



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPARACIÓN DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE
FILETE ENTRE UNA POBLACIÓN SINTÉTICA DE
TILAPIA ROJA, EL “PARGO-UNAM”, LA TILAPIA DEL
NILO (*Oreochromis niloticus*) Y UN HÍBRIDO ROJO EN
MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

CUAUHTÉMOC PEÑA DELGADILLO

Asesores:

Dr. Mario Garduño Lugo
MPA Germán Muñoz Córdova

México, D. F.

2009





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.

El presente trabajo forma parte de la línea de investigación *Oreochromis* spp. del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y fue financiado por: Fondos Mixtos (FOMIX) Gobierno del Estado de Veracruz- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). N° de proyecto 37487.

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme un rayo de iluminación para concluir satisfactoriamente mi profesión, para hacer cada día mi labor con entrega y alegría.

A MIS PADRES

Cornelio Peña Rodríguez y Leonor Delgadillo Carrillo. Quienes realizando un esfuerzo, se logró materializar un anhelo compartido.

A MI ESPOSA

Esmeralda Ortíz Rubí. Por su AMOR y apoyo incondicional en todo momento.

A MIS HERMANAS

Xochitl Peña Delgadillo y Lupita Vázquez Delgadillo. Por su cariño y apoyo; no solo material, si no también espiritual.

A MIS ASESORES Y AMIGOS

Dr. Mario Garduño Lugo y Germán Muñoz Córdova quienes contribuyeron y apoyaron la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme realizar esta etapa de mis estudios

A LA UNAM Por darme la oportunidad de realizarme profesionalmente y ser orgullosamente Puma.

A mis asesores y todas aquellas personas que participaron directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo.

Al Centro Acuícola y Turístico “La Presa” de Martínez de la Torre Veracruz Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada, por el apoyo recibido para el desarrollo de mis conocimientos y habilidades como acuacultor y por proporcionarme las crías de tilapia del Nilo (*O. niloticus*).

Al CP. Raymundo Francisco Hernández Dworak director general de la granja piscícola “RAYANA” por las facilidades otorgadas para la realización de esta tesis y a los técnicos en acuicultura: Carlos Basulto, Felipe Belli y Margarito Málaga.

A Fondos Mixtos (FOMIX) Gobierno del estado de Veracruz- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que mediante el proyecto N° 37487, me otorgaron una beca.

Al Sr. Feliciano Vázquez Montiel por brindarme su apoyo día a día.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1.0 INTRODUCCIÓN	3
2.0 ANTECEDENTES	7
2.1 Comparación del desempeño productivo de líneas puras de tilapia roja y gris.....	7
2.2 Desempeño productivo de híbridos de tilapia roja.....	7
2.3 Poblaciones sintéticas.....	10
2.3.1 Población sintética de tilapia GIFT (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	11
2.4 Desempeño productivo de la población sintética de tilapia Pargo- UNAM.....	12
2.5 Generalidades de las tilapias utilizadas en el presente estudio.....	15
2.5.1 Población sintética de tilapia roja Pargo-UNAM.....	15
2.5.2 Tilapia del Nilo gris ó tipo silvestre (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	16
2.5.3 Híbrido rojo Fx producido en la granja acuícola Rayana.....	17
3.0 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4.0 HIPÓTESIS	19
5.0 MATERIAL Y MÉTODOS	20

5.1 Localización geográfica.....	20
5.2 Animales experimentales.....	21
5.2.1 Población sintética de tilapia roja “Pargo-UNAM”	21
5.2.2 Tilapia del Nilo gris ó tipo silvestre (<i>Oreochromis niloticus</i>) ...	22
5.2.3 Híbrido rojo FX producido en la granja acuícola RAYANA.....	23
5.3 Cultivo.....	24
5.4 Alimentación.....	27
5.5 Medición de las principales variables físico-químicas del agua.....	28
5. 6 Sacrificio y remoción del filete.....	33
5.7 Determinación de los rasgos productivos.....	37
5.7.1 Supervivencia.....	37
5.7.2 Ganancia diaria de peso.....	37
5.7.3 Porcentaje de peso ganado.....	38
5.7.4 Tasa específica de crecimiento.....	38
5.7.5 Rendimiento en filete.....	39
5.7.6 Índice de conversión alimenticia.....	39
5.8 Diseño experimental y análisis estadístico.....	40
6.0 RESULTADOS	41
7.0 DISCUSIÓN	46
8.0 CONCLUSIONES	51
9.0 LITERATURA CITADA	52
10.0 CUADROS	

- Cuadro 1. Peso inicial promedio de crías de tres grupos genéticos de

tilapia.....	24
• Cuadro 2. Composición químico proximal, de los alimentos empleados para el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia.....	27
• Cuadro 3. Frecuencias e instrumentos para medir las principales variables físico-químicas del agua en el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia.....	28
• Cuadro 4. Variables físico-químicas del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia.....	29
• Cuadro 5. Supervivencia, variables de crecimiento, rendimiento de filete e índice de conversión alimenticia de tres grupos genéticos de tilapia.....	42

11.0 FIGURAS

• Figura 1. Producción y tendencia mundial de la producción de tilapia por especies.....	4
• Figura 2. Reproductor macho de la población sintética de tilapia GIFT (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	11
• Figura 3. Reproductor macho de la población sintética de tilapia Pargo-UNAM (($\frac{1}{4}$ Rocky Mountain (<i>Oreochromis aureus</i> x <i>O. niloticus</i>), $\frac{1}{4}$ tilapia del Nilo rosa (<i>O. niloticus</i>) y $\frac{1}{4}$ tilapia roja de Florida (<i>O. urolepis hornorum</i> x <i>O. mossambicus</i> roja))	15
• Figura 4. Reproductor macho de tilapia del Nilo gris o tipo silvestre (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	16

