarrolla en embalses, jaulas, estanquería rústica y de concreto en las diferentes comunidades ejidales o Unidades de Producción Piscícola, que la Delegación Federal de Pesca, construyó para su explotación pesquera. Además, se hacen donaciones de cría a otros estados del país.

El Centro abarca una superficie de 6 Has. y consta de las siguientes instalaciones (Fig. 2):

- oficina de control
- laboratorio
- albergue para trabajadores
- unidad de molienda
- estanques de alevinaje (9)
 - " de cría (2)
 - " de engorda (5)
 - " de reproducción (4)
 - " de confinamiento (2)
 - " de deshecho (2)
 - " de invernadero (1).

El Centro piscícola se abastece con agua traída directamente de la laguna El Rodeo, con la cual se abastece de agua corriente a los estanques.

Los estanques de trabajo para el presente estudio son de los denominados de alevinaje destinados para investigación (Fig. 2) con un volúmen aproximado de 6.8 m³.

ANTECEDENTES

A continuación se describen algunos trabajos relacionados con el crecimiento y tipos de alimentación de la mojarra-tilapia en condiciones de cultivo natural y/o artificial:

- De Silva (1985), estudia el factor de condición y la nutrición de una población de *Oreochromis mossambicus* en los lagos de Sri-Lanka con la finalidad de mejorar el potencial acuacultural.
- Caulton y Hill (1973), realizan diversos experimentos acerca de la compensación de la *Tilapia mossambica* ante introducciones en aguas profundas.
- Bowman (1974), compara el crecimiento de 2 especies de *Tilapia mossambica* en estanques fertilizados natural, artificial y sin fertilizante.
- Maruyama e Nagashida (1976), estudian la influencia del cuerpo de agua en el crecimiento en peso y longitud que puede alcanzar la *Tilapia mossambica*.
- Cochrane (1986), estudia la mortalidad de *Oreochromis mossambicus* en Sudáfrica.
- Turner (1986) explica la dinámica territorial y el costo de reproducción de una población de *O. mossambicus* en un estanque.
- Alejo *et al* (1989), realizan estudios sobre algunos aspectos biológicos tales como abundancia, proporción de sexos, clases de edad, crecimiento, etc., en la laguna El Rodeo, Mor., de *Oreochromis mossambicus*. Encuentran una mayor tasa de crecimiento en las hembras, un crecimiento alométrico negativo y una longitud infinita de 13.9 cm para hembras y 14.0 cm para machos.
- Moreno y Pulido (1989), mencionan los problemas genéticos en las líneas de tilapia mantenidas en México, como la falta de pureza genética en las variedades, ésto trae por consecuencia el no tener un cultivo monosexado, presencia de alevines que compiten por el alimento y un crecimiento más lento en los individuos machos, lo que incide negativamente en la rentabilidad del sistema productivo.
- Alvarado *et al* (1990), realizan estudios sobre algunos aspectos reproductivos en la laguna El Rodeo, Mor., encontrando un máximo de longitud de 13 cm para *O. mossambicus*. Obtienen periodos de reproducción en primavera, verano e invierno con una longitud mínima de madurez gonádica de 6.2 cm para las hembras y 6.8 cm

Esto muestra la precocidad de la especie y es por ésto que los factores que influyen en su crecimiento deben ser estudiados.

- Pacheco y Rico (1990), evalúan 2 diferentes alimentos elaborados en el crecimiento de *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) bajo condiciones de laboratorio.

- Flores (1994), analiza el crecimiento de *O. niloticus* en estanques situados en la Cd. de México con fertilizante tanto orgánico como inorgánico. Encuentra un crecimiento poblacional alométrico negativo, y una mejor condición de los organismos en el estanque inorgánico aunque el crecimiento fué superior en el estanque orgánico.

- Cabrera y Torres (1995), evalúan la producción de híbridos de tilapia (*O. urolepis homorum* (machos) por *O. mossambicus* (hembras)), encontrando también crecimiento alométrico negativo y un mejor crecimiento en los machos. El trabajo realiza un profundo análisis socio-económico de la producción obtenida.

OBJETIVOS

General:

- Conocer el crecimiento en peso y longitud de la mojarra-tilapia (*Oreochromis mossambicus* [Peters, 1852], variedades rayada y roja, en estanques con fertilizante orgánico (vacaza).

Específicos:

- Determinar las condiciones ambientales de temperatura, pH, oxígeno disuelto y transparencia para el cultivo de la mojarra-tilapia en estanques piscícolas acondicionados.
- Evaluar la disponibilidad de alimento mediante la obtención de la densidad planctónica.
- Obtener la relación peso-longitud y las ecuaciones de crecimiento para cada una de las variedades en estudio.
- Conocer la tasa de crecimiento instantáneo, así como el peso y talla máximos de la mojarra-tilapia (*Oreochromis mossambicus*) en condiciones de cautiverio y con alimentación natural.
- Determinar el índice de conversión de fertilizante a través de la producción bruta de cada estanque.
- Evaluar la mortalidad de la especie, bajo condiciones de cultivo en estanque.

METODOLOGIA

Se utilizaron 2 estanques de paredes de concreto con un volúmen aproximado de 6.8 m³ (con 14.8 m² de área superficial y 6.7 m² de área basal), (Fig. 2).

Posteriormente se realizó la limpieza general de los estanques y se fertilizaron con abono orgánico (de origen vacuno), agregando aproximadamente 1.5 Kg por estanque siguiendo las proporciones citadas por Bages (1983) que recomienda 1 000 Kg/Ha. El fertilizante se colocó en una bolsa de yute cercana a la entrada de agua con objeto de que se distribuya uniformemente; a continuación se llenó el estanque hasta 30 cm de altura y se esperó de 15 a 20 días para que fermentara.

Hecho ésto, se llenó completamente el estanque esperando 15 días más, después de los cuales se retiraron las bolsas de fertilizante y se realizó un ciclo nocturnal cada 2 horas con la finalidad de ver si las condiciones de oxígeno disuelto, temperatura y transparencia eran las óptimas para el sembrado de organismos.

Para la determinación de oxígeno disuelto se utilizó la técnica de Winckler modificación de azida de sodio (Contreras, 1984, la temperatura fué registrada con un termómetro de precisión de $\pm 1^\circ\text{C}$, el pH con papel indicador de precisión de 0.2 unidades y para la transparencia se utilizó el disco de Secchi.

Dos semanas después, se obtuvieron los organismos para la siembra, a partir de 2 fuentes:

- Estanque 1.- *Oreochromis mossambicus*, variedad roja proporcionada por el centro piscícola Fernando Obregón F, Mor. El tamaño de siembra de los organismos fué de 5-6 cm.

- Estanque 2.- *Oreochromis mossambicus*, variedad rayada, directamente de la laguna El Rodeo, Mor., utilizando un chinchorro playero de 30 m de longitud y 1 cm de luz de malla, el tamaño de los organismos también fué entre 5 y 6 cm.

Los individuos se colocaron en razón de 7 org/m² (Bardach *et al*, 1986), lo que llevó a un total de 110 organismos en cada estanque.

A lo largo de los 6 meses que duró el estudio (junio - diciembre, 1990), y con intervalos mensuales se tomaron los siguientes datos:

a) Parámetros físicos y químicos del agua:

Utilizando una botella de plástico de 2 l de capacidad, se tomó una muestra de agua de 30 cm de profundidad en el centro del estanque. Se evaluaron los

siguientes parámetros:

- Temperatura, con un termómetro de precisión de 0.1° C.
- pH, con papel indicador con 0.2 unidades de precisión.
- Oxígeno disuelto, utilizando la técnica de Winckler, modificación de azida de sodio (Contreras, 1984).
- Bióxido de carbono disuelto, con la técnica volumétrica y bicarbonato de sodio como titulante (APHA, 1976).
- Dureza total, mediante la técnica complejométrica (APHA, 1976).
- Alcalinidad total, mediante la técnica volumétrica y ácido sulfúrico como titulante (APHA, 1976).

b) Densidad planctónica:

- Fitoplancton.-

Se obtuvo una muestra al centro del estanque a una profundidad de 30 cm utilizando una botella de plástico de 125 ml de capacidad y fijándola con acetato de lugol (Thronsen, 1978). La densidad de organismos fitoplanctónicos se registra siguiendo el método de Utermöhl (Schwöerbel, 1975) que incluye el uso de un microscopio invertido y cámaras de sedimentación (2 cm de altura, 1.8 cm de diámetro y 9 ml de capacidad), utilizando el método de recuento por campos (Russell *et al*, 1982).

La densidad se registró como organismos totales y presentes de cada división por unidad de volumen.

- Zooplancton.-

Se realizaron arrastres diagonales (aproximadamente a lo largo de 5 m), con una red de 60 micras de malla y 25 cm de diámetro. La muestra fué fijada con formol al 4% neutralizado con bórax (Wickstead, 1979), el recuento se llevó a cabo en cajas de Petri y bajo un microscopio estereoscópico (Boltovskoy, 1981).

