

19 2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CRECIMIENTO, RENDIMIENTO EN FILETE Y EFICIENCIA ECONOMICA DE *Oreochromis niloticus* (GRIS) Y EL HIBRIDO (ROJO) *Oreochromis mossambicus* X *Oreochromis niloticus*, BAJO SISTEMA INTENSIVO

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
IVONNE GRANADOS ALVAREZ



MEXICO, D. F.

1999

TESIS CON
LLA DE ORIGEN

I

271604



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 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.

DEDICATORIA

A MIS PADRES . . . A ti Mamá que eres el amor, paciencia, comprensión y amistad hechas persona; a ti Papá, el mejor ejemplo de superación, esfuerzo, tenacidad y trabajo eres tú. **Les dedico este trabajo fruto de ustedes mismos.**

A MIS HERMANOS . . . Angélica, Rosalinda y Alberto, quienes me han mostrado los caminos profesional, familiar y cultural a seguir, además de apoyarme y creer en mí siempre.

A TI . . . que “siempre has estado a mi lado, a miles de kilómetros entre mis brazos”.

A MIS AMIGOS . . . quienes me han brindado todo cuanto ha estado a su alcance y han compartido parte de sus vidas conmigo.

A TODOS . . . a quienes les sea útil este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer a mis asesores MC Mario Garduño Lugo y Biólogo Germán Muñoz Córdoba, la colaboración y enseñanzas paciente y precisas que tuvieron a bien darme.

Un profundo y especial agradecimiento al IAZ Andrés Aluja Schunemman y del MC Angel Pulido Albores quienes me ofrecieron su confianza y apoyo bajo la consigna de superarme.

Al MVZ Raymundo Martínez Peña, por sus atinados consejos.

Agradezco al CONACyT-SIGOLFO de quienes obtuve apoyo con el proyecto 9601-046V.

Agradezco a la UNAM, a la FMVZ y sus centros de enseñanza e investigación, donde obtuve mi formación profesional, además de experiencias inolvidables.

A todas aquellas personas que con su ejemplo me orientan a tratar de ser mejor, con quienes he compartido fragmentos de mi existencia, me acompañan, muestran respeto, confianza y cariño en mi labor y quienes encuentran las palabras exactas en el momento adecuado, para impulsarme a seguir de frente, no sólo para realizar y concluir éste trabajo, también para enfrentarme a los obstáculos y sorpresas que la vida misma me tiene reservados . . . ¡gracias!.

CONTENIDO

Página

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MATERIAL Y MÉTODOS	7
RESULTADOS.....	13
DISCUSIÓN	14
REFERENCIAS.....	17
FIGURAS	22

RESUMEN

GRANADOS ALVAREZ IVONNE. Crecimiento, rendimiento en filete y eficiencia económica de *Oreochromis niloticus* (gris) y el híbrido (rojo) *O. mossambicus* x *O. niloticus*, bajo sistema intensivo (bajo la dirección de: Mario Garduño Lugo y Germán Muñoz Córdoba).

Este trabajo tuvo como finalidad comparar tasa de crecimiento, rendimiento en filete y eficiencia económica de *O. niloticus* (gris) y el híbrido rojo durante la fase de engorda. Se empleó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones por tratamiento (grupos genéticos), se colocaron 22 peces (de cada genotipo) de 6 meses de edad en cada estanque, con pesos iniciales de 139 ± 29.4 g para *O. niloticus* (gris) y 207.3 ± 37.2 g para el híbrido rojo. Cada uno de los tres estanques de concreto empleados, cuyas medidas fueron de $2 \times 3 \times .6$ m y con 2 m^3 de volumen, que contaron con recirculación de agua permanente. Se proporcionó alimento comercial balanceado (35% de proteína), distribuido dos ocasiones al día a saciedad por seis días a la semana. Se realizaron pesajes quincenales de los peces y seguimiento cotidiano de la calidad del agua hasta concluir el experimento. Los resultados promedio al cabo de 98 días indicaron que no existió diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tratamientos para las variables supervivencia (83% y 97 %), ganancias de peso (2.4 y 2.9 g/día) y rendimiento en filete (29.1% y 32.3%) en *O. niloticus* (gris) y el híbrido rojo. Sin embargo, existieron diferencias ($P < 0.05$) para las variables peso final (459.2 ± 105.7 g y 495.4 ± 85.2 g) e indica la eficiencia económica del pescado (IEE_p) entero (1.6 y 2.5) en favor del híbrido respecto al gris; no obstante, el IEE_p del filete es mejor en el gris (1.0) en relación con el híbrido (0.7). En conclusión, el híbrido rojo de *O. mossambicus* X *O. niloticus* crece mejor y es más eficiente económicamente cuando se vende entero, que *O. niloticus* gris, y este último es más eficiente fileteado que el híbrido.

INTRODUCCIÓN

Los peces conocidos como "tilapias" pertenecen a un grupo numeroso de ciclidos de origen africano, diseminados en la mayoría de los países tropicales. Algunas especies han sido cultivadas en estanques desde el año 1,000 a.C. ¹ A pesar de su participación en la piscicultura, no es hasta mediados del presente siglo, cuando la tilapicultura recibió mayor atención en su explotación e investigación. ² Su cultivo es actualmente una actividad promisoría en virtud de la versatilidad de las especies a ser cultivadas con fines comerciales y de autoconsumo. Esta capacidad de producción está dada por su adaptación a diferentes medios y sistemas de producción, rápido crecimiento, conversión alimenticia, resistencia a enfermedades y su gran aceptación nacional e internacional; ^{3,4,5,6,7,8,9,10} de tal manera que la tilapicultura está entre las principales industrias productoras de alimento de origen acuático del mundo. ¹¹ La tilapia es uno de los principales productos acuícolas en expansión, así como una alternativa viable para enfrentar la grave desnutrición y el desempleo en el mundo, también se proyecta como una buena perspectiva económica. ^{2,12,13} Se ha mencionado que las especies de ciclidos africanos diseminadas en trópicos y subtropicos han tenido una repercusión en la acuicultura en el ámbito internacional, con gran éxito en pesquerías y piscicultura, por otra parte como un problema de contaminación biológica; ¹⁴ sin embargo, esto último es cuestionado ya que existen estudios que demuestran que el efecto de su introducción aumenta la productividad de embalses. ¹⁵

A partir de 1964 se han introducido a México varias especies de tilapia: *Tilapia rendalli*, *T. zillii*, *Oreochromis aureus*, *O. niloticus*, *O. mossambicus* y *O. urolepis hornorum*. ^{3,4,16} De la producción total de tilapia en el país se derivan 83,132 toneladas de la acuicultura en general, 522 de éstas provienen de sistemas controlados y las 82, 610 toneladas restantes de pesquerías acuaculturales. ¹⁷ Esto representa una importante fuente de empleo y alimento

para autoconsumo y transacciones comerciales. Las especies *Oreochromis niloticus* y *O. aureus* son actualmente las más cultivadas en el mundo, y en México, debido a su buen desempeño productivo.³

Si se considera el potencial que tiene México para cultivarlas, la participación actual de estas especies es muy pequeña. Se puede incrementar la producción impulsando la investigación para obtener especímenes de mejor crecimiento y que presenten coloraciones distintas al tipo común (gris) por otras atractivas para los consumidores, como lo son los ejemplares que van del rosa al rojo debido a que tienen mejores precios en el mercado.^{16,18,19}