- Figura 5. Reproductor macho del híbrido rojo FX producido en la Rayana..... 17
- Figura 6. Ubicación de la granja piscícola RAYANA, en el poblado de Playa de Vaca en Medellín de Bravo, Veracruz, México..... 20
- Figura 7. Crías del grupo genético de tilapia sintética roja Pargo-UNAM (($\frac{1}{4}$ Rocky Mountain (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*), $\frac{1}{4}$ tilapia del Nilo rosa (*O. niloticus*) y $\frac{1}{4}$ tilapia roja de Florida (*O. urolepis hornorum* x *O. mossambicus* roja))..... 21
- Figura 8. Crías de tilapia del Nilo gris ó tipo silvestre (*Oreochromis niloticus*) 22
- Figura 9. Crías del híbrido rojo (FX) producido en la granja acuícola “RAYANA”..... 23
- Figura 10. Estanques de concreto y jaulas de malla plástica utilizadas durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 25
- Figura 11. Distribución de las jaulas en los tres estanques de concreto para el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 26
- Figura 12. Temperatura del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 30
- Figura 13. Oxígeno disuelto del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 30
- Figura 14. pH del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 31

- Figura 15. Amonio (NH_4) del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 31
- Figura 16. Amoniaco (NH_3) del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 32
- Figura 17. Transparencia del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 32
- Figura 18. Sacrificio de las tilapias en agua fría a 3°C 33
- Figura 19. Corte a 45° detrás de la cabeza y aleta lateral..... 34
- Figura 20. Corte longitudinal sobre la porción dorsal del pescado..... 34
- Figura 21. Continuación del corte longitudinal hasta la región ventral del pescado..... 35
- Figura 22. Separación de la piel y filete..... 35
- Figura 23. Filetes de tilapia..... 36
- Figura 24. Supervivencia de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo de 157 días..... 43
- Figura 25. Peso final de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo de 157 días 43
- Figura 26. Rendimiento en filete de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo de 157 días..... 44
- Figura 27. Índice de conversión alimenticia (ICA) de tres grupos genéticos de tilapia al término del cultivo..... 44

- Figura 28. Ganancia de peso acumulado promedio de tres grupos genéticos de tilapia en un cultivo comercial de 157 días 45
- Figura 29. Distribución de los pesos finales de tres grupos genéticos de tilapia al término de su cultivo de 157 días 45

RESUMEN

En los últimos años se han seleccionado y cultivado tilapias de color rojo, lo cual ha incentivado su demanda. Sin embargo, su crecimiento es inferior a las tilapias de tipo silvestre. En virtud a ello, se requiere de nuevas variedades de tilapia de color rojo seleccionadas para mayor crecimiento y aumento de su rentabilidad. Con el fin de validar en la granja comercial RAYANA, el desempeño productivo del Pargo-UNAM, tilapia sintética de color rojo, se emplearon tres estanques de concreto de 12 m x 2.5 m x 1 m de profundidad, bajo un diseño experimental de dos vías, se colocaron en cada uno de ellos, tres jaulas de malla plástica de 5mm de apertura de 2 m x 1 m x 1 m, en las cuales se introdujeron 65 tilapias, un grupo genético por jaula, con pesos promedio para: Pargo-UNAM (P-U) 4.3g, tilapia del Nilo gris o tipo silvestre (*Oreochromis niloticus*) (NG) 3.8g y un híbrido rojo (FX) 3.8g. Los peces se alimentaron con alimento comercial extruido con 45% y 32% de proteína cruda en dos etapas de su desarrollo 60 y 97 días. La calidad del agua se mantuvo en condiciones apropiadas para el desarrollo de tilapias. Las variables productivas que se determinaron fueron: supervivencia (SUP), peso final (PF), rendimiento de filete (RF) e índice de conversión alimenticia (ICA). Al término de 157 días, los distintos grupos genéticos presentaron: SUP de 98.5%, 94.4% y 93.8% para P-U, NG y FX respectivamente. NG, presentó un PF de 474.0g, superior a P-U con 414.6g y este a su vez mayor a FX con 351.3g. El RF fue similar, de 34.0% a 34.6% en los tres grupos genéticos. El ICA fue similar, de 1.2 a 1.6. Se discute la conveniencia de sustituir al FX por la nueva tilapia roja sintética denominada Pargo-UNAM.

Palabras clave: Pargo-UNAM, *Oreochromis*, población sintética

ABSTRACT

Some red tilapias had been selected and culturing for the last years. These practice has improved them demand, but red tilapias had shown an inferior performance than wild type ones. In spite of these and in order to improve them profitability when culturing, new selected genetic groups of red tilapias of better growth are required. With the aim to evaluate the performance at RAYANA fish farm of a red synthetic tilapia, Pargo-UNAM. Three concrete 12m x 2.5m x 1m deep tanks were used under a two way experiment arrangement. Three 2m x 1m x 1m, 5mm opening plastic mesh cages were introduced into each tank. 65 tilapia of one genetic group were introduced in each cage of an initial body weight of: Pargo-UNAM (P-U) 4.3g, wild type (grey) *Oreochromis niloticus* (NG) 3.8g and the red hybrid (FX) 3.8g. Extruded 45% and 32% crude protein commercial feeds were used for feeding the fish in two 60 days and 97 days periods. The main physical chemical variables of water quality were kept in proper condition for the normal development of tilapias. The following productive trials were determined: survival (SUP), final weight (PF), fillet rate (RF) and feed conversion ratio (ICA). At the end of 157 days, the genetic groups showed: survival of 98.5%, 94.4% and 93.8% for P-U, NG and FX respectively. NG, showed a PF 474.0g higher than P-U 414.6g and P-U higher than FX 351.3g. The RF were similar among genetic groups 34.0% to 34.6%. The ICA was also similar, among treatments (1.2 to 1.6). A convenience of substituting the hybrid FX for the new red synthetic tilapia Pargo-UNAM is discussed.