La densidad zooplanctónica se reporta como organismos totales y por grupo, para lo cual se estima la cantidad de volumen filtrado mediante la siguiente fórmula:

$$V = \pi r^2 L$$

donde V = volúmen de un cilindro que estima el agua filtrada

r = radio de la boca de la red

L = longitud del arrastre

c) Biometría de los organismos:

Antes de introducir los organismos en los estanques se les tomaron los siguientes datos:

1.- Longitud total: medida desde la parte media del labio superior de la boca, hasta la parte distante de la aleta caudal (Laevastu, 1971).

2.- Longitud patrón: tomada desde la parte central del labio superior de la boca hasta la base de la aleta caudal. Para éstas determinaciones se utilizará un Vernier con precisión de 1 mm.

3.- Peso total: utilizando una balanza granataria de 0.01 g de precisión.

Cada 2 semanas se separaron todos los organismos del estanque con una pequeña red de manufactura casera (1m de ancho, 5m de largo y abertura de malla de media pulgada) y se colocaron en cubetas de plástico con agua del estanque; ésto, con el objeto de registrar las anteriores medidas y seguir su crecimiento durante 6 meses de estudio para que los organismos alcancen su talla máxima.

Con los datos obtenidos (peso total y longitud patrón) se determinaron los siguientes aspectos:

a - Relación peso-longitud.-

Los datos biométricos fueron utilizados para obtener la relación entre el peso total y la longitud patrón de los organismos, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$W = a L^b$$

donde W = peso total

L = longitud patrón

a y b = constantes

Obteniéndose en su forma linearizada:

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

Esta forma nos representa la ecuación de una recta, y los valores de a y b se pueden obtener a través de una regresión lineal con el método de los mínimos cuadrados (Sokal y Rohlf, 1981) donde " a " en la ordenada al origen y " b " es el valor de la pendiente.

b.- Longitud y peso infinitos, tasa de crecimiento y tiempo cero.

Se analizan diagramas de cajas múltiples con muesca para los datos de longitud a lo largo del estudio, para determinar algunos aspectos como: localización de medianas, amplitud, datos extremos, comparación entre muestras, etc. (Salgado-Ugarte, 1991).

La longitud máxima se calcula a través del gráfico de Ford-Walford (citado en Gómez-Márquez, 1994), utilizando para éste las clases de talla obtenidas con los diagramas de cajas de la variación en longitud a través de los 6 meses de estudio.

El método de Ford-Walford consiste en graficar las longitudes medias " l " desde un tiempo " t " en el eje de las " x " y las longitudes a edades desde " $t + 1$ " en el eje de las " y ". La gráfica genera una línea, la cual corta a otra con 45° de pendiente, el punto de intersección define el valor de la longitud máxima o infinita (cuando se ha alcanzado la asíntota, el cese del crecimiento).

Para el cálculo de la constante de crecimiento (k) y t cero (t_0) se utilizó el método de Beverton y Holt (citado en Gómez-Márquez, 1994), el cual mediante una regresión lineal del $\ln(L_\infty - l)$ contra t obtiene una recta en la que:

$$k = -b$$

$$t_0 = \frac{a - \ln L_\infty}{k}$$

A través de la relación peso-longitud inicialmente determinada se obtiene el valor del peso máximo o infinito " W_∞ " sustituyendo en ella el valor de la longitud máxima calculada (Gulland, 1971).

c.- Crecimiento en tiempo.-

Esto se logra utilizando al modelo de von Bertalanffy (1938, citado en Gómez-Márquez, 1994), para representar el crecimiento de los organismos, tanto en longitud, como en peso con las siguientes ecuaciones:

$$L = L_\infty (L - e^{-k(t-t_0)})$$

$$W = W_\infty (W - e^{-k(t-t_0)})^b$$

donde L = longitud al tiempo t

L_{∞} = longitud máxima teórica

W = peso al tiempo t

W_{∞} = peso máximo teórico

k = tasa de crecimiento

t_0 = tiempo de inicio de crecimiento cuando L = 0.

b = constante en la relación peso-longitud.

d.- Factor de conversión de fertilizante.-

Este factor se evalúa para conocer la eficiencia de producción de la tilapia y se define como el crecimiento en peso o en longitud ganado por el organismo en un tiempo determinado y se expresa de la siguiente manera (Kuri-Nivón, 1980):

$$\text{F.C.F.} = \frac{\text{cantidad de fertilizante suministrado (Kg)}}{\text{peso total obtenido (Kg)}}$$

e.- Tasa de crecimiento instantáneo.-

Para lo cual, se empleó el modelo por citado por Youngs & Everhart, (1981):

$$g = \frac{\ln (Y_1 - Y_0)}{(t_1 - t_0)}$$

donde g = tasa instantánea de crecimiento

t = tiempo

y = longitud patrón o peso total

f.- Rendimiento piscícola.-

Por medio de la obtención de la producción bruta de los cultivos en cada estanque, con la siguiente fórmula (Morales, 1991):

$$\text{Producción bruta} = \frac{\text{biomasa total (Kg)}}{\text{área (m}^2\text{)}}$$

g.- Mortalidad.-

Se determinó la mortalidad relativa de los organismos en los estanques haciendo un recuento final de individuos y estimando los factores que la hayan provocado.

Se utilizó la siguiente relación (Sutton y Harmon, 1985):

$$M = 100 \{ N_t / N_0 \}$$

donde M = tasa de mortalidad

N_t = número de organismos totales

N₀ = número de organismos faltantes

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

A) Ciclo Nictemeral.

La finalidad de realizar éste ciclo, fué la de conocer el comportamiento de las condiciones ambientales en los estanques y verificar si las condiciones eran adecuadas para la introducción de los peces (el ciclo se efectuó a principios de verano).

Uno de los factores analizados fué la temperatura, la cual en el estanque 1 presentó un rango de 25.5° a 33°C, (Tabla 1), lo que se considera dentro del intervalo adecuado para el cultivo de la tilapia (22-30°C; Sepesca, 1986).

El pH no tuvo mucha variación, osciló de 6 a 6.4, aún cuando se reporta un rango ideal de 6.5 a 9 (SEPESCA, 1986), se considera que en éste estudio no fué un factor limitante para el crecimiento de los organismos.

En cuanto al oxígeno disuelto, se mantuvo con altos niveles, lo cual hace suponer una gran actividad fotosintética del plancton alcanzando un máximo valor de 19.51 mg O₂/l a las 16:00 hrs y un mínimo de 12.4 a las 22:00 hrs.(Tabla 1).

En el estanque 2 la temperatura fluctuó entre 25 y 34°, mientras que el pH se mantuvo en 6, y el oxígeno disuelto alcanzó un máximo de 22.2 mg/l a las 16:15 hrs y un mínimo de 12.4 a las 10:00 hrs.(Tabla 2).

No se detectaron variaciones marcadas en el rango a lo largo del ciclo, lo que demostró que las condiciones eran adecuadas para la introducción de los organismos.

B) Parámetros físicos y químicos.

- Estanque 1.-

Los resultados obtenidos fueron los siguientes (Tabla 3):

En junio y julio, la visibilidad al disco de Secchi, fué de 268 y 25 cm respectivamente (condiciones aceptables para un estanque piscícola, (SEPESCA, 1986)), la cual fué aumentando hasta llegar a 54 cm en el mes de septiembre, razón por la cual se decidió fertilizar nuevamente adicionando vacaza (1.5 Kg).

Referente a la temperatura del agua, ésta cae en su mayoría dentro del rango óptimo para el crecimiento de la tilapia que es de 25 a 33°C (Bages, 1983), ya que los valores fluctuaron entre 22 y 32°C, típico de un ambiente cálido, siendo los valores más bajos (22-23° C) registrados en noviembre y diciembre.

El pH, con valores de 6 y 6.4 no fué un factor limitante que influyera negativamente en el crecimiento de los peces, ya que empezó a registrarse un aumento en su longitud. Esto a pesar de no encontrarse dentro del rango óptimo de 6.5-9 (Bages, 1983). Tal vez las condiciones de oxigenación, temperatura y disponibilidad de alimento al ser óptimas, minimizaron el efecto del bajo pH.

Analizando los valores de oxígeno disuelto, éste se mantuvo alto durante todo el estudio ya que los valores obtenidos siempre fueron mayores a 3 mg/l, lo que se considera como el óptimo (Bages, 1983).

La dureza total (46.78 - 144.92 mgCaCO₃/l), también se mantuvo en el intervalo óptimo que debe estar entre 50 y 300 mg/l y la alcalinidad con valores de 46.63 a 88 mg CaCO₃ también está dentro del rango óptimo de 50 a 200 mg CaCO₃/l (Bages, 1983;).

- Estanque 2.-

En éste estanque la visibilidad al disco de Secchi, mantuvo valores de 25 cm al inicio del estudio, al incrementarse a 59 cm en septiembre se decidió también una segunda fertilización (Tabla 4)..