ANTECEDENTES

Una de las líneas de investigación de importancia en algunos países, es la búsqueda de grupos genéticos dentro del género *Oreochromis* que ofrezcan mejores índices productivos y económicos. En Cuba, con la finalidad de encontrar la especie más rentable, se comparó el crecimiento de *O. niloticus* con *T. melanopleura* y *O. mossambicus* bajo sistemas intensivo y semi-intensivo, informando que durante las fases de desarrollo y engorda *O. niloticus* mostró mejor crecimiento.²⁰ En México se confirmaron las ventajas productivas de *O. niloticus* (rojo) sobre *O. mossambicus* (rojo) bajo sistema de cultivo semintensivo durante las fases de crianza y engorda.^{21,22} Se mencionó la importancia de evaluar los efectos negativos o positivos de la selección genética (efectos pleiotrópicos), sobre parámetros productivos asociados a las coloraciones que difieren del patrón común (gris) en diferentes grupos genéticos de tilapia.²³ Se encontró un mejor crecimiento del fenotipo gris respecto del rojo en diferentes especies e híbridos de tilapia bajo diferentes sistemas de explotación en Indonesia.²⁴ En Veracruz se compararon ejemplares de coloraciones rojas pintas y grises de *O. niloticus* (var. Stirling), donde los pintos obtuvieron mayor crecimiento.²⁵ También se realizó un estudio comparativo de crecimiento de *Oreochromis niloticus* entre el fenotipo gris y el

fenotipo claro (con tonos rojos, rosas y pintos). Los pintos mostraron mejor crecimiento respecto de los rojos y rosas, mientras que el fenotipo gris no fue diferente al pinto. Los rosas fueron los de menor crecimiento.²⁶

La hibridación se puede instrumentar como una forma de mejoramiento genético, explotándose la variación genética de dominancia. La hibridación es utilizada para combinar y resaltar elementos valiosos de más de una especie con respecto a sus progenitores, debido al efecto denominado "vigor híbrido";^{27,28,29,30} sin embargo, esto no siempre se apoyó.³¹ Uno de los objetivos en el cultivo de tilapias se ha enfocado a la obtención de altos porcentajes de machos, sin embargo, los posibles beneficios por el efecto de heterosis como características de importancia comercial han sido poco evaluados.²⁷ Las características productivas de importancia comercial tales como altas tasas de crecimiento mediante la obtención de alto porcentaje de machos, se han logrado por medio de cruzamientos interespecíficos, siendo *O. niloticus* y *O. aureus* las especies más utilizadas.^{18,32,33}

En Fiji compararon el crecimiento de *O. niloticus* de diferente origen (Israel y Pakistán), *O. mossambicus*, de Fiji, y el híbrido rojo *O. mossambicus* X *O. niloticus*, de Taiwán, los resultados indicaron que el crecimiento de machos *O. niloticus* de Pakistán, fue mayor que en el híbrido rojo y los demás.³⁴ En Malta se investigó el crecimiento y la sobrevivencia del mismo híbrido usado en Fiji, en comparación con *O. spilurus* y se encontró mejor velocidad de crecimiento en el híbrido.⁶ En Malasia también se realizó un estudio sobre el híbrido rojo (*O. mossambicus* X *O. niloticus*), con el objetivo de determinar los efectos de la frecuencia alimenticia en el crecimiento, conversión alimenticia y sobrevivencia en un sistema controlado. Se reveló alto porcentaje de sobrevivencia y buena tasa de conversión alimenticia en general.³⁵ Así como en Israel han desarrollado y estudiado híbridos de *Oreochromis* spp, donde el principal objetivo es obtener híbridos genéticamente resistentes a medios

salinos y se notifican buenas tasas de crecimiento, sobrevivencia y color rojo, en dichos grupos genéticos.³⁶

En México se compararon *O. niloticus* gris (var. Stirling), *O. mossambicus* roja y el híbrido de ambos, sin encontrar diferencias entre *O. niloticus* y el híbrido, en tanto que *O. mossambicus* presentó menor crecimiento.³⁷ En otro estudio similar donde los padres fueron rojos, se reveló un mayor crecimiento de los híbridos y por tanto, un efecto positivo de heterosis del 20%.³⁰

Ya que en muchos casos no todo el cuerpo del pescado es comestible, se ha buscado, mediante cruces obtener mayor musculatura para facilitar la preparación del filete, que representa el 30% o 40% del peso total del animal.³⁸ Un estudio realizado en Brasil durante los años de 1978 y 1979, con *Oreochromis niloticus* (L.), reflejó que la tilapia del Nilo presenta buena proporción en filete, que corresponde al 32.2% del peso total del ejemplar.³⁹ Por otra parte, en la Universidad Auburn, Alabama, se comparó el rendimiento en filete de *Oreochromis niloticus* e *Ictalurus punctatus*, se obtuvo que, con respecto al peso total del pescado, el filete de *O. niloticus* mostró un rendimiento del 25.4% y el filete de *I. punctatus* de 30.9%; sin embargo, en la composición química de los filetes, tuvo mayor cantidad de proteína *O. niloticus* que el filete de *I. punctatus*.⁴⁰

HIPÓTESIS

- a) Existen diferencias significativas en la velocidad de crecimiento de machos grises de *O. niloticus* y machos híbridos de *O. mossambicus* rojo x *O. niloticus* rojo.
- b) El rendimiento en filete de machos híbridos rojos (*O. mossambicus* x *O. niloticus*) es diferente al de *O. niloticus* gris.
- c) La eficiencia económica es diferente en los híbridos (*O. mossambicus* x *O. niloticus*) y en los especímenes grises.

OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo tuvo la finalidad de evaluar diferentes parámetros productivos entre *O. niloticus* y el híbrido rojo de *O. mossambicus* X *O. niloticus*, así como el rendimiento en filete de ambos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar las ganancias de peso entre *O. niloticus* y el híbrido rojo de *O. mossambicus* X *O. niloticus*.
2. Comparar el porcentaje del rendimiento en filete del genotipo *O. niloticus* y el híbrido rojo de *O. mossambicus* X *O. niloticus*.
3. Evaluar la eficiencia económica de las ganancias de peso, reflejados tanto en pescado entero como en filete de *O. niloticus* y el híbrido rojo de *O. mossambicus* X *O. niloticus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Sección de Acuacultura del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), durante 98 días.

El Centro se localiza en la Carretera Federal México-Nautla, kilómetro 6.5 de Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, México; a 20° 4' latitud norte y 97° 3' longitud oeste, a 151 msnm. La clasificación climática corresponde al tipo Af (m) w" (e) cálido húmedo, con precipitación de 1991 mm todo el año, temperaturas diarias promedio de 23.4°C.⁴¹

INSTALACIONES

Se emplearon tres estanques de concreto rectangulares (3 x 2 x .6 m) con capacidad de 2.0 m³ cada uno (Figura 1). Éstos contaron con un sistema de recirculación y filtración de agua con dos depósitos de agua, uno elevado y el segundo al nivel de los estanques, con ese fin se utilizó una bomba eléctrica de 7 HP; el sistema se mantuvo en funcionamiento las 24 horas durante el experimento. Para evitar pérdidas de animales por predación de aves, se cubrieron los estanques con malla plástica (1.5 x 1.5 pulgadas de luz de malla). Se emplearon láminas sobre los estanques y depósitos de agua para evitar el sobre-calentamiento del agua.

Se llevó a cabo la limpieza de estanques y del sistema de recirculación una vez cada dos semanas al inicio y una vez por semana en los últimos 45 días de la engorda; el cambio parcial de agua se realizó dos veces por semana.