Key words: Pargo-UNAM, *Oreochromis*, synthetic population

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una alternativa de producción dentro del sector agropecuario, con posibilidades amplias de desarrollo.¹ Sin embargo, es necesario aplicar tecnología en este campo, que optimice los sistemas de producción y transformación de las especies acuícolas para hacer la actividad rentable. Los tópicos para mejorar la acuicultura son: buen manejo, alimentación adecuada, sanidad, animales de calidad genética y una adecuada comercialización.²

Los peces de la familia cichlidae llamados comúnmente cíclidos, son nativos de África, América Central y parte tropical de Sudamérica^{3,4} y se caracterizan por presentar coloraciones atractivas en su piel y aletas. Dentro de esta familia se encuentra el grupo de peces conocidos como tilapias, que comprende más de 100 especies,⁵ de las cuales, las más conocidas por los consumidores son las de coloración gris o de tipo silvestre como comúnmente se describen.⁶ En las últimas cuatro décadas, se han obtenido y seleccionado especímenes rojos de algunas especies de tilapia^{6,7,8} lo que ha permitido incrementar la rentabilidad en granjas de esos peces en virtud a que el productor puede ofrecer una mayor variedad de tipos de tilapias a los consumidores.

Las tilapias rojas son variedades de tilapia del género *Oreochromis* y son resultado de mutaciones y selección genética.^{6,8,9,10}

La tilapia es un pez que manifiesta ventajas como buen sabor y crecimiento rápido; se puede cultivar en estanques y jaulas, soporta densidades altas de población, resiste condiciones ambientales adversas, acepta alimentos balanceados, es capaz de utilizar la productividad primaria del agua como

alimento y es resistente a algunas enfermedades,¹¹ su carne tiene olor y sabor ligeros a pescado,¹² incluso con un contenido bajo de lípidos,¹³ debido a ello el cultivo y comercialización de tilapia en el mundo ha aumentado de manera importante en las ultimas décadas (Figura 1).

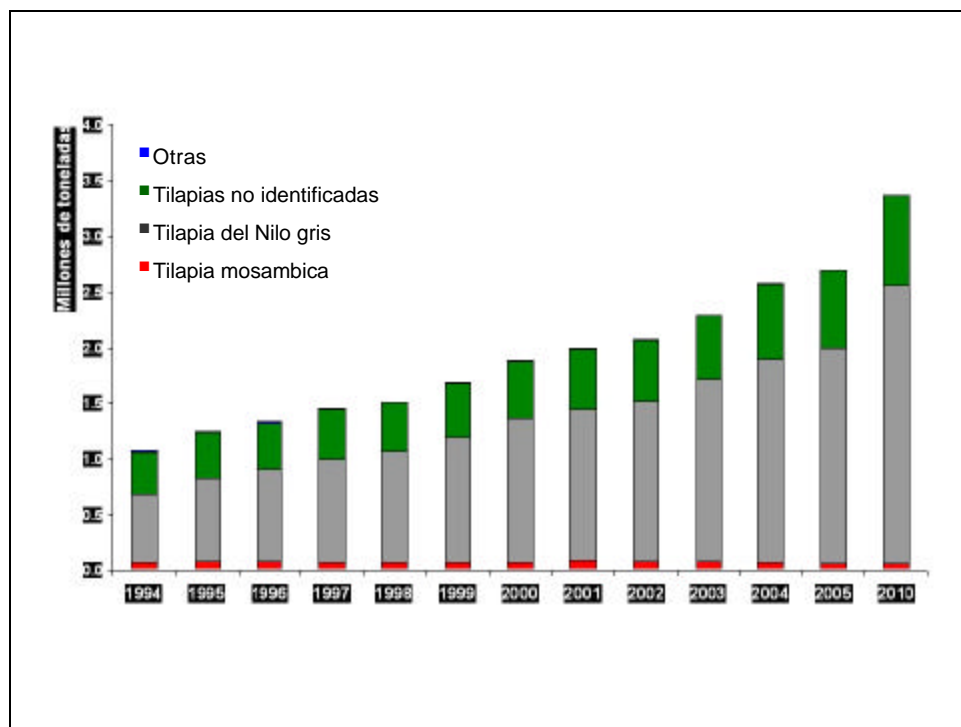


Figura 1: Producción y tendencia mundial de la producción de tilapia por especies¹⁴

Actualmente, se cultivan con éxito algunos tipos de tilapia en México como son: tilapia del Nilo gris (*Oreochromis niloticus*), tilapia mosambica (*O. mossambicus*) y tilapia aurea (*O. aureus*), así como varios híbridos de estas.¹⁵ La menos difundida es la tilapia mosambica a pesar de que fue la primera especie en cultivarse fuera de África; debido a que la tilapia del Nilo gris (*O. niloticus*) y la tilapia aurea (*O. aureus*) crecen más rápido y alcanzan un mayor tamaño que la tilapia mosambica (*O. mossambicus*).⁴

El cultivo de las tilapias requiere continuamente de especies o variedades que presenten una mejor tasa de crecimiento, ya sea mediante la cría de especies seleccionadas o mediante el empleo de híbridos intra o interespecíficos.