La temperatura del agua mostró un comportamiento similar al del estanque 1, con la más baja en noviembre (22°C) y la más alta en junio (32°C); se considera dentro del óptimo entre 25 y 35 °C.

El pH muestra cierta tendencia a la acidez con valores de 5 a 6.4, lo que no se considera halla tenido influencia en el cultivo.

El oxígeno disuelto se mantuvo alto, siempre por encima de 3.5 mg/l

La dureza total (51.65 - 112.92 mg CaCO₃/l) se presenta dentro de los valores recomendados (50 - 300 mg/l) y la alcalinidad (34-80 mg CaCO₃/l), el cual se encuentra en el intervalo recomendado de 50-200 mg CaCO₃/l (Bages, 1983).

C) Densidad planctónica.-

La tilapia, al ser un organismo omnívoro, se sirve tanto del plancton vegetal como del animal para su alimentación, por lo que los seres que constituyen el plancton representan gran importancia para garantizar su adecuada subsistencia.

- Estanque 1.-

En lo referente al fitoplancton se observan en el siguiente cuadro, 2 florecimientos en junio y septiembre, ésto se puede explicar debido a que el estanque fué fertilizado en dos ocasiones con la materia orgánica. El primero de éstos florecimientos es más evidente que el segundo debido a que en la segunda fertilización ya existían peces dentro del estanque, los cuales pudieron haber consumido rápidamente a los organismos planctónicos.

Cuadro de las densidades de plancton encontradas en el estanque 1.

Mes de muestreo	Densidad total de fitoplancton ub/l	Densidad total de Chlorophyta	Densidad total de Cyanophyta	Densidad total de Bacillariophyta	Densidad total de zooplancton org/l
Junio	7639507	4977583	2294016	367908	1705
Julio	4905530	3000980	1750570	153895	1580
Agosto	4405110	3501110	538555	365444	1480
Septiembre	77795700	69082000	5194000	3462000	40044
Octubre	4539940	3366480	500162	673296	15726
Noviembre	4861300	3268300	673500	919499	7453
Diciembre	4295280	3455230	131642	708410	4615

Al momento del inicio del estudio (junio) y después de preparar el estanque se tenían 7 639 507 unidades biológicas por litro, considerando éstas condiciones como adecuadas para la introducción de los organismos (Flores, 1994, reporta 750 millones de unidades biológicas por litro como máximo y promedio de 350 ub/l en estanques de cultivo). A lo largo del estudio ésta densidad se mantiene más o menos constante, sólo observándose un máximo en el mes de septiembre con un valor de 77 795 711 ub/l (debido a la segunda fertilización).

Considerando que en un sistema natural puede encontrarse una densidad fitoplanctónica mínima de 500 000 ub/l (dato reportado para la laguna El Rodeo, Mor.; González-Schaff, 1995), ésta densidad es suficiente para servir de alimento a los organismos en dicha laguna. En un sistema de cultivo al que se le adicionan nutrientes a través del fertilizante, se espera una mayor densidad, lo que favorece entonces la disponibilidad de alimento y evitar que sea limitante del crecimiento.

La división más abundante dentro del fitoplancton fué la Chlorophyta (con una densidad relativa siempre por encima del 60% y géneros como *Chlorella*, *Scenedesmus* y *Pediastrum*), seguidas por la Cyanophyta (*Microcystis*), Chrysophyta (*Aulacoseira*) y Euglenophyta (*Phacus*) (Fig. 3).

La composición de especies encontrada muestra géneros que responden rápidamente ante situaciones de cultivo (nutrientes abundantes, luz y temperatura entre 22 y 36° C): *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, ésto indica una composición química adecuada del alimento para los peces, en términos de cantidad de proteínas, lípidos y ácidos grasos (Renaud *et al*, 1994).

La presencia de *Microcystis* spp debe cuantificarse a lo largo de un cultivo ya que en exceso pueden llegar a ser consideradas como tóxicas (Palmer, 1982). De aquí la importancia de conocer la composición cualitativa y cuantitativa del fitoplancton de un sistema.

Respecto al zooplancton, estuvo representado en su mayoría por copépodos con una densidad inicial de 1705 organismos por litro y un máximo en septiembre de 40 044 org/l, como respuesta al desarrollo del fitoplancton (Fig. 4). En menor grado se registraron algunos organismos cladóceros y rotíferos.

Al realizar una comparación de la densidad de organismos zooplanctónicos que pueden encontrarse en un sistema natural, se puede mencionar que 500 organismos por litro se reportan en la laguna Escondida, Ver. (Estrada y Torres, 1996), por lo que el dato encontrado en los estanques de cultivo, que es de 1705 puede considerarse como alto al presentar mayor densidad, ésto se explica dado que nuestro sistema es de cultivo al que se le han adicionado nutrientes para elevar su productividad.

- Estanque 2.-

Similares condiciones se detectaron en el estanque 2, ésto es, la cantidad y calidad de las especies del fitoplancton fueron adecuadas como se describe en el cuadro a continuación:

Al iniciar el estudio y después de preparar el estanque existían 3 116 250 ub/l, siendo condiciones adecuadas para introducir a los peces. Dicha densidad se mantiene en los meses de estudio con un máximo en septiembre de 139 544 670 ub/l

Cuadro de las densidades del plancton en el estanque 2.-

Mes de muestreo	Densidad total de fitoplancton ub/l	Densidad total de Chlorophyta	Densidad total de Cyanophyta	Densidad total de Bacillariophyta	Densidad total de zooplancton org/l
Junio	3116250	2164125	8872501	2164120	3013
Julio	3583860	2146850	1263870	173133	1612
Agosto	2544900	1714000	432800	380800	1731
Septiembre	46676400	29406132	16579457	690810	18832
Octubre	7348550	5771110	865666	771770	18832
Noviembre	5917640	4835400	371747	710495	5863
Diciembre	5017430	3987640	234361	795432	3802

Las divisiones presentes fueron, en orden decreciente: Chlorophyta, Cyanophyta, Chrysophyta y Euglenophyta (Fig. 5).

La Fig. 6 muestra la variación de organismos zooplanctónicos como respuesta a los cambios en el fitoplancton. Son los copépodos el grupo que predomina, con una densidad inicial de 3 013 org/l y un máximo de 27 224 org/l en el mes de septiembre.

Las condiciones de densidad planctónica fueron adecuadas para servir de alimento a los organismos cultivados, así mismo, la composición mostró a las clorofíceas y a los copépodos como los grupos más abundantes, considerando que el alimento natural disponible, no constituyó un factor limitante para el crecimiento de los peces.

D) Relación peso-longitud.-

La relación peso-longitud encontrada para los organismos totales durante el periodo de estudio (Figs. 7 y 8) fué:

	Estanque 1 Variedad roja	Estanque 2 Variedad rayada
Individuos (n)	438	489
(a)	0.000521	0.0034814
Pendiente (b)	2.90638	2.4776
Correlación @	0.935878	0.951048
	$W = 0.000521 L^{2.90638}$	$W = 0.0034814 L^{2.4776}$

La Fig. 7 muestra el gráfico de la relación peso-longitud en el estanque 1, se percibe una tendencia a la isometría ya que el valor de la pendiente se acerca a 3 (2.90638).

La relación peso-longitud en el estanque 2 se muestra en la Fig. 8, su valor de pendiente (2.4776) se aleja del crecimiento isométrico, y podría entonces decirse que es de tipo alométrico, es decir, que la relación entre la longitud y el peso del pez no sigue una proporción cúbica (cuando $b = 3$).

El diagrama de cajas múltiples es una herramienta que forma parte del análisis exploratorio de datos, utilizado para explorar los valores numéricos y enfatizar gráficamente datos sobre su dispersión, distribución, ubicación de medianas y datos extraordinarios, etc. (Salgado-Ugarte, 1991).

En la Fig. 9 se muestra el diagrama de cajas múltiples para la longitud patrón a lo largo de los 7 meses de estudio, en ella se distingue claramente el incremento a través del tiempo, siendo más evidente en los 2 primeros meses hasta llegar al

mínimo incremento en el último mes (la no sobreposición de muescas indica que no existe diferencia significativa en los últimos 4 meses, aunque la mediana sí presenta mínimas variaciones).

La Fig. 10 muestra los diagramas de cajas múltiples para la longitud patrón e indica un incremento notable en el segundo mes de estudio y aparente estabilidad el resto del tiempo.

Dado que las condiciones físicas y químicas en ambos estanques fueron similares y adecuadas para el desarrollo de los organismos, se considera entonces que no existió ningún factor ambiental limitante para el crecimiento de las variedades estudiadas y por lo tanto, se debieron a la naturaleza intrínseca de cada una de ellas.

La especie *O. mossambicus* presenta un alto grado de hibridación por lo que no existe una pureza genética en sus variedades. Esto trae por consecuencia comportamientos y respuestas diferentes a las condiciones ambientales.

E) Ecuaciones de crecimiento.

E.1 Clases de talla.

Para la obtención de las clases de talla se realizó el método del diagrama de cajas múltiples (Salgado-Ugarte, 1991).