MATERIAL BIOLÓGICO

Se emplearon 66 peces *O. niloticus* gris (var. Stirling) con peso promedio de 139 g \pm 29.4 g y 66 híbridos resultantes de la cruce entre *O. mossambicus* macho (rojo) x *O. niloticus* hembra (rojo), con un peso promedio de 207.3 g \pm 37.2 g (Figura 2). La edad de los peces fue de 6 meses, aproximadamente. Los ejemplares *O. niloticus* provenían de la granja piscícola "La Presa", ubicada en el Ejido de Martínez de la Torre, a 3 kilómetros de la ciudad de Martínez de la Torre, Veracruz. Los ejemplares híbridos fueron producidos en el CEIEGT. Se colocaron en grupos de 22 machos de cada genotipo, un grupo por estanque (unidades experimentales).

ALIMENTACIÓN

Durante el ciclo de engorda, se proporcionó alimento a razón de un 3% del peso del pez, ⁴² con un total de 39.9 kg. de alimento comercial balanceado (AS[®]) con 35% de proteína cruda, suministrándose en forma manual en dos ocasiones al día hasta saciarse, durante seis días a la semana. El alimento se trituró con un molino manual y se separó con un tamiz de 0.6 mm, con el fin de obtener un tamaño uniforme de partícula accesible a la boca del pez.

Se determinó la composición química proximal a cada lote de alimento que se administró, el análisis incluye: materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas, de acuerdo con las técnicas AOAC. ⁴³ Los datos de dicha composición se muestran en el Cuadro 1.

REGISTROS BIOMÉTRICOS

Se realizaron registros individuales de peso y longitud, así como los pesos promedio del total de la población (de cada genotipo por estanque) al inicio y al final del experimento. Cada dos semanas se realizaron también pesajes para ajustar la porción de alimento a suministrar. Se concluyó cuando uno de los grupos genéticos alcanzó un peso mínimo promedio de 450 g; el

peso constituyó el parámetro productivo indicativo de crecimiento en éste estudio.

MEDICIÓN DE PRINCIPALES PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA

Oxígeno.

Se realizaron lecturas *in situ* cada doce horas, del oxígeno disuelto en el agua, con un oxímetro portátil (Marca YSI, Modelo Y-57, cable 12' y electrodo electroquímico), con un intervalo de lectura de 0 - 20 mg de oxígeno por litro de agua. El electrodo se colocó en la parte más alejada de la fuente principal de oxígeno (la caída de agua).^{44,45}

Temperatura.

Se realizaron lecturas cada doce horas de la temperatura ambiental y del agua de los tres estanques, con un termómetro de mercurio (Marca Brannan) con escala de 0-110 °C; dichas lecturas se efectuaron en la parte central del cuerpo de agua de cada estanque, en el caso de la temperatura ambiental a 1.5 m de el nivel del suelo.^{44,45}

Amonio.

Semanalmente se adquirió una muestra de agua de cada estanque para medir la concentración de amonio por el método Nessler y con ayuda de un espectrofotómetro portátil (Modelo No. 2508-10 DR-EL/4, Marca Hach).⁴⁶

Transparencia.

Este parámetro se ejecutó con el disco de Secchi en la parte central de cada estanque semanalmente.^{44,45}

PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

El porcentaje de peces que vivieron al final del experimento se calculó

mediante la siguiente ecuación: ⁴⁹

$$S = 100(Nf / Ni)$$

Donde:

Nf= Número de peces al finalizar el experimento.

Ni= Número inicial de peces.

GANANCIA DIARIA DE PESO

Para estimar la ganancia de peso por individuo por día, se utilizó la siguiente ecuación: ⁴⁹

$$GDP = (\sum PGI \text{ quincenal}) / T$$

Donde:

PGI= Peso ganado individual

T= Tiempo en días

RENDIMIENTO EN FILETE

Al alcanzar los peces el peso mínimo requerido (450 g), se sacrificaron 5 ejemplares por genotipo de cada estanque por medio de inmersión en agua con hielo, a una temperatura de 3°C durante 2 minutos. Se obtuvo el filete retirándolo con un cuchillo por los costados, siguiendo la técnica de fileteo para pescado de cuerpo redondo. ^{47,48} Se registró el peso total de cada individuo, del filete, vísceras con branquias, cabeza, piel, escamas, esqueleto y aletas (Figuras 3 y 4). El rendimiento en filete (RF), se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$RF = \text{Peso total del filete obtenido} / \text{Peso total del pescado} \times 100$$

ÍNDICE DE EFICIENCIA ECONÓMICA DE PESCADO ENTERO

Se realizó mediante la siguiente ecuación : ⁴⁹

$$IEE_p = \text{Precio de venta (g)} / \text{Costo total de producción}$$

Donde:

IEE_p = Índice de Eficiencia Económica del pescado entero.

Precio de venta = Precio por kg. de pescado de cada genotipo al sacrificio.

Costo total de producción *= La suma de todos los costos de producción.

ÍNDICE DE EFICIENCIA ECONÓMICA DEL FILETE

Se realizó mediante la siguiente ecuación : ⁴⁹

$$\text{IEE}_f = \text{Precio venta (kg.)} / \text{Costo total de producción}$$

Donde:

IEE_f = Índice de Eficiencia Económica del filete.

Precio de venta ** = precio por kg. de filete de cada genotipo. ⁵⁰

Costo total de producción * = Cantidad (kg.) de pescado necesarios para producir 1 kg. de filete X precio de kg. de pescado de cada genotipo al sacrificio.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el arreglo de los tratamientos y análisis de la varianza, se manejó un diseño de bloques completos al azar de acuerdo con el modelo propuesto por Steel y Torrie, ⁵⁰ dados por dos tratamientos o grupos genéticos y tres repeticiones.

El modelo matemático es el siguiente:

* Se tomaron como base los costos y precio de venta de granjas piscícolas comerciales en el estado de Veracruz

** Precio por kg. de filete según ATA , \$ 14.00 dólares (EUA) \$ 70.0 pesos, aproximadamente.

⁵⁰ American Tilapia Association. Tilapia aquaculture wholesale market report week ending july, 1998.

<http://ag.arizona.edu/azaqua/fista/tilapia.txt>; Agosto 26 de 1998: 1 -3.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + G_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta (rendimiento en filete, peso inicial, tallas, sobrevivencia, índices de eficiencia económica) para la unidad experimental del bloque i que recibió el tratamiento j ,

μ = media general,

β_i = i esimo efecto de bloques (estanques),

G_j = j esimo tratamiento o genotipo y

e_{ij} = error experimental.

Se realizó un análisis de covarianza para el peso final, donde se incluye como covariable al peso inicial. Para este caso se utilizó el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + G_j + \gamma X_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Covariable (peso inicial).

γ = Coeficiente de covarianza.

Las demás literales tienen los mismos significados que en la ecuación anterior.

RESULTADOS

La sobrevivencia fue aceptable en ambas especies de 83% y 97% para el gris y el híbrido, respectivamente; la menor sobrevivencia, que correspondió al *O. niloticus* gris, se atribuye al manejo, los peces que mostraron lesiones en la piel, desarrollaron infecciones mortales para éstos.