En el estado de Veracruz, México, se producen anualmente cerca de 20,000 toneladas de tilapia, lo que representa aproximadamente el 30% de la producción nacional.¹⁶ La mayor producción proviene de sistemas extensivos. El interés por la intensificación de los sistemas de cultivo ha venido aumentando en los últimos 10 años, debido a la creciente demanda del producto a nivel regional y nacional, a los precios que alcanza el producto en sus diversas presentaciones y al acceso a la tecnología de cultivo.¹⁷ El cultivo de tilapia en la zona constituye la rama del sector agropecuario con mayor tasa de crecimiento sostenida, estimada en 10% anual.¹⁸

En la actualidad se estima que existen de 2,000 a 5,000 productores acuícolas en el estado de Veracruz, México. De acuerdo al tipo de producción, experiencia e ingreso económico, se identifican cuatro diferentes grupos de productores: empresarial (1%), intermedio (19%), artesanal (6%) e inicial (74%). Los principales organismos explotados son: tilapia, ostión, trucha y diversas especies de peces ornamentales, a menor escala también se produce langostino, camarón, bagre y lobina.¹⁹

En Veracruz las variedades de tilapia más explotadas son: tilapia del Nilo gris (*Oreochromis niloticus*), Rocky Mountain (*O.niloticus* x *O.aureus*) y pargo cerezo (*O.niloticus* x *O.mossambicus*). Los peces se comercializan de un peso de 350g en adelante, hasta llegar a los 500g.¹⁷

En la actualidad, la tilapia del Nilo gris o de tipo silvestre es la especie que más se cultiva mundialmente, debido a su rápido crecimiento.²⁰ En contraparte no existe una tilapia de color rojo que muestre un crecimiento superior a esta, por tal motivo es importante que las poblaciones de tilapia generadas mediante mejora genética, sean comparadas con la tilapia del Nilo de color gris (*O. niloticus*), de manera tal que los resultados conduzcan a la elección de los grupos genéticos de tilapia más factibles de ser explotados desde los puntos de vista productivo, económico y social.

tilapia.....	24
• Cuadro 2. Composición químico proximal, de los alimentos empleados para el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia.....	27
• Cuadro 3. Frecuencias e instrumentos para medir las principales variables físico-químicas del agua en el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia.....	28
• Cuadro 4. Variables físico-químicas del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia.....	29
• Cuadro 5. Supervivencia, variables de crecimiento, rendimiento de filete e índice de conversión alimenticia de tres grupos genéticos de tilapia.....	42

11.0 FIGURAS

• Figura 1. Producción y tendencia mundial de la producción de tilapia por especies.....	4
• Figura 2. Reproductor macho de la población sintética de tilapia GIFT (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	11
• Figura 3. Reproductor macho de la población sintética de tilapia Pargo-UNAM (($\frac{1}{4}$ Rocky Mountain (<i>Oreochromis aureus</i> x <i>O. niloticus</i>), $\frac{1}{4}$ tilapia del Nilo rosa (<i>O. niloticus</i>) y $\frac{1}{4}$ tilapia roja de Florida (<i>O. urolepis hornorum</i> x <i>O. mossambicus</i> roja))	15
• Figura 4. Reproductor macho de tilapia del Nilo gris o tipo silvestre (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	16

- Figura 5. Reproductor macho del híbrido rojo FX producido en la Rayana..... 17
- Figura 6. Ubicación de la granja piscícola RAYANA, en el poblado de Playa de Vaca en Medellín de Bravo, Veracruz, México..... 20
- Figura 7. Crías del grupo genético de tilapia sintética roja Pargo-UNAM (($\frac{1}{4}$ Rocky Mountain (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*), $\frac{1}{4}$ tilapia del Nilo rosa (*O. niloticus*) y $\frac{1}{4}$ tilapia roja de Florida (*O. urolepis hornorum* x *O. mossambicus* roja))..... 21
- Figura 8. Crías de tilapia del Nilo gris ó tipo silvestre (*Oreochromis niloticus*) 22
- Figura 9. Crías del híbrido rojo (FX) producido en la granja acuícola “RAYANA”..... 23
- Figura 10. Estanques de concreto y jaulas de malla plástica utilizadas durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 25
- Figura 11. Distribución de las jaulas en los tres estanques de concreto para el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 26
- Figura 12. Temperatura del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 30
- Figura 13. Oxígeno disuelto del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 30
- Figura 14. pH del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 31

- Figura 15. Amonio (NH_4) del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 31
- Figura 16. Amoniaco (NH_3) del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 32
- Figura 17. Transparencia del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia..... 32
- Figura 18. Sacrificio de las tilapias en agua fría a 3°C 33
- Figura 19. Corte a 45° detrás de la cabeza y aleta lateral..... 34
- Figura 20. Corte longitudinal sobre la porción dorsal del pescado..... 34
- Figura 21. Continuación del corte longitudinal hasta la región ventral del pescado..... 35
- Figura 22. Separación de la piel y filete..... 35
- Figura 23. Filetes de tilapia..... 36
- Figura 24. Supervivencia de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo de 157 días..... 43
- Figura 25. Peso final de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo de 157 días 43
- Figura 26. Rendimiento en filete de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo de 157 días..... 44
- Figura 27. Índice de conversión alimenticia (ICA) de tres grupos genéticos de tilapia al término del cultivo..... 44

- Figura 28. Ganancia de peso acumulado promedio de tres grupos genéticos de tilapia en un cultivo comercial de 157 días 45
- Figura 29. Distribución de los pesos finales de tres grupos genéticos de tilapia al término de su cultivo de 157 días 45

3.0 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el desempeño productivo de la tilapia sintética “El Pargo-UNAM” en comparación con la tilapia del Nilo gris y un híbrido rojo (FX), en una explotación comercial de tilapia, hasta la etapa de finalización bajo condiciones de cultivo semi-intensivo.