ESTANQUE 1	ESTANQUE 2
Mediana	Mediana
5.5	5.4
6.8	8.4
7.5	8.5
7.8	8.5
7.7	8.8
7.9	8.8
8.1	8.8

Analizando las clases de talla obtenidas se reitera el hecho de que la variedad rayada llegó a una longitud mayor en el mismo tiempo de estudio..

E.2 Modelos de crecimiento.

Cuando se analizan las poblaciones icticas, conviene expresar su crecimiento en forma matemática, para lo cual deben ser deducidos en base a 2 criterios:

a) Deben ajustarse a la mayoría de los datos de crecimiento observados.

b) Deben poseer facilidad para incorporarse a modelos para la evaluación de peces.

El modelo que más aplicaciones ha tenido es la ecuación propuesta por von Bertalanffy en 1938 (citado en Gómez-Márquez, 1994).

Para el cálculo de los parámetros básicos y obtener la ecuación que describe el crecimiento se utilizaron los siguientes métodos:

PARAMETRO	ESTANQUE		METODO
	1	2	
Longitud infinita	8.01 cm	8.69 cm	Ford-Walford (Gómez-Márquez, 1994)
Peso infinito	17.763g.	22.1 g	Relación peso-long
Constante de Crecimiento = k	0.5476	0.8977	Beverton y Holt (Gómez-Márquez, 1994)
Tiempo cero = t_0	-0.8376	0.1535	Beverton y Holt (Gómez-Márquez, 1994).

Con los anteriores datos se obtuvieron las gráficas que describen el crecimiento en peso y longitud (Figs.11 y 12) para la variedad roja y para la variedad rayada (Figs.13 y 14). Se observa que se requieren aproximadamente 8 meses para alcanzar la longitud máxima, el presente estudio abarcó 7 por lo que se sugiere alargar el tiempo de estancia en los estanques.

El valor de la longitud infinita (L_{∞}) parece estar subestimado ya que en los datos reales se obtuvo algún organismo por encima de dicha longitud, ésto puede deberse al hecho de haber trabajado sólo con organismos pertenecientes a una misma cohorte y con una longitud de alrededor de 5.5 cm y por lo tanto no se está

tomando en cuenta a la fracción más pequeña de la población (alevines).

Las ecuaciones que describen el crecimiento de los organismos se enlistan a continuación:

ESTANQUE 1

$$L = 8.01 (1 - e^{-0.5476 (t + 0.8376)})$$

$$W = 17.763 (1 - e^{-0.5476 (t + 0.8376)})^{2.90638}$$

ESTANQUE 2

$$L = 8.69 (1 - e^{-0.8977 (t - 0.1535)})$$

$$W = 22.1 (1 - e^{-0.8977 (t - 0.1535)})^{2.4776}$$

E.3 TASA DE CRECIMIENTO INSTANTANEA.

Se define como el crecimiento en peso o en longitud ganado por el organismo en un tiempo determinado, se encontraron las siguientes tasas de crecimiento por mes:

MES DE MUESTREO	ESTANQUE 1	ESTANQUE 2
Julio	2.564 mm/mes	3.4011 mm/mes
Agosto	1.945	0
Septiembre	1.098	0
Octubre	0	1.0986
Noviembre	0.6931	0
Diciembre	0.6931	0

Se observa que el crecimiento es mayor en las primeras etapas y después va disminuyendo hasta que cesa por completo. Además se percibe que en el estanque 2 (variedad rayada), el crecimiento en longitud cesó a partir del segundo mes.

El ritmo de crecimiento de la variedad rayada fué mayor, sin embargo, después de 3 meses de estudio, cesó por completo. La variedad roja, con menor tasa de crecimiento, podría tener un mayor potencial si se alargase el tiempo de cosecha.

En ambos casos, se detecta un cese en el crecimiento, debido tal vez a las siguientes cuestiones:

- El tamaño de la muestra no fué representativo, y se requería un mayor número de organismos a analizar.
- El crecimiento en longitud fué tan leve que no fué detectado en los meses que no indican crecimiento.
- El aumento detectado se debe a los organismos que fueron introducidos de manera adicional y después de la primera siembra, para completar la cantidad inicial de organismos cultivados, que por mortalidad hicieron descender el número de organismos capturados.
- El incremento fué en peso y no en longitud, por lo que sería necesario un análisis de los incrementos en peso.

E.4 FACTOR DE CONVERSION DE FERTILIZANTE.

Es una relación que describe el peso obtenido en los organismos en base a la cantidad del fertilizante suministrado.

En el estanque 1 donde fué cultivada la variedad roja se obtuvo un F.C.F. de 12.4446 mientras que con la variedad rayada se obtuvo un valor de 6.3078; esto indica una vez más que el crecimiento fué mayor en ésta última, la cual aprovechó más el alimento generado por la fertilización.

E.5 MORTALIDAD.

La mortalidad, definida según Sutton y Harmon (1985), como la estimación de los organismos totales menos los faltantes de una población, presentó los siguientes valores, calculada de manera mensual y global:

MES DE MUESTREO	ESTANQUE 1	ESTANQUE 2
Julio	71.17%	90.9%
Agosto	40.0	39.68
Septiembre	46.25	20.0
Octubre	9.3	0
Noviembre	12.82	6.15
Diciembre	11.76	4.91
Total	71.17%	41.41 %

La mortalidad fué mucho mayor en los 3 primeros meses de estudio, debido al stress provocado por el nuevo ambiente al que fueron trasladados, éste manejo implicó un período de adaptación al que algunos organismos no pudieron superar, a ésto se agrega también la predación de que fueron objeto por parte de reptiles y aves.

Esta mortalidad disminuye notablemente en los 3 últimos meses debido al acondicionamiento del estanque que permitió a los peces establecerse en condiciones estables para su cultivo.

E.6 COMPARACION DE RESULTADOS.

Los datos obtenidos en el presente trabajo son válidos para la especie, el tiempo y el espacio analizados; sin embargo existen resultados reportados por otros autores con la misma especie (*O. mossambicus*), y en tiempos y espacios, que aunque diferentes de origen, si pueden ser utilizados como un marco de referencia y comparación.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de resultados obtenidos con la especie

Parámetro	<i>b</i>	<i>L_∞</i>	<i>W_∞</i>	<i>t₀</i>	<i>k</i>	Tasa instantánea de crec.
Alejo et al, 1989.	2.77694 h 2.807 m	13.9 h 14.0 m	79.857 h 87.7898 m		0.1898 h	
Alvarado et al, 1990	2.98736 h 2.9622 m					
Pacheco et al, 1990	2.6 - 3.28	6.7 - 13.2		0.04 - 0.453	0.04	0.03 - 2.74
López et al, 1997.		19.25	137 - 146	1.2995	1.3247 - 1.132	
Esquivias, 1997.	2.9063 vrj 2.4776 vry	8.1 vrj 8.69 vry	17.763 vrj 22.1 vry	-0.8376 vrj 0.1535 vry	0.5476 vrj 0.8977 vry	0.693 - 2.564 vrj 1.098 - 3.401 vry

.vrj = variedad roja
vry = variedad rayada
h= hembras
m = machos

El cuadro presenta resultados dados por diferentes autores bajo condiciones y tiempos diferentes al presente trabajo; sin embargo, permite hacer una comparación de datos.

Los valores reportados en éste trabajo caen dentro de un rango similar a los reportados para *O. mossambicus*, Alvarado *et al* (1990) y Alejo *et al* (1989), quienes trabajan en un sistema natural: la laguna El Rodeo, Mor., sitio de origen de la variedad rayada de éste reporte. López *et al* (1997), trabajan con un policultivo en estanques fertilizados orgánicamente y el de Pacheco y Rico (1990) es bajo condiciones de laboratorio.

Los valores de la pendiente "b" en la relación peso-longitud muestran una mayoría de valores que indican la tendencia al crecimiento isométrico (sólo se aleja la variedad rayada en éste trabajo).

La longitud infinita presenta mayores fluctuaciones que van desde 6.7 cm (Pacheco y Rico, 1990) hasta 19.25 (López *et al*, 1997).

El peso presenta un rango de 34.6 g (éste trabajo), hasta 146 g (López *et al*, 1997); las diferencias se deben básicamente a la diversidad de ambientes y cultivos estudiados, además de que algunos reportes se dan para hembras y para machos, o para la población total.

El to varía desde -1.473 hasta 3.3014 (ambos aquí reportados), la K toma valores desde -0.168 (López *et al*, 1997) a 0.268 (éste trabajo).