Es importante señalar que los pesos y tallas iniciales, al análisis de varianza, presentan diferencia entre grupos genéticos; sin embargo, el análisis de covarianza indicó que no influyeron los pesos ni tallas iniciales en los pesos y tallas finales de ambos tratamientos, los híbridos rojos mostraron así un mejor crecimiento sobre los *O. niloticus* (Figura 5). La ganancia diaria de peso presentó similitud entre ambos grupos genéticos, así como la supervivencia, donde las diferencias estadísticas no fueron significativas. No así el Índice de eficiencia económica del pescado, que favoreció al híbrido. Los resultados de las variables productivas de cada genotipo se expresan en el Cuadro 2.

Es evidente que los promedios de las variables productivas peso del pescado y peso del filete, fueron superiores en el híbrido rojo en comparación con *O. niloticus* gris. Los pesos y porcentajes de "residuos" (cabeza, columna, vísceras, etc.) fueron iguales en ambos grupos genéticos. No obstante, los índices de eficiencia económica del filete y del pescado reflejaron, entre ambos grupos genéticos, diferencias significativas inclinadas en favor de *O. niloticus* gris, como se muestra en el Cuadro 3.

Cabe señalar que el oxígeno disuelto en el agua fue decreciendo al paso del tiempo; llegó a 5.9 mg/l como punto mínimo, partiendo de 8.5 mg/l (Fig. 6). Las temperaturas ambiental y del agua se mantuvieron en forma ascendente; se registró una mínima ambiental de 21.1°C (marzo) y una máxima de 32.5°C (junio), así como una mínima de 22.5°C en el agua durante marzo y de 31°C como máximo en junio. Con una temperatura promedio, para ambas, de 27°C (Fig. 7). Los valores de transparencia oscilaron entre 24 y 45 cm (Fig. 8). La concentración promedio de amonio en el agua fue de 0.097 mg/l (Fig.9). Cuadro4.

DISCUSIÓN

La sobrevivencia de los híbridos fue mayor del 90%, similar a la presentada con ejemplares de la misma craza, pero en peces de menor peso (>90%) de acuerdo con Siraj *et al.*³⁵ y Deguara *et al.*⁶ En un experimento en donde se evaluaron diferentes dietas de sustitución de harina de pescado, en cultivo en jaulas, la sobrevivencia fue del 100% en especímenes grises. Macaranas *et al.*³⁴ por el contrario, informan de una sobrevivencia del 60% para el híbrido rojo y 80% para *O. niloticus* gris. Ese efecto de mayor mortalidad lo atribuyen a efectos medioambientales que se presentaron durante el experimento. Finalmente, Gamal *et al.*²³ notificaron sobrevivencias de 81.3% y 85.3% para híbridos rojos en comparación con los de coloración silvestre (94%). Las diferencias en este último estudio, respecto de la sobrevivencia para híbridos, pueden deberse a que éstos, aunque de igual color, provienen de cruzas de diferentes grupos genéticos que las empleadas en el presente estudio.

Las ganancias de peso para los grupos genéticos gris e híbrido fueron buenas, 2.4 g y 2.9 g / día, respectivamente, lo cual concuerda con el parámetro de ganancia de peso para *O. niloticus*, de 2 g / día informado por Wohlfarth y Hulata⁵¹ quienes mencionan que ésta, en cultivos, obtiene ganancias diarias de 2 - 3 g; estos mismos autores mencionan que *O. mossambicus* sólo presenta ganancias de 0.4 - 0.9 g / día; en consecuencia las ganancias de los híbridos rojos fueron muy superiores que sus ancestros mosambicos. Rodríguez *et al.*,³⁰ observaron un efecto de heterosis del 20% con híbridos rojos del mismo cruzamiento. Muñoz y Garduño,³⁷ no encontraron diferencias entre el híbrido de la craza *O. mossambicus* rojo x *O. niloticus* gris comparado con *O. niloticus* gris, y a su vez estos dos grupos genéticos superaron a *O. mossambicus* rojo, donde las ganancias diarias de peso observadas fueron 1.37, 1.27 y 0.91 g/día, respectivamente.

En este experimento los dos grupos genéticos evaluados presentaron un rendimiento en filete de 33.4% y 32.0% para el híbrido y el gris, respectivamente; estos rendimientos fueron superiores al encontrado por Clement *et al.*⁴¹ en *O. niloticus*, el cual fue de 25.4% en especímenes de 585 gr. En otro estudio efectuado por Freitas *et al.*,⁴⁰ el rendimiento en filete de *O. niloticus* fue de 32.2% en peces capturados, se filetearon tanto las hembras como los machos; el rango de los pesos fue muy amplio y no se describió la edad de los animales.

Respecto de la cantidad de "residuos" producidos, se obtuvieron 65.8% en *O. niloticus* y 65.0% en el híbrido, los cuales fueron similares a la cantidad encontrada en *O. niloticus*, por Freitas *et al.*,⁴⁰ que fue de 66%, un 1.8% de una merma que ocurre durante el proceso de fileteado. Se sugiere se efectúen experimentos que den a conocer la composición química, tanto del filete como de los especímenes completos para conocer el valor nutrimental de estos productos.

Desde un enfoque económico, hacen falta estudios de comparaciones económicas entre distintos grupos genéticos de tilapia. Los resultados obtenidos en el presente trabajo, mostraron que económicamente es más rentable cultivar el híbrido rojo que *O. niloticus* gris, ya que el híbrido presentó el mejor índice de eficiencia económica. El IEE del pescado fresco es mayor para el F1 respecto de *O. niloticus* gris mientras que el IEE del filete es menor que el de *O. niloticus* gris, esto último está en función de que filetear al F1, equivaldría a realizar mayor inversión por concepto de mano de obra, lo cual aumentaría el costo de producción que disminuye la ganancia neta por kilogramo de pescado entero ya que el costo del Kg. de filete es el mismo para ambos ^a ^b no así el precio del kilogramo de pescado entero, que es mayor en

φ Precio por kilogramo de filete según ATA, \$ 14.00 dólares (EUA), \$ 70.0 pesos, aproximadamente.

♦ Precio de pescado según productores de la región centro del estado de Veracruz (1998), \$30.00.

el híbrido rojo que en la tilapia gris. En cuanto a *O. niloticus* gris, el IEE del pescado fresco es menor que el F1, por el bajo costo por kilogramo de éste en el mercado, debido a la coloración (gris) de la piel, por lo que es más eficiente fileteado, ya que el color del músculo no difiere entre ambos grupos genéticos, pudiendo alcanzar el mismo costo por kilogramo de filete; por tanto, probablemente sea más redituable la producción de estos filetes, ya que a la venta el pescado gris (entero), no es muy bien aceptado por el consumidor.^{16,20,19}

Se concluye que el híbrido rojo de *O. mossambicus* X *O. niloticus* tiene mejor velocidad de crecimiento, sobrevivencia y es más eficiente económicamente cuando se comercializa entero, a diferencia de *O. niloticus* gris, el cual es más eficiente fileteado que el F1.