3.2 Objetivos específicos

- 1.- Comparar la supervivencia del Pargo-UNAM con la tilapia del Nilo gris y un híbrido rojo (FX), al término de un periodo de cultivo de 157 días.
- 2.- Comparar el peso final del Pargo-UNAM con la tilapia del Nilo gris y un híbrido rojo (FX) al término de un periodo de cultivo de 157 días.
3. Comparar el rendimiento en filete entre el Pargo-UNAM, la tilapia del Nilo gris y un híbrido rojo (FX) al término de un periodo de cultivo de 157 días.
4. Evaluar la conversión alimenticia del Pargo-UNAM con respecto a la tilapia del Nilo gris y un híbrido rojo (FX) al término de un periodo de cultivo de 157 días.

4.0 HIPÓTESIS

La población sintética de la tilapia roja “Pargo-UNAM”, cuya composición genética es: $\frac{1}{4}$ tilapia Rocky Mountain, $\frac{1}{4}$ *Oreochromis niloticus* rosa y $\frac{1}{2}$ tilapia roja de Florida, presenta rasgos productivos de supervivencia, crecimiento y rendimiento en filete similares a la tilapia del Nilo gris (*Oreochromis niloticus*) y superiores al híbrido rojo FX cultivado en la granja acuícola “RAYANA”, bajo condiciones de cultivo semi-intensivo.

5.0 MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Localización geográfica

El estudio se realizó en la granja acuícola RAYANA Grupo de Trabajo de Responsabilidad Ilimitada, ubicada en el poblado de Playa de Vaca, municipio de Medellín de Bravo, Veracruz (Figura 6), ubicada en las coordenadas: 19° 5' 23.49" latitud norte y 96° 8' 30.60" longitud oeste, a una altura de 10 snm.⁴² Su clima es cálido-húmedo con una temperatura promedio anual de 26 °C; y su precipitación pluvial media anual es de 1500 mm.⁴³ El agua para el llenado de los estanques fue obtenida del río Jamapa, por medio de una bomba eléctrica de 10 caballos de potencia (hp) con un aforo de 631 m³ de agua al día.

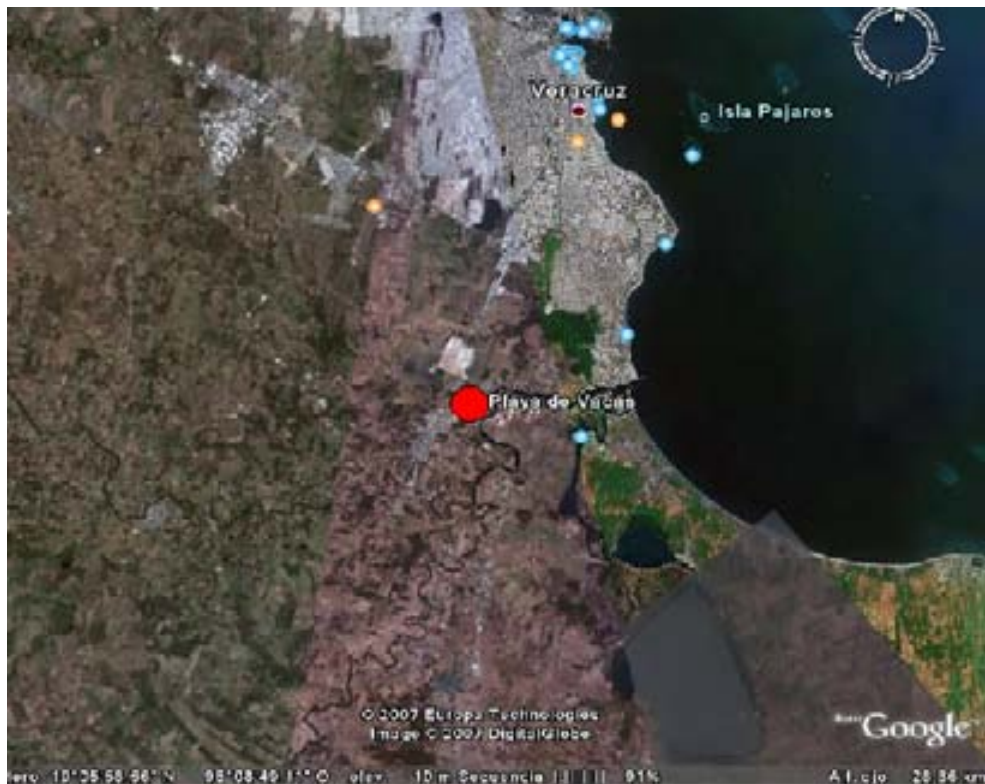


Figura 6: Ubicación de la granja piscícola RAYANA, en el poblado de Playa de Vaca en Medellín de Bravo, Veracruz, México.⁴²

5.2 Animales experimentales

5.2.1 Población sintética de tilapia roja “Pargo-UNAM”

Es una población sintética cuya composición genética es ($\frac{1}{4}$ Rocky Mountain (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*), $\frac{1}{4}$ tilapia del Nilo rosa (*O. niloticus*) y $\frac{1}{4}$ tilapia roja de Florida (*O. urolepis hornorum* x *O. mossambicus* roja). Creada en las instalaciones del Módulo de Producción Acuícola del CEIEGT-FMVZ-UNAM. Las crías de ésta población (Figura 7) se obtuvieron a partir de lotes de reproductores de este grupo genético ubicados en el CEIEGT-FMVZ-UNAM.