CONCLUSIONES

- Las condiciones de temperatura, pH, oxígeno, visibilidad y densidad planctónica fueron adecuadas para el cultivo de las variedades roja y rayada de *Oreochromis mossambicus* en los estanques de alevinaje en la piscifactoría Fernando Obregón F., Mor.
- Los resultados de temperatura en ambos estanques, tuvieron un rango entre 22° y 32 °C, el oxígeno fluctuó entre 3.5 y 16 mg/l, el pH entre 6 y 6.4, la visibilidad al disco de Secchi tuvo un rango de 20 a 50 cm y la densidad planctónica tuvo un promedio de 12 316 586 unidades biológicas de fitoplancton por litro y 9 620 organismos zooplanctónicos por litro.
- Se obtuvieron las ecuaciones que representan la relación peso-longitud encontrando un crecimiento con tendencia a la isomería en la variedad roja ($b = 2.90638$) y un crecimiento alométrico en la variedad rayada ($b = 2.4776$). Se describen las ecuaciones de crecimiento en peso y longitud según el modelo de von Bertalanffy.

Variedad roja:

$$L = 8.01 (1 - e^{-0.5476 (1 + 0.8376)})$$

$$W = 17.763 (1 - e^{-0.5476 (1 + 0.8376)})^{2.90638}$$

Variedad rayada:

$$L = 8.69 (1 - e^{-0.8977(1 - 0.1535)})$$

$$W = 22.1 (1 - e^{-0.8977 (1 - 0.1535)})^{2.4776}$$

- Las tasas de crecimiento instantáneo reflejan un mayor aumento en la longitud de la variedad rayada y un crecimiento más lento en la variedad roja. Se encontraron individuos con promedio de 8 cm y 16.9 g en la variedad roja y 8.6 cm con 17.5 g en la variedad rayada, éste debido tal vez a la mayor capacidad de adaptación de ella al provenir de un sistema natural.
- Se calculó un índice de conversión de fertilizante con un valor de 12.44 para la variedad roja y 6.30 para la variedad rayada.
- La mortalidad observada fué mayor en los 3 primeros meses de estudio (atribuida al stress), manteniéndose baja en la segunda mitad (7%), considerada como natural.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere realizar ensayos con cultivos monosexados que disminuyan la probabilidad de reproducción de los organismos y se asegure así una canalización de energía hacia el proceso de crecimiento.
2. Probar el uso de diferentes alimentos balanceados que sumados a la dieta natural producida en los estanques, eleve la calidad de la nutrición y por lo tanto se produzca un mayor crecimiento.
3. Alargar el tiempo de estudio para la variedad roja, para verificar si puede alcanzar tallas mayores.
4. Realizar estudios referentes a la pureza genética de las especies y variedades del género *Oreochromis*, con objeto de marcar diferencias y si es posible, establecer y recuperar las líneas puras.
5. Intensificar los estudios taxonómicos referentes al género *Oreochromis* para un esclarecimiento de sus líneas en especies y variedades.
6. Aplicar un tratamiento con cal a los estanques, previo al inicio del cultivo para aumentar el pH y contrarrestar así el posible efecto de acidez.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera H. P., y P. C. Noriega (1985). La tilapia y su cultivo. Fondepesca. Sepesca. México. 17-24.
- Alejo P.M.C., M.M. Laguna y T.P. Ramírez (1989). Estudio de algunos aspectos biológicos de *Oreochromis mossambicus* (Osteichthyes: Cichlidae) en la laguna "El Rodeo", Mor. Tesis de Licenciatura. ENEP Zaragoza, UNAM. 130 p.
- Alvarado C.R., G.M. Fabila y D.V. Zamora (1990). Algunos aspectos reproductivos de *Oreochromis mossambicus* (Osteichthyes: Cichlidae) en la laguna "El Rodeo", Mor. Tesis de Licenciatura. ENEP Zaragoza. UNAM. 88 p.
- American Public Health Association (APHA), (1976). Análisis de aguas y aguas de deshecho, incluyendo sedimentos bentónicos y lodos. Ed. Interamericana. New York, USA. 609 p.
- Arredondo Figueroa J.L. y D.C. Aguilar, (1987). Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas realizadas en lagos mexicanos con especial énfasis en su ictiofauna. En Gómez Aguirre y Arenas Fuentes (Ed): Contribuciones en Hidrobiología. UNAM. 91-133.
- Arredondo -Figueroa, J.L. y M. Guzmán-Arroyo (1985). Situación taxonómica actual de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. An. Inst. Biol. UNAM 56, Serie Zool. (2):556-572.
- Bages M., (1983). Manual de Piscicultura para el medio rural. INIREB. México 9-12.
- Bardach E.J., J.H. Ryther & W.O. McIarney, (1986). Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT-editor. México. 741 p.
- Bertalanffy L. Von (1938). A quantitative theory of organic growth (inquires on growth II). Hum. Biol. 10(2): 181-233.
- Boltovskoy B.J. (1981). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP. Argentina. 936 p.
- Bowman D.K., (1974). Comparación entre *Tilapia surea* Steinsdachs y *Tilapia mossambica* Peters, en estanques del Salvador. FAO, Informe de Pesca. 159:78-90.
- Boyd C.E., (1979). Water quality in warm water fish ponds. Auburn University Agricultural Experiment Station. USA. 344p.

-
- Cabrera Mancilla E. y D.E. Torres (1995). Evaluación de la producción y engorda de híbridos de tilapia (*Oreochromis urolepis homorum* {machos} por *Oreochromis mossambicus* {hembras}), como especie comercial en el estado de Mor., Méx. Tesis de Licenciatura. FES Zaragoza, UNAM. 76 p.
- Caulton S.M. y Hill B.J., (1973). The ability of *Tilapia mossambica* Peters to enter deep water. Journal Fish. Biol. 5:513-522.
- Cochrane K.L., (1986). Mortality of young of the year *Oreochromis mossambicus* in Hastbeespert Dam, South Africa. Journal Fish. Biol. 29: 263-630.
- Conejo García M.E., V.A. Jimenez y M.M. Macuít., Estudio del comportamiento de los parámetros físicos y químicos de la laguna El Rodeo, Mor., durante Dic. 1986 a Dic. 1987. ENEP Zaragoza, UNAM. (1987). (Inédito).
- Contreras F., (1984). Manual de técnicas hidrobiológicas. UAM-I. México. 147 p.
- De Silva S.S. (1985). Body condition and nutritional ecology of *Oreochromis mossambicus* (Pisces: Cichlidae) population of manmade lakes in Sri-Lanka. Journal Fish. Biol. 27:621-633.
- DETENAL (1979). Cartas topográficas. Comisión de estudios del territorio nacional. México.
- Estrada H.M. y R. Torres-Orozco, (1996). Patrones de migración nictemeral de los crustáceos planctónicos de un lago tropical. I Reunión Internacional de Planctología y VIII Reunión Nacional de la SOMPAC. Pátzcuaro, Mich., abril de 1996.
- Everhart W.H. & W.D. Youngs, (1981). Principles of fishery Science. 2nd ed. Cornell University Press. New York. USA. 350p.
- Flores M. O. (1994). Crecimiento de *Oreochromis niloticus* en estanques con diferente fertilización en un clima templado. Tesis de licenciatura. FES Zaragoza, UNAM. 56 p.
- García E. (1973). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geología. UNAM. 246p.
- García Badell J.J. (1985). Tecnología de las explotaciones piscícolas. De. Mundi Prensa. Madrid, España.
- Gómez-Márquez J.L. (1994). Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. FES Zaragoza, UNAM. 89p.
- González-Schaff A.E. (1995). Composición del fitoplancton de la laguna El Rodeo, Mor. XIII Congr. Mex. De Bot. Cuernavaca, Mor. 1995.

-
- Govea B.J.A. y G.J. Sánchez (1987). Contribución al conocimiento de la morfometría de la laguna El Rodeo, Mor., de Dic. 1986 a Oct. De 1987. ENEP Zaragoza, UNAM. 70 p (inédito).
- Gulland A. (1966). Métodos de análisis de poblaciones de peces. FAO, ONU. 193p.
- Gulland J.A. (1971). Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. De. Acribia, España. 164 p.
- Kuri-Nivón E. (1980). Instructivo para la determinación del factor de conversión del alimento (F.C.A.). Manuales técnicos de acuicultura. Depto de Pesca. México 1(1):22-34.
- Laevastu T., (1971). Manual de métodos de Biología Pesquera. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 243 p.
- Lagler F.K., Bardach E.J., Miller R.R. Y Passino M.D. (1984). Ictiología. Ed. AGT. México. 489 P.
- López G.M.C., Guzmán-Sosa A. y Hernández-Avilés J.S. (1997). Evaluación de un policultivo íctico en estanques rústicos. Memorias del V Congr. Nal. de Ictiología. Fac. De Ciencias del Mar, Univ. Autón. De Sinaloa. Feb. De 1997.
- Maruyama T. y Nagashida K., (1978), Effect of water current on growth spawning activity of *Tilapia nilotica*. Bull. Freshwater Fish. Research Lab. 28(2):201-209.
- Morales Díaz A. (1991). La tilapia en México, biología, cultivo y pesquerías. AGT De. S.A. México. 190 p.
- Moreno M.M. y G.L.A. Pulido (1989). Evaluación del ensilado de pescado como alimento para el híbrido de tilapia (*Oreochromis urolepis homorum* por *Oreochromis mossambicus* (Trewavas, 1980). Tesis de licenciatura. ENEP Zaragoza, UNAM. 72p.
- Pacheco S.M. y C.J. Rico(1990). Evaluación de 2 alimentos elaborados en el crecimiento de *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) bajo condiciones de laboratorio. ENEP Zaragoza, UNAM. 71 p.
- Palmer C.M. (1982). Algae in water supplies. Depth of Health Education & Welfare. Public Health Service. U.S.A.
- Pauly D. (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Documentos técnicos de Pesca. FAO. Roma, Italia. 16-20.
- Renaud S.M., D.L. Parry & Luong-Van Thinh. (1994). Microalgae for use in tropical aquaculture I: Gross chemical and fatty acid composition of twelve species of microalgae from the Northern territory, Australia. Journal of Applied Phycology 6:337-345.