REFERENCIAS

1. Chakroff M. Piscicultura: Cultivo de peces en estanques de agua dulce. México, D.F.: Concepto, 1982.
2. Arredondo FJ, Lozano GS. El Cultivo de la tilapia en México. Memorias del Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia; 1996 junio 20-22; México (D.F.) México: FMVZ - UNAM / UAM-I / SEMARNAP, 1996: 7-18.
3. Aguilera HP, Noriega CP. ¿Qué es la acuicultura?. México, D. F.: Secretaria de Pesca, 1988.
4. Arredondo FJL, Flores MVF, González TF, Garduño AH, Campos VR. Desarrollo científico tecnológico del banco de genoma de tilapia. México D.F.: SEPESCA / UAM - Iztapalapa, 1994.
5. Secretaria de Pesca. Cultivo de tilapia. México (DF): SEPESCA, 1995.
6. Deguara S, Agius C. Growth performance and survival of Tilapia. Aquaculture Magazine 1997; 23 (3) : 43 - 54.
7. Yang Y, Kwei CL, James SD. Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. Aquaculture 1996; 146 : 205 - 215.
8. Malcolm CMB. Piscicultura en jaulas y corrales. Modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1986.
9. Spotts D. High density tilapia culture in Japan. Aquaculture Magazine. 1983. 9 (5): 20-23.
10. Zohar G, Rappaport U, Sarig S. Intensive culture of tilapia in concrete tanks. Bamidgeh 1985; 37 (4) : 103-111.
11. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma: FAO - ONU, 1996.
12. Morales AD. La Introducción de la tilapia en México. Memorias del Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia; 1996 junio 20-22; México (D.F.) México: FMVZ - UNAM / UAM-I / SEMARNAP, 1996: 95-104.
13. Ramirez GR. Aspectos relevantes de la acuicultura en México. Memorias

- del Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia; 1996 junio 20-22; México (D.F.) México: FMVZ - UNAM / UAM-I / SEMARNAP, 1996: 237-239.
14. Martínez-Palacios CA, Lindsay GR. Biología y cultivo de la mojarra latinoamericana. México, D. F.: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1994.
 15. Fernando CH. Impacts of fish introductions in tropical Asia and America. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 1991; 48 (1) :24 - 32.
 16. Ramírez GR., Sevilla HM. Fundamentación de la programación acuícola en México. Memorias del Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia; 1996 junio 20-22; México (D.F.) México: FMVZ - UNAM / UAM-I / SEMARNAP, 1996: 1-6.
 17. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Anuario estadístico de pesca 1997. México (D. F.): SEMARNAP, 1997.
 18. Pérez JE. Posibilidades de mejoramiento genético en tilapias. Memorias del Primer Simposio Centroamericano Sobre Cultivo de Tilapia; 1995 noviembre 15 - 17; Costa Rica (San José) Costa Rica: PRADEPESCA / INCOPESCA / Esc. de Cien. Biol., Univ. Nal. de Costa Rica / Univ. de Costa Rica / Aquacorporacion, 1995: 1995: 153-157.
 19. Garduño LM. Selección genética de *Oreochromis niloticus* para producir progenies monosexuales de color rojo. Memorias del Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia; 1996 junio 20-22; México (D.F.) México: FMVZ - UNAM / UAM-I / SEMARNAP, 1996: 53-59.
 20. Eguiar R, León R, Hernández Y. Crecimiento en estanques de cemento y tierra de tres especies del género Tilapia. Rev. Lat. de Acui. 1982; 11: 6-9.
 21. Sánchez TM, Muñoz CG, Garduño LM, Fernández SB. Desempeño productivo de dos especies de tilapia roja en una granja piscícola. Resúmenes de Trabajos de la VIII Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz; 1995 diciembre 10-11; Veracruz (Ver.) México: INIFAP, 1995: 309.
 22. Garduño LM, Muñoz CG, Landa DM. Parámetros productivos de dos especies rojas de tilapia. Resúmenes de Trabajos de la IX Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz; 1996 diciembre 10-11; Veracruz (Ver.) México: INIFAP, 1996: 160.
 23. Gamal El AA, Smitherman RO and Behrends LL. Viability of red and normal-colored *Oreochromis aureus* and *O. niloticus* hybrids. In: RSV Pullin,

- Bhukaswan T, Tonguthai K and Maclean JL Editors. The 2nd Inter. Symp. on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conf. Proc.; Manila, Philippines: Department of Fisheries, Bangkok, Thailand and International Center for living Aquatic Resources Management, 1988: 153-157.
24. Matricia T, Talvot AJ, Doyle RW. Instantaneous growth rate of tilapia genotypes in undisturbed aquaculture systems. I "red" and "grey" morphs in Indonesia. *Aquaculture* 1989; 77: 295-306.
25. Johansen SR. Comparación de crecimiento de la línea roja y gris de *Oreochromis niloticus* (L.) monosexada, bajo condiciones de cultivo semi-intensivo en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. (tesis de Lic.) Tuxpan (Veracruz) México: Universidad Veracruzana, 1994.
26. Muñoz CG, Garduño LM. Evaluación del crecimiento de cuatro fenotipos de la mojarra tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). *Oceanología* 1996; 10 (2) :143-152.
27. Tave D. Genetics for fish hatchery managers. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, Inc., 1986.
28. Nicholas FW. Genética veterinaria. España: Acribia, 1987.
29. Alvarez TP, Díaz LC. Avances en el cultivo de tilapia en Tailandia y Filipinas. Memorias del Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia; 1996 junio 20-22; México (D.F.) México: FMVZ - UNAM / UAM-I / SEMARNAP, 1996: 60-83.
30. Rodríguez GL, Muñoz CG, Garduño LM. Heterosis en Híbridos de Tilapia Roja. Resúmenes de Trabajos de la VIII Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz; 1995 diciembre 10-11; Veracruz (Ver.) México: INIFAP, 1995: 310.
31. Hopher B, Pruginin Y. Cultivo de peces comerciales. Basado en las experiencias de las granjas piscícolas en Israel. México, D. F.: Limusa, 1985.
32. Castillo J. Generación y transferencia de tecnología en el aprovechamiento de aguas continentales. Producción intensivas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas en el lago de Atitlan, Guatemala. . Memorias del Primer Simposio Centroamericano Sobre Cultivo de Tilapia; 1995 noviembre 15 - 17; Costa Rica (San José) Costa Rica: PRADEPESCA / INCOPEPESCA / Esc. de Cien. Biol., Univ. Nal. de Costa Rica / Univ. de Costa Rica / Aquacorporacion, 1995: 139-146.
33. Durán SE, Soto MC, Fajardo EO. Modulo de producción en el cultivo

- intensivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques en la estación acuícola Enrique Jiménez Nuñez. . Memorias del Primer Simposio Centroamericano Sobre Cultivo de Tilapia; 1995 noviembre 15 - 17; Costa Rica (San José) Costa Rica: PRADEPESCA / INCOPESCA / Esc. de Cien. Biol., Univ. Nal. de Costa Rica / Univ. de Costa Rica / Aquacorporacion, 1995: 1995: 131-138.
34. Macaranas JM, Mather PB, Lal SN, Vereivalu T, Lagibalavu M, Capra MF. Genotype and environment, a comparative evaluation of four tilapia stocks in Fiji. *Aquaculture* 1997; 150 : 11-24.
35. Siraj SS, Kamaruddin Z, Satar MKA & Kamaruddin MS. Effects of feeding frequency on growth, food conversion and survival of red Tilapia (*Oreochromis mossambicus* / *Oreochromis niloticus*) hybrid fry. In: RSV Pullin, Bhukaswan T, Tonguthai K and Maclean JL Editors. The 2nd Inter. Symp. on Tilapia in Aquaculture. Bangkok, Thailand. 16-20 March 1987. ICLARM, Conf. Proc. 15, 1988 : 383 - 386.
36. Lahav E, Ra'anan Z. Salinity tolerance of genetically produced tilapia (*Oreochromis*) hybrids. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 1997; 49 (3) :160-165.
37. Muñoz CG, Garduño LM. Comparación del crecimiento entre *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* y su híbrido bajo condiciones de cultivo. *Vet. Mex.* 1994; 25 (4): 323-326.
38. Bourges HR, Morales J de L. El pescado y su aporte en la dieta. Cuadernos de nutrición. Instituto Nacional de Nutrición. México, D. F. 1986; 9 (5) : 3 - 11.
39. Freitas JV, Studart JJ, Luna ZM. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal, da tilapia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (L), do acude público "Paulo Sarasate" (Reriutaba, Ceará, Brasil), durante os anos de 1978 e 1979. *B. Téc. DNOCS, Fortaleza* 1979; 37 (2) : 109 - 134.
40. Clement S, Lovel RT. Comparison of processing yield and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* 1994; 119 : 299 - 310.
41. García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climatológica de Köppen. 2a. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México: Instituto de Geografía, 1981.
42. Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press.