Figura 7: Crías del grupo genético de tilapia sintética roja Pargo-UNAM (($\frac{1}{4}$ Rocky Mountain (*O. aureus* x *O. niloticus*), $\frac{1}{4}$ tilapia del Nilo rosa (*O. niloticus*) y $\frac{1}{4}$ tilapia roja de Florida (*O. urolepis hornorum* x *O. mossambicus* roja))

5.2.2. Tilapia del Nilo gris ó tipo silvestre (*Oreochromis niloticus*)

Las crías que se utilizaron de esta especie (Figura 8) para el presente estudio fueron donadas el Centro Acuícola y Turístico La Presa, Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada, ubicada en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.



Figura 8: Crías de tilapia del Nilo gris ó tipo silvestre (*Oreochromis niloticus*)

5.2.3 Híbrido rojo FX producido en la granja acuícola RAYANA

El híbrido rojo FX, que ha sido producido por décadas en la granja acuícola “RAYANA”, presenta aparentemente rasgos de tilapia roja de Florida (*Oreochromis urolepis hornorum* x *O. mossambicus*) y *O. niloticus* en una composición genética desconocida. Las crías de esta especie (Figura 9) se obtuvieron por donación a partir de lotes de reproductores ubicados en la misma granja.



Figura 9: Crías del híbrido rojo (FX) producido en la granja acuícola “RAYANA”

5.3 Cultivo

El Cuadro 1 muestra el peso promedio de las crías de los tres grupos genéticos utilizados en este estudio, al inicio de cultivo.

<i>Grupo genético</i>	<i>Peso (g)</i>	<i>D.E.</i>
Pargo-UNAM	4.37	0.25
Tilapia del Nilo	3.83	1.15
Híbrido rojo	3.84	0.43

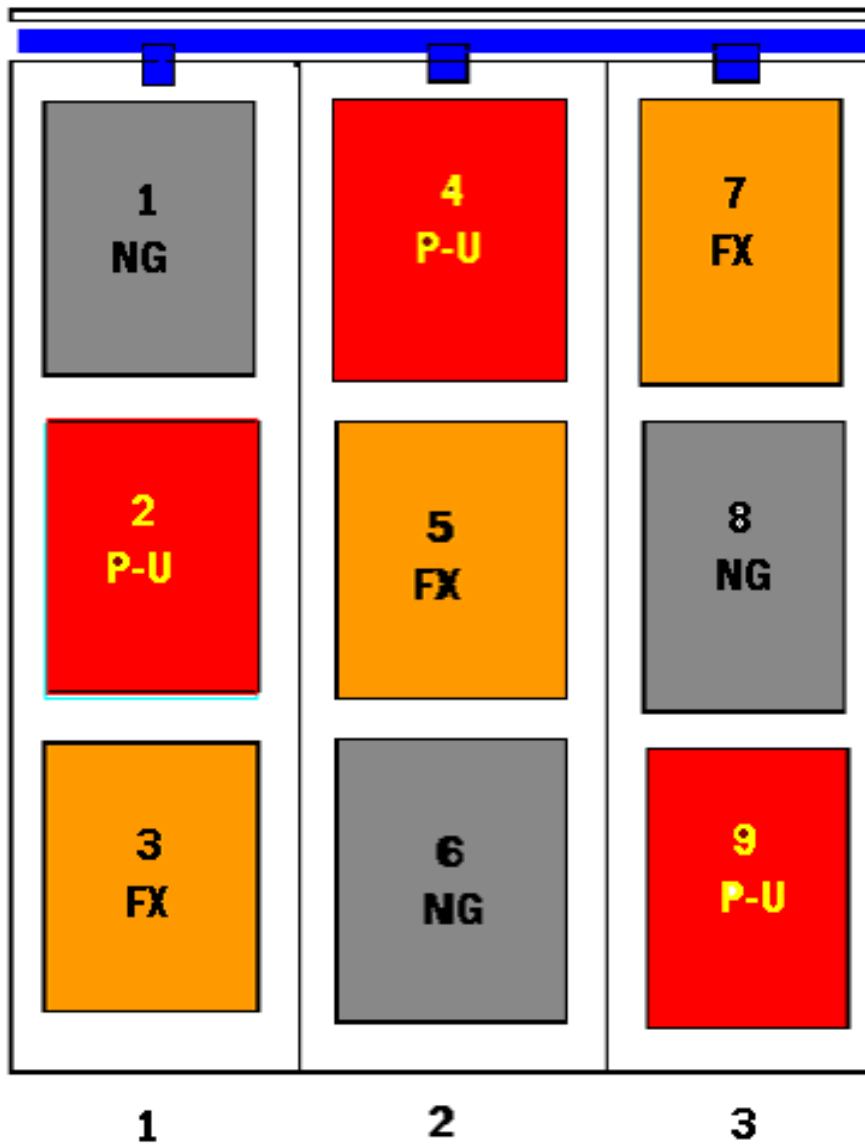
D.E . Desviación estándar
g = gramos

Se utilizaron tres estanques rectangulares de concreto de 12.0 m X 2.50 m y 1.0 m de profundidad, con una capacidad de volumen de agua de 30 m³ y se les proporcionaba normalmente un recambio diario de agua del 100%. Los estanques contaron con aireación las 24 h del día, mediante el uso de un aireador de turbina de 5 hp (Sweet Water, Aquatic Ecosystems Inc, Palmeto, Florida.). En cada estanque, se colocaron tres jaulas de malla plástica (Tenax, Mallas, Veracruz, Veracruz, México) de 2.0 m X 1.0 m X 1.0 m y de 5.0 mm de luz de malla (Figura 10).



Figura 10: Estanques de concreto y jaulas de malla plástica utilizadas durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia.