-
- Rojas Cortés M. (1989). Análisis de la distribución espacial y temporal del fitoplancton en la laguna El Rodeo, Mor. (junio de 1988 a junio de 1989). ENEP Zaragoza, UNAM. (inédito).
 - Rossell V.A., A.J. González del Torno y G.M. Galván., (1982). Manual de técnicas de muestreo y análisis de plancton y perifiton. SARH. 3- de. México.
 - Salgado-Ugarte I.H. (1991). El Análisis Exploratorio de Datos en las Poblaciones de Peces. Fundamentos y Aplicaciones. Material didáctico. ENEP Zaragoza. 112 p.
 - Schwoerbel J., (1975). Métodos de hidrobiología. Ed. Blume. España. 262 p.
 - SEPESCA. (1986). Manual de Piscicultura. Secretaría de Pesca, México.
 - Sipe M. (1981). Control de la reproducción de la tilapia. Dirección General de Publicaciones y Biblioteca. Dirección General de Acuacultura. Depto. De Pesca. México. 50 p.
 - Sokal R.R. & F.J. Rohlf, (1981). Biometry. W.Hoo Freeman & Co. Publ. Sn. Fco., Cal. 776 p.
 - S.P.P., (1981). Síntesis geográfico del Edo. de Morelos, anexo cartográfico. Coordinación general de los servicios nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México.
 - Secretaría. de "Pesca (1993). Indicadores de la producción pesquera. Dirección General de Informática y Regulación Pesquera. México D.F. 7p.
 - Sutton D.B. & Harmon N.P. (1985). Fundamentos de Ecología. Ed. Limusa. México. 171 p.
 - Throndsen J., (1978). Preservations and storage. In Sournia A. (Ed): Phytoplankton manual. UNESCO. 60-74.
 - Turner G.F., (1986). Territory dynamics and cost of reproduction in a captive population of the colonial nesting mouth brooder *Oreochromis mossambicus*. Journal Fish. Biol. 32:673-677.
 - Wickstead H.J., (1979). Zooplancton marino. Ed.Omega. España. 70 p.

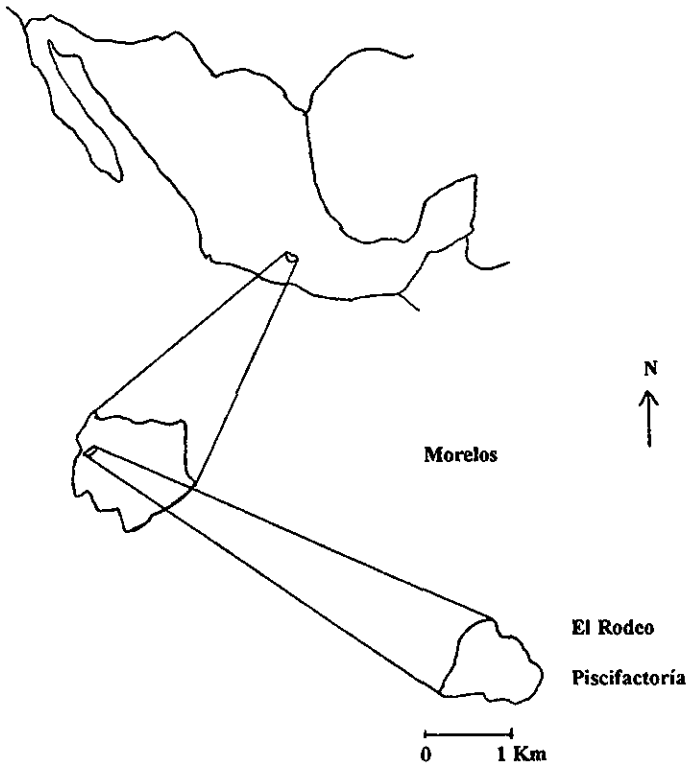


Fig. 1.- Localización geográfica de la laguna El Rodeo, y la piscifactoría "Fernando Obregón F", Estado de Morelos.

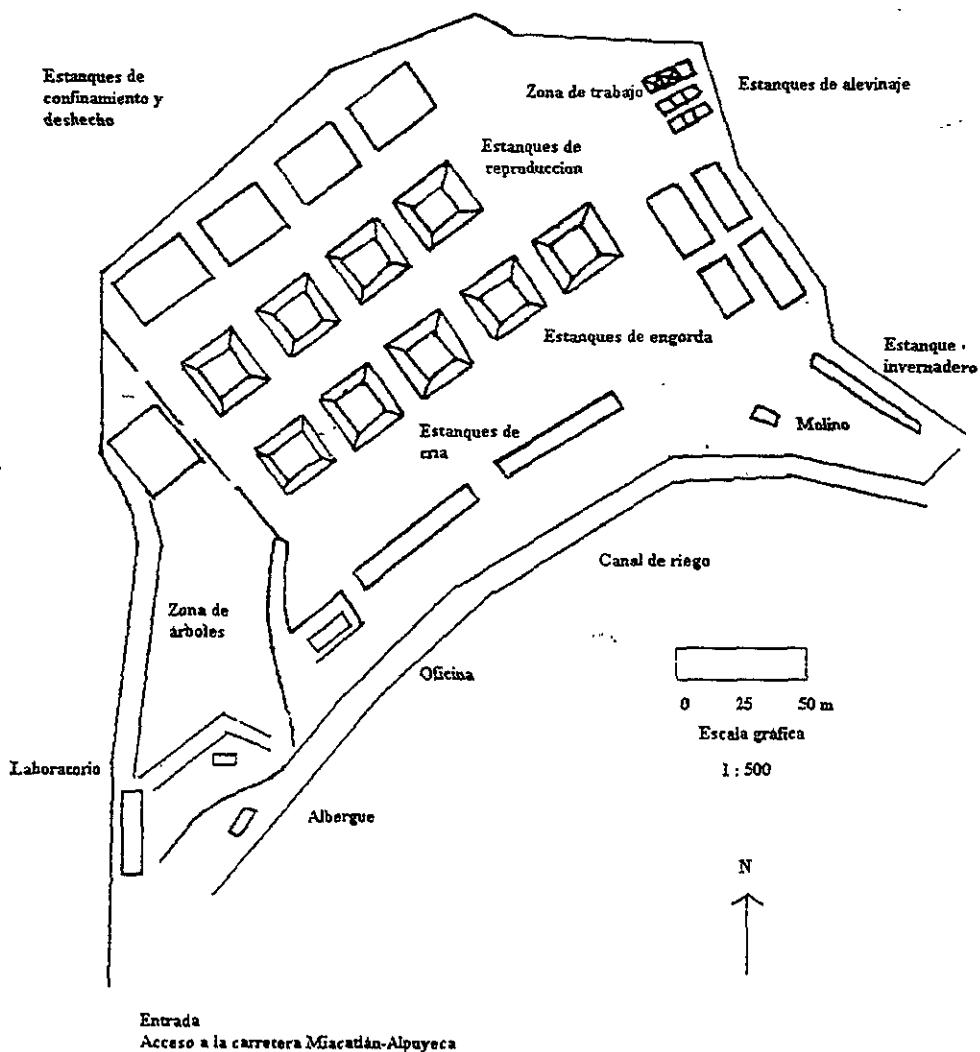


Fig. 2.- Localización de los estanques de cultivo en la piscifactoría Fernando Obregón F.

TIEMPO hora	TEMPERATURA °C	pH	OXÍGENO mg/l
10:00	27.0	6.4	12.6
12:00	29.0	6.4	14.02
14:00	32.5	6.0	13.41
16:00	33.0	6.4	19.51
18:00	31.0	6.0	15.44
20:00	29.0	6.0	13.00
22:00	29.0	6.0	15.85
6:00	25.5	6.0	12.4
8:00	25.5	6.0	15.44

Tabla 1.- Ciclo nictimeral en el estanque 1.

TIEMPO hora	TEMPERATURA °C	pH	OXÍGENO mg/l
10:00	28.0	6.0	13.00
12:00	31.0	6.0	18.29
14:00	34.0	6.0	16.26
16:00	34.0	6.0	22.76
18:00	32.0	6.0	21.95
20:00	29.0	6.0	13.00
22:00	29.0	6.0	16.05
6:00	25.0	6.0	15.44
8:00	25.0	6.0	12.19

Tabla 2.- Ciclo nictimeral en el estanque 2.