- Washington, D. C., 1993.
43. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 14th edition. Arlington (VA.) USA: AOAC, 1984.
 44. Boyd EC. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama : Birmingham Publishing Co., 1990.
 45. Wheaton FW. Acuicultura. Diseño y construcción de sistemas. México, D.F.: AGT Editor, S.A., 1982.
 46. Hach Co, editor. Manual para análisis de aguas y manual del espectrofotómetro de laboratorio. Bélgica: Hach Company World Headquarters, 1981.
 47. Secretaría de Pesca. Pescados y mariscos de las aguas mexicanas. Catálogo - recetario. México (D. F.): SEPESCA, 1985.
 48. Pérez de GAB. Del mar a la mesa. Cuadernos de nutrición. Instituto Nacional de Nutrición. México, D. F. 1986; 9 (6): 43.
 49. Garduño LM. Producción de alimento para *Oreochromis niloticus* a partir de la sustitución de harina de pescado por harina de hoja de cacahuete *Arachis hypogaea*. (tesis de maestría). México Mérida (Yucatán) FMVZ: Universidad Autónoma de Yucatán, 1995.
 50. Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2a. de. Colombia: McGraw-Hill, 1985.
 51. Wholfarth GW and Hulata G. Applied genetics of tilapias. ICLARM Studies and reviews. Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management 1983.

FIGURAS

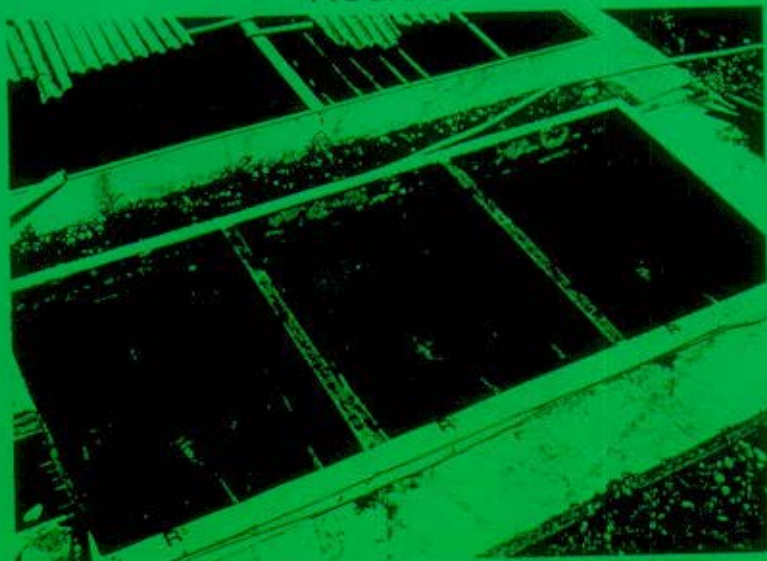


Figura 1. Estanques empleados en el experimento.

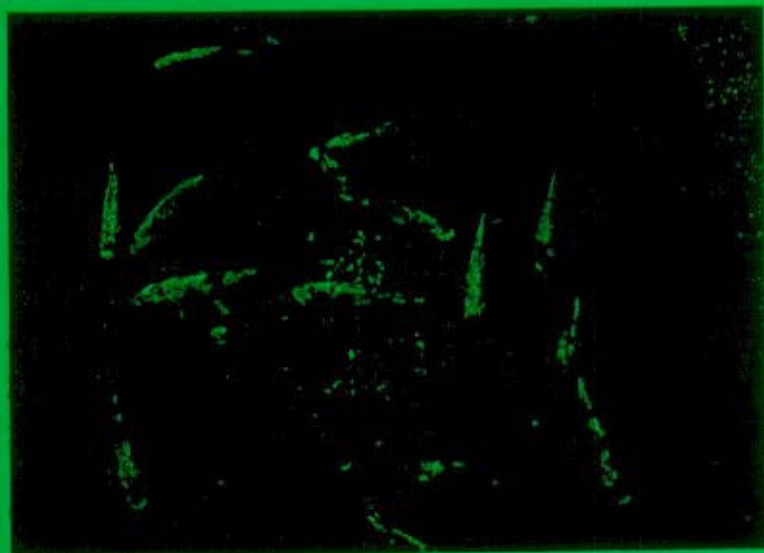


Figura 2. Ejemplares de *Oreochromis niloticus* gris e híbrido *O. mossambicus* X *O. niloticus* rojo, utilizados en el experimento.

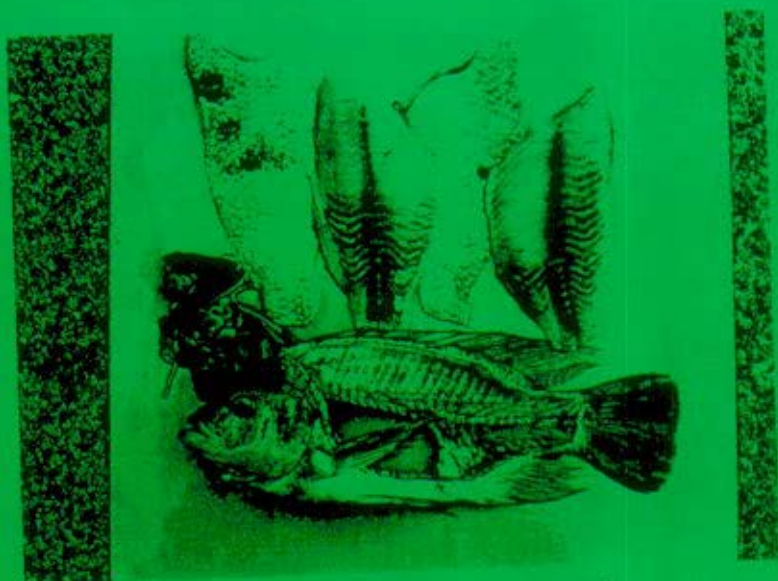


Figura 3. Híbrido rojo fileteado.



Figura 4. *Oreochromis niloticus* gris fileteado.