En cada jaula se colocaron 65 crías de cada grupo genético a una densidad de población de 32.5 peces /m^3 . La duración del periodo experimental fue de 157 días, hasta que el promedio de peso de cada grupo genético alcanzara un peso cercano a los 400g. Para dar seguimiento al aumento de peso de los peces, se realizaron pesajes cada 30 días, tomando una muestra de 15 ejemplares al azar, de cada una de las nueve jaulas. La ubicación de las jaulas en los estanques empleados y su distribución, se muestra en la Figura 11.



P-U - Pargo-UNAM **NG** - Tilapia del Nilo gris **FX** - Híbrido rojo

Figura 11: Distribución de las jaulas en los tres estanques de concreto para el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia.

5.4 Alimentación

Para la alimentación, se empleó alimento comercial para tilapia (Silver Cup, Alimentos El Pedregal, Toluca estado de México). En el Cuadro 2, se presenta el análisis químico proximal de las fórmulas empleadas. El análisis de laboratorio de los alimentos, se llevó a cabo mediante técnicas estándar,⁴⁴ por medio de las técnicas siguientes: humedad por deshidratación en una estufa a 105°C, por 24 h; proteína por el método de Kendal (N X 6.25); extracto etéreo por el método de Goldfish; fibra cruda por la técnica ácida-alcalina y contenido de ceniza, mediante calcinación en una mufla a 650°C. El contenido de energía bruta, se calculó multiplicando; proteína cruda, grasa cruda y extracto libre de nitrógeno por 5.5, 9.1 y 4.1 respectivamente.⁴⁵

Cuadro 2

**COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL, DE LOS ALIMENTOS EMPLEADOS
PARA EL CULTIVO DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE TILAPIA**

<i>Componente</i>	<i>De 0 a 60 días</i>	<i>De 61 a 157 días</i>
	<i>Porcentaje (%)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Materia seca	93.4	91.7
Humedad	6.56	8.30
Proteína cruda	45.6	31.4
Extracto etéreo	11.7	5.87
Cenizas	12.7	5.10
Fibra cruda	1.64	0.45
*ELN	21.8	48.9

*ELN = 100 – (% de humedad + % de proteína cruda + % de grasa + % de fibra cruda + % de cenizas)

Durante los primeros 60 días a los peces se les proporcionó un alimento con 45.6% de proteína cruda (PC), ofreciéndolo a saciedad seis veces al día y el tiempo restante con alimento de 31.4% de PC, ofrecido cuatro veces al día. Los alimentos corresponden a la misma fórmula empleada por Morales³⁸ y Velázquez³¹

5.5 Medición de las principales variables físico-químicas del agua

Durante el cultivo, se midieron las principales variables físico-químicas del agua dentro de las jaulas, en los tres estanques, con la frecuencia y método que se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3

FRECUENCIAS E INSTRUMENTOS PARA MEDIR LAS PRINCIPALES VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA EN EL CULTIVO DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE TILAPIA

<i>Variable</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Horario</i>	<i>Método y/o instrumento</i>
Temperatura (°C)	Diario	8:00 y 16:00 h	Termómetro digital (HANNA)
Oxígeno disuelto (ppm)	Diario	8:00 y 16:00 h	Oxímetro digital portátil (HANNA)
Salinidad (‰)	Diario	8:00 h	Refractómetro Vital Sine SR6
pH	Semanal	7:00 h	Reactivos colorimétricos basado en los indicadores: bromotimol, azul, timol azul y metil rojo (Hagen)
Amonio NH ₄ (ppm)	Semanal	7:00 h	Reactivos colorimétricos, basado en el método de indofenol modificado (Hagen)
Transparencia (cm)	Semanal	12:00 h	Disco de Secchi

En el Cuadro 4, se presentan los valores obtenidos de las variables físico-químicas determinadas durante el periodo experimental. Dos veces por semana se bajaba el nivel de agua de los estanques y eran limpiadas las jaulas.

Cuadro 4				
VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DURANTE EL CULTIVO DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE TILAPIA				
<i>VARIABLE</i>	<i>Promedio</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Óptimo</i>
Oxígeno (mg/l) 8:00 h	4.80 ± 1.76	1.30	11.4	>3
Oxígeno (mg/l) 16:00 h	6.96 ± 2.57	1.60	16.0	>3
Temperatura °C (8:00 h)	28.5 ± 2.15	23.0	32.6	25 – 30
Temperatura °C (16:00 h)	30.1 ± 2.45	24.2	36.6	25 – 30
Salinidad (‰)	0	0	0	<15
pH	7.60 ± 0.31	7.00	8.50	6.5 – 8.5
Amonio NH ₄ (mg/l)	0.44 ± 0.50	0	2.40	<1.0
Amoniaco NH ₃ (mg/l)	0.01 ± 0.01	0	0.05	<0.1
Transparencia (cm)	61.6 ± 18.5	20-0	90.0	30 – 40

La temperatura promedio registrada fue aceptable para el cultivo de tilapia, sin embargo, al final disminuyó ligeramente (Figura 12). Las principales variables de la calidad del agua se encontraron dentro de los rangos aceptables para el cultivo^{46,47} (Figuras 13,14,15,16 y 17).