TIEMPO meses	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Nov.	Dic.
SECCHI cm	26.00	25.00	32.00	54.00	48.00	47.00	43.00
T. AMB. °C	34.5	23.0	25.5	26.0	25.0	20.0	25.0
T.AGUA °C	32.0	25.0	27.0	27.0	27.0	22.0	23.0
pH	6.4	6.0	6.0	6.0	6.4	6.2	6.0
O ₂ mg/l	16.06	9.84	8.63	8.20	7.05	8.30	6.70
CO ₂ mg/l	0.00	1.78	0.47	0.11	0.39	1.80	1.37
DUR.T. mg/l	144.92	75.31	70.75	46.78	82.16	54.23	52.94
DUR.Ca mg/l	99.27	45.64	39.93	20.99	51.35	37.44	34.86
ALC.F. mg/l	8.00	0	0	0	1.6	0	0
ALC.NJ. mg/l	88.00	60.00	52.00	64.06	55.25	46.63	5.40

Tabla 3.- Parámetros ambientales en el estanque 1.

TIEMPO meses	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Nov.	Dic.
SECCHI cm	32.00	25.00	31.00	59.00	31.25	47.00	31.50
T. AMB. °C	34.5	23.0	25.5	26.0	25.0	20.0	25.0
T.AGUA °C	32.0	26.0	27.0	30.0	26.0	22.0	23.0
pH	6.2	6.0	6.2	5.0	6.4	6.4	6.0
O ₂ mg/l	11.04	9.63	3.50	0.97	7.40	7.93	10.51
CO ₂ mg/l	0	1.54	0	0.11	0.20	1.60	0
DUR.T. mg/l	112.97	65.00	63.90	63.90	71.89	51.65	55.52
DUR.Ca mg/l	68.46	36.51	39.93	10.95	62.76	38.73	41.32
ALC.F. mg/l	10.0	0	0	4.0	0	0	10.0
ALC.NJ. mg/l	80.0	57.0	35.14	34.43	78.47	49.18	43.22

Tabla 4.- Parámetros ambientales en el estanque 2.

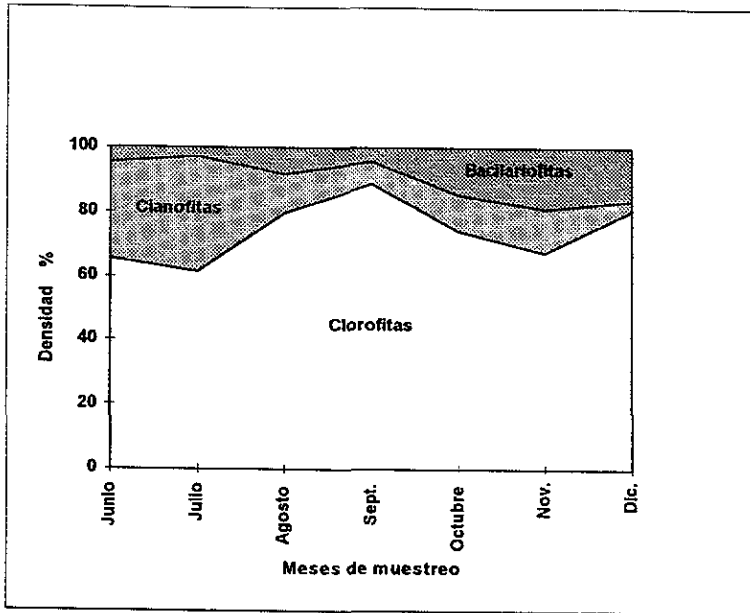


Fig. 3.- Variación de la densidad fitoplanctónica en el estanque 1.

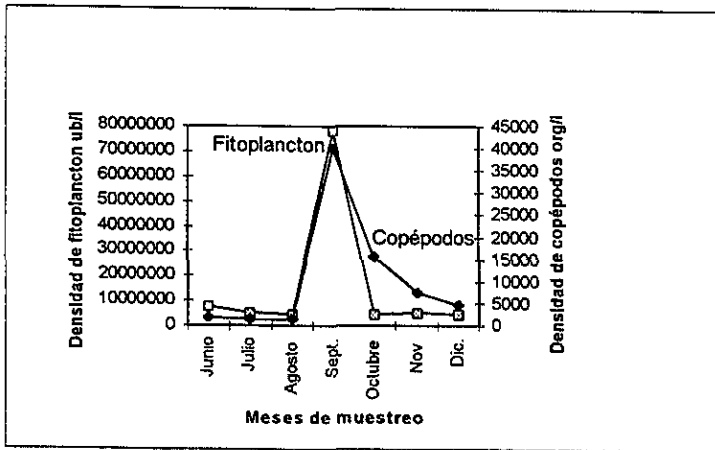


Fig. 4.- Variación de la densidad de copéodos y fitoplancton del estanque 1.

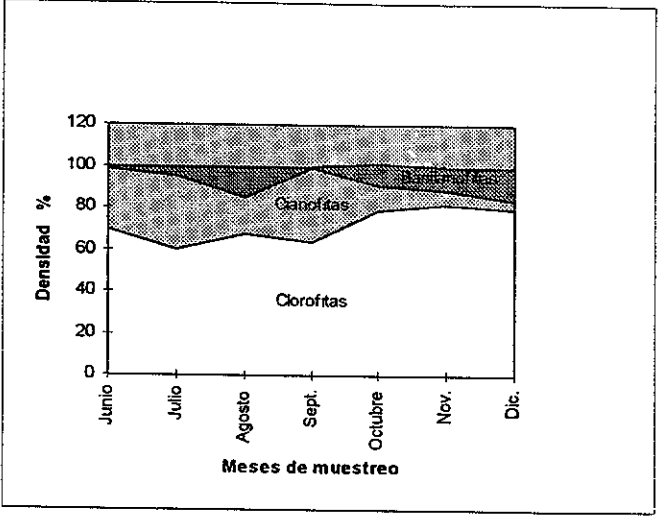


Fig. 5.- Variación de la densidad fitoplanctónica en el estanque 2.

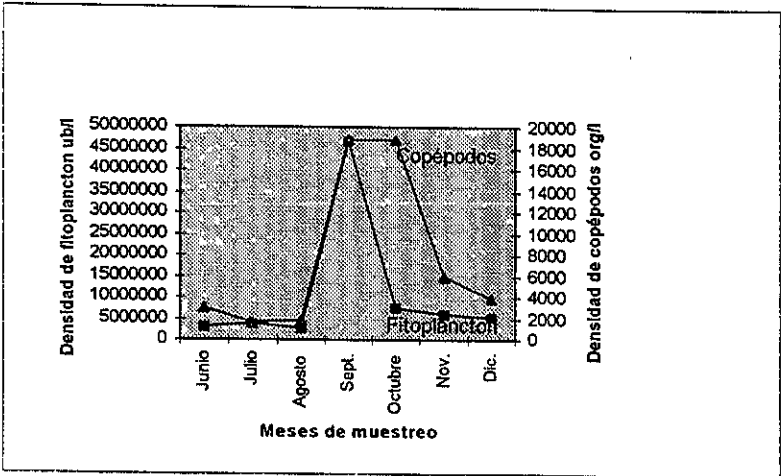


Fig. 6.- Variación de la densidad de copepodos y fitoplancton del estanque 2.

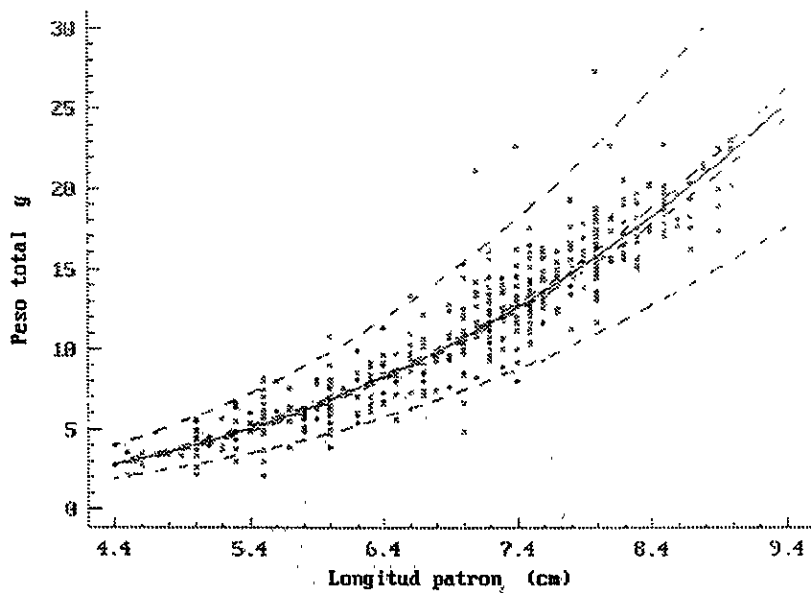


Fig. 7.- Relación peso-longitud de los organismos de la variedad roja.