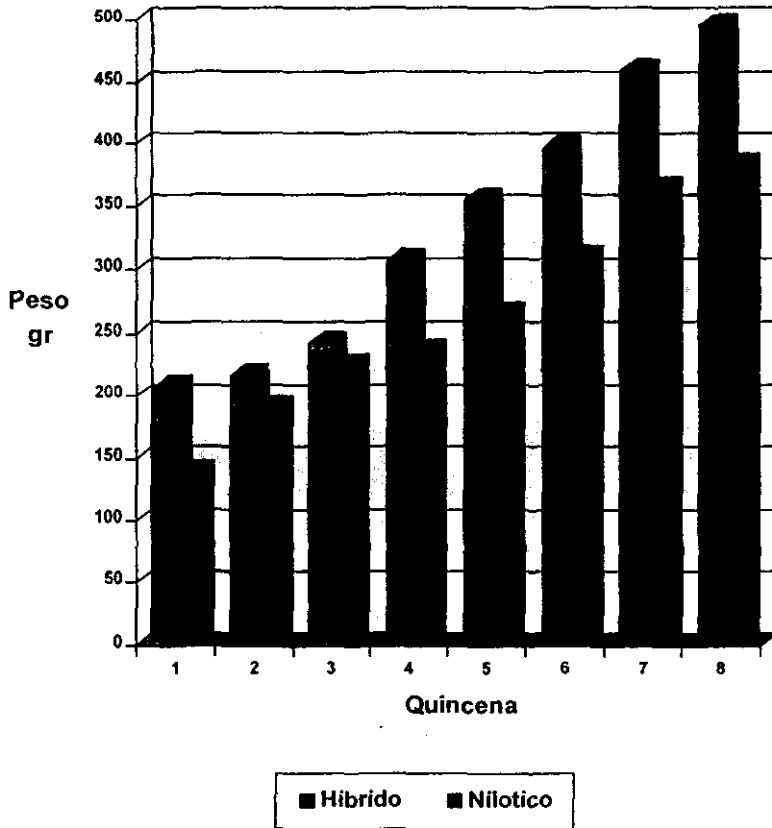


Figura 5. Crecimiento durante la fase de engorda del híbrido rojo y *O. niloticus* gris.

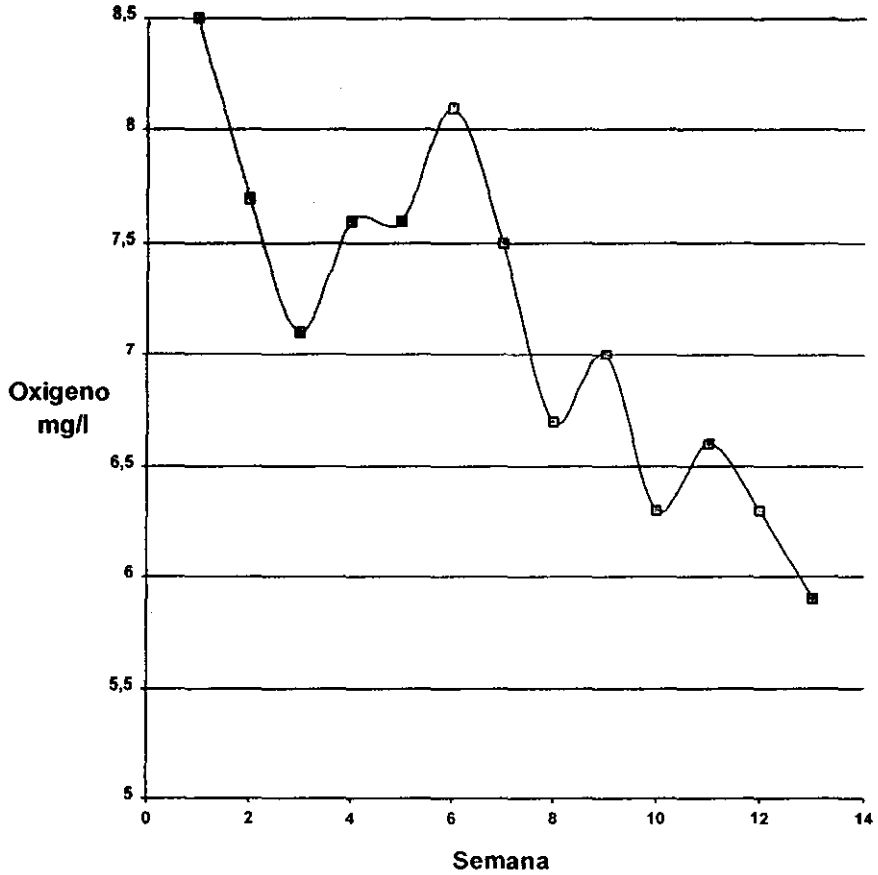


Figura 6. Cantidad promedio de Oxígeno disuelto en agua (mg/l), de los tres estanques empleados en un periodo de catorce semanas.

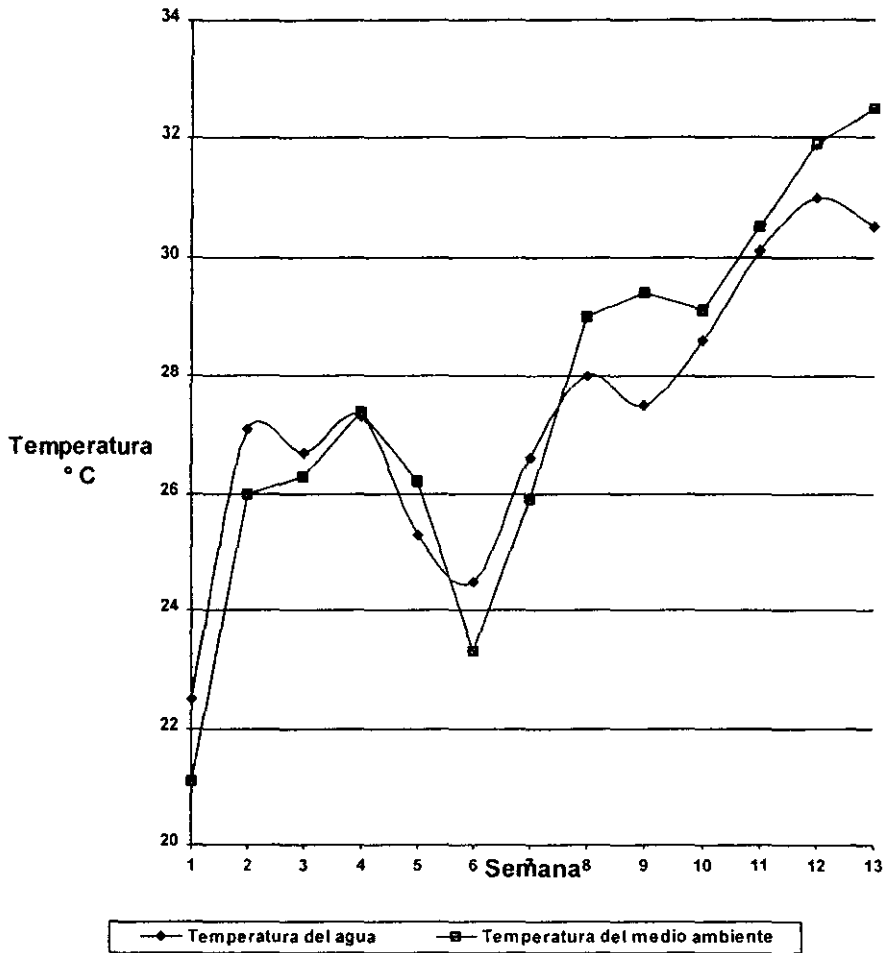


Figura 7. Promedio de las lecturas de temperaturas ambiental y del agua (°C) de los tres estanques.