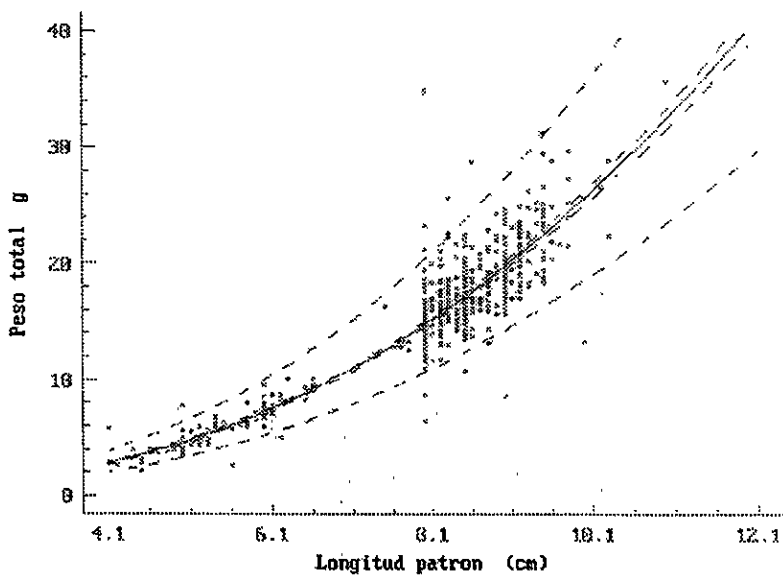


Fig. 8.-. Relación peso-longitud de los organismos de la variedad rayada.

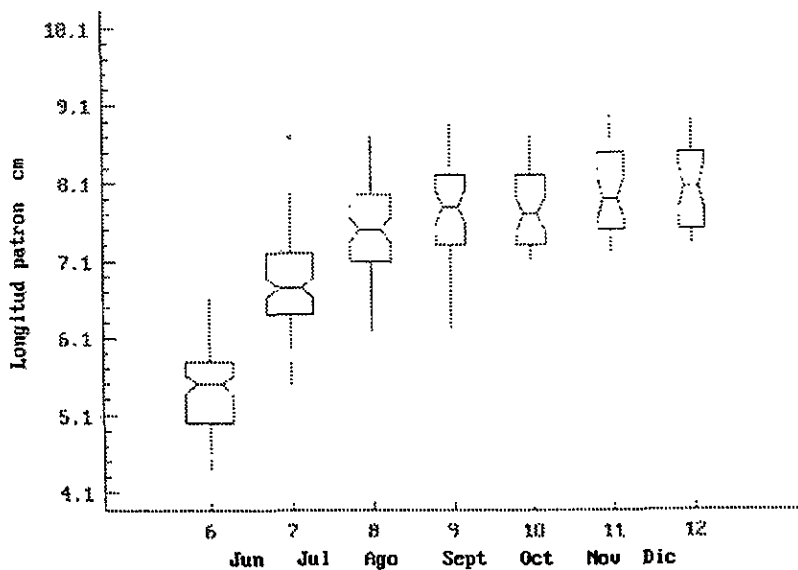


Fig. 9.- Diagrama de cajas múltiples con muesca para la longitud patrón de la variedad roja.

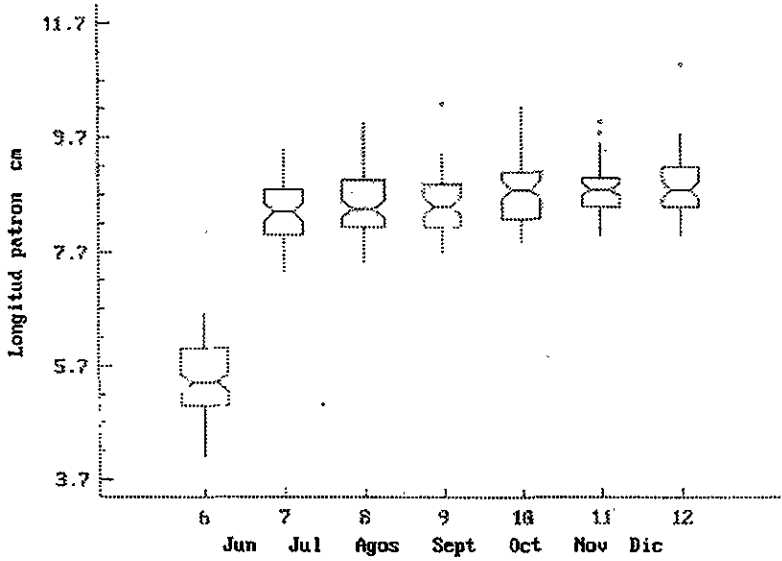


Fig. 10.- Diagrama de cajas múltiples con muesca para la longitud patrón de la variedad rayada.

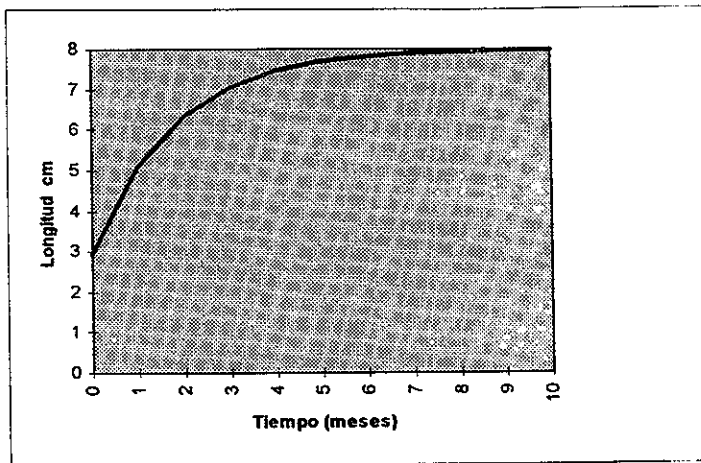


Fig. 11.- Crecimiento en longitud para la variedad roja.

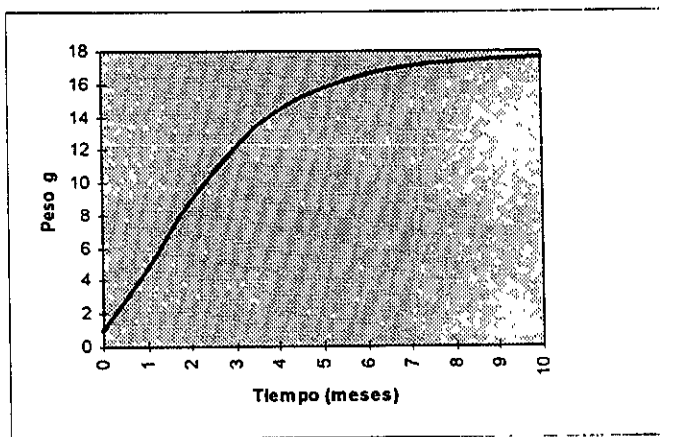


Fig. 12.- Crecimiento en peso para la variedad roja.

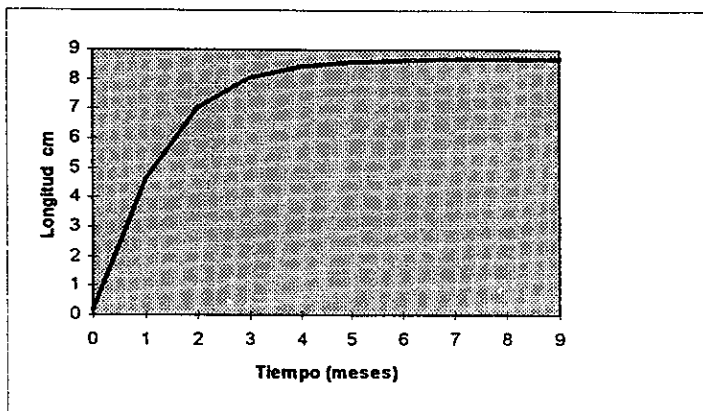


Fig. 13.- Crecimiento en longitud para la variedad rayada.

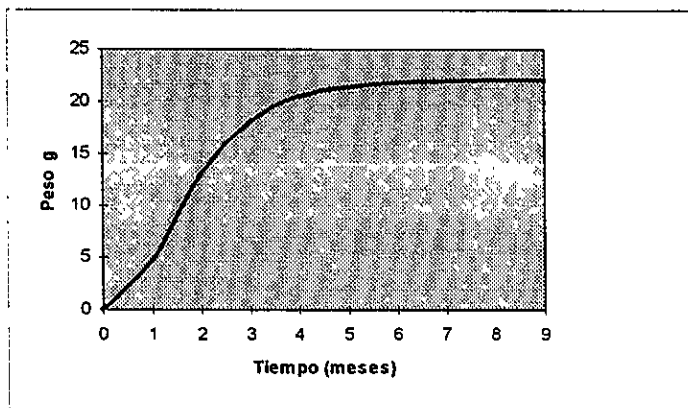


Fig. 14 - Crecimiento en peso para la longitud rayada.