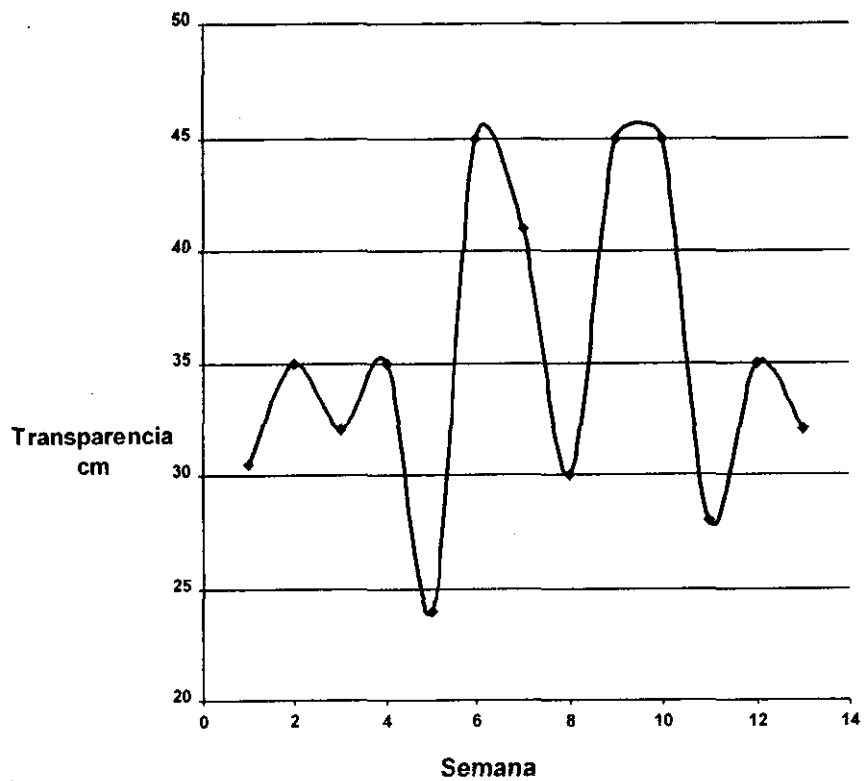


Figura 8. Transparencia del agua (cm) en estanques usados durante la engorda.

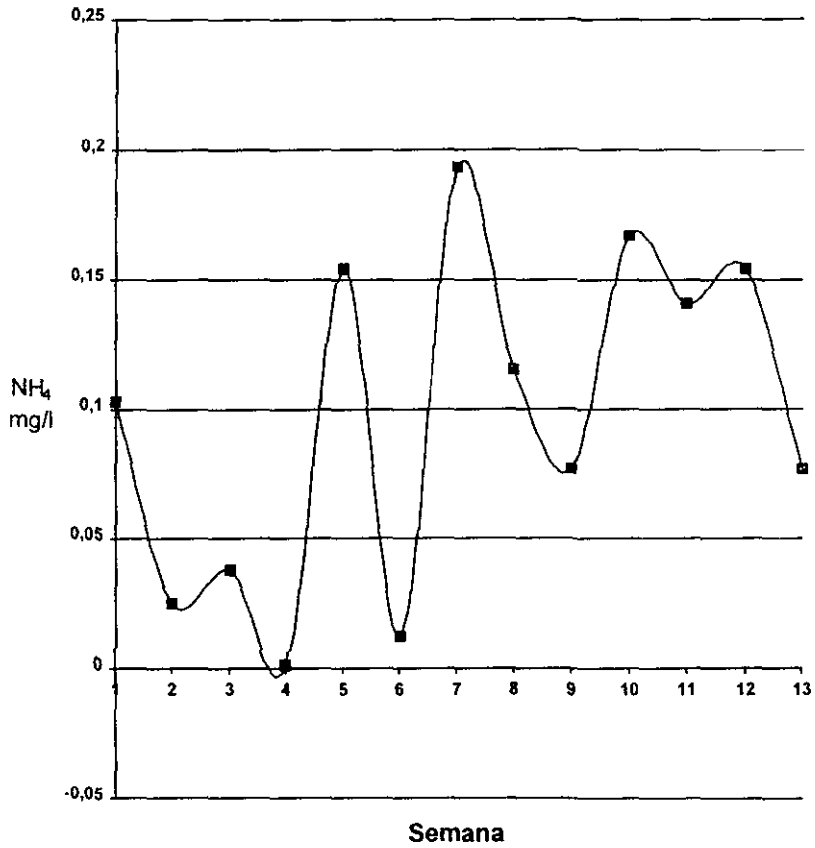


Figura 9. Concentración de Amonio disuelto en el agua(mg/l).

Cuadro 1. Composición químico proximal del alimento suministrado durante la fase de engorda

Componentes	Porcentaje *
Materia seca	89.3
Proteína cruda	36.8
Fibra cruda	3.2
Grasa	14.9
Cenizas	6.6
Extracto libre de nitrógeno	20.0

* Porcentajes tomados en base húmeda.

Cuadro 2. Resultados de las variables productivas durante la fase de engorda del híbrido rojo y *O. niloticus* gris

Valores promedio ¹	<i>O. niloticus</i>	Híbrido
Supervivencia (%)	83.0 ^a	97.0 ^a
Peso inicial (gr.)	139.0 ^b	207.3 ^a
Talla inicial (cm)	19.9 ^b	23.1 ^a
Peso final (gr.)	384.4 ^b	495.0 ^a
Talla final (cm)	27.4 ^b	29.9 ^a
GDP (g/día)	2.4 ^a	2.9 ^a
RF (%)	29.1 ^a	32.3 ^a
IEEp ²	1.6 ^b	2.5 ^a
IEEf ³	1.0 ^a	0.7 ^b

¹ Valores con el mismo superíndice no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

² Precio de pescado según productores de la región centro del Estado de Veracruz (1998), \$30.00 kg. tilapia roja y \$20.00 kg. tilapia gris, respectivamente.

³ Precio por kg. de filete según ATA, * \$ 14.00 dólares (EUA) \$ 70.00 pesos, aproximadamente.

GDP = Ganancia diaria de peso

RF = Rendimiento en filete

IEEp = Índice de Eficiencia Económica del pescado fresco

IEEf = Índice de Eficiencia Económica del filete

Cuadro 3. Resultados de las variables productivas al fileteo del híbrido rojo y *O. niloticus* gris

Valores promedio ¹	<i>O. niloticus</i>	Híbrido
Peso promedio (g)	348.82 ^b	472.97 ^a
Peso filete (g)	111.94 ^b	159.17 ^a
Peso CE y P (g)	195.37 ^b	264.59 ^a
Peso B y V (g)	33.77 ^a	42.68 ^a
Filete (%)	31.98 ^a	33.39 ^a
CE y P (%)	56.112 ^a	56.104 ^a
B y V (%)	9.68 ^a	9.02 ^a
RF (%)	31.97 ^a	33.55 ^a
IEEf ²	1.1 ^a	0.7 ^b

¹ Valores con el mismo superíndice no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

² Precio por kg. de filete según ATA,* \$ 14.00 dólares (EUA) \$ 70.00 pesos, aproximadamente.

CE y P = Cabeza, escamas y piel

B y V = Branquias y vísceras

RF= Rendimiento en filete

IEEf = Índice de Eficiencia Económica del filete

* American Tilapia Association. Tilapia aquaculture wholesale market report week ending july, 1998.

<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/tilapia.txt> ; Agosto 26 de 1998: 1 -3.

Cuadro 4. Valores promedio, mínimos y máximos de parámetros fisicoquímicos

Valores		Promedio	Mínimo	Máximo
Oxígeno	mg/l	8.5	5.9	7.14
Temperatura del agua	° C	31.0	22.5	27.3
Temperatura ambiente	° C	32.5	21.1	27.6
Transparencia	cm	35.2	24	45
Amonio	mg/l	0.097	0.001	0.193