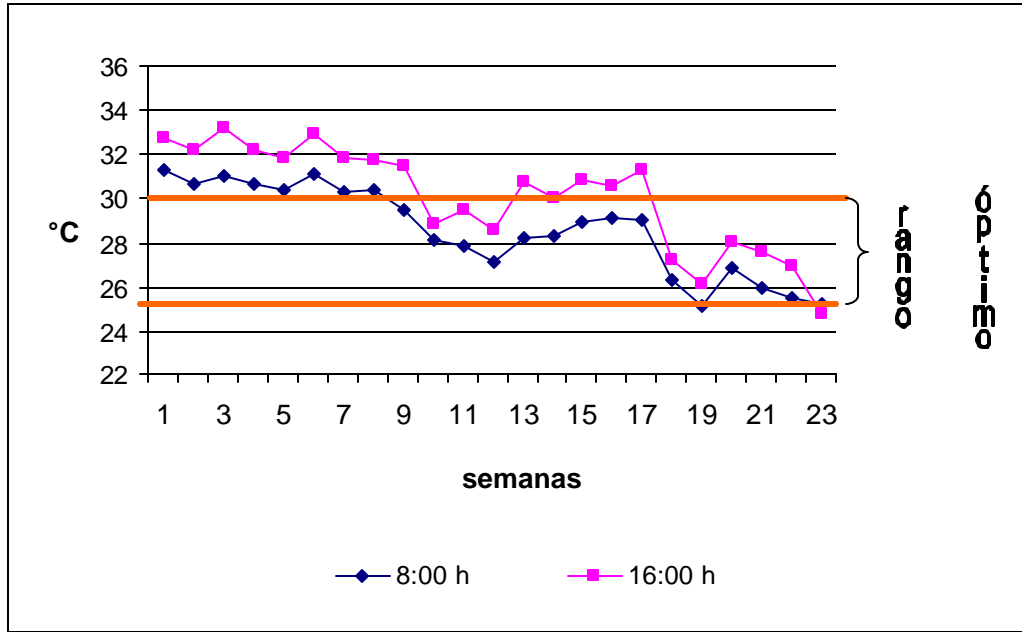


Figura 12: Temperatura del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia

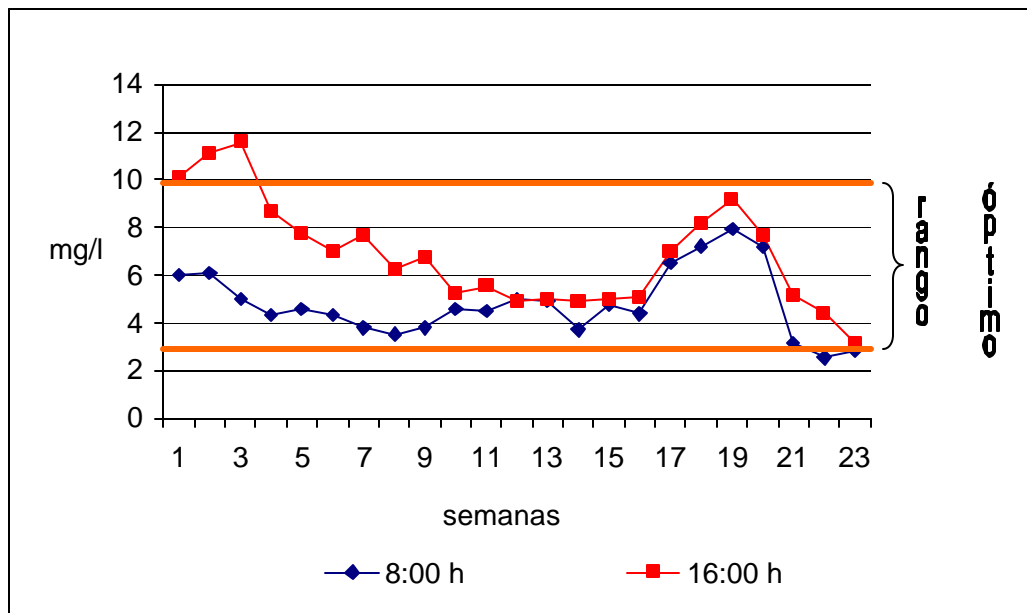


Figura 13: Oxígeno disuelto del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia

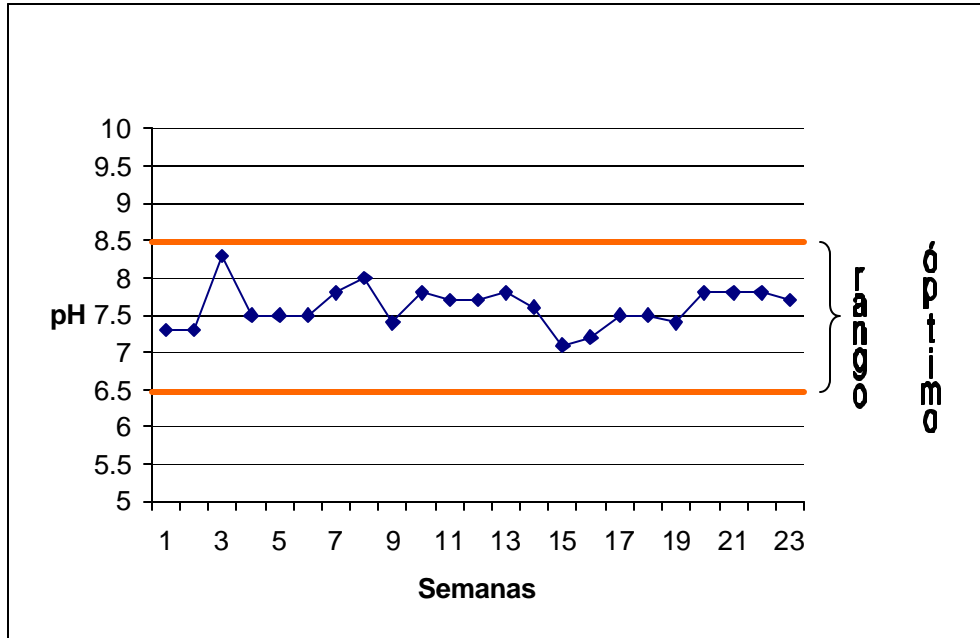


Figura 14: pH del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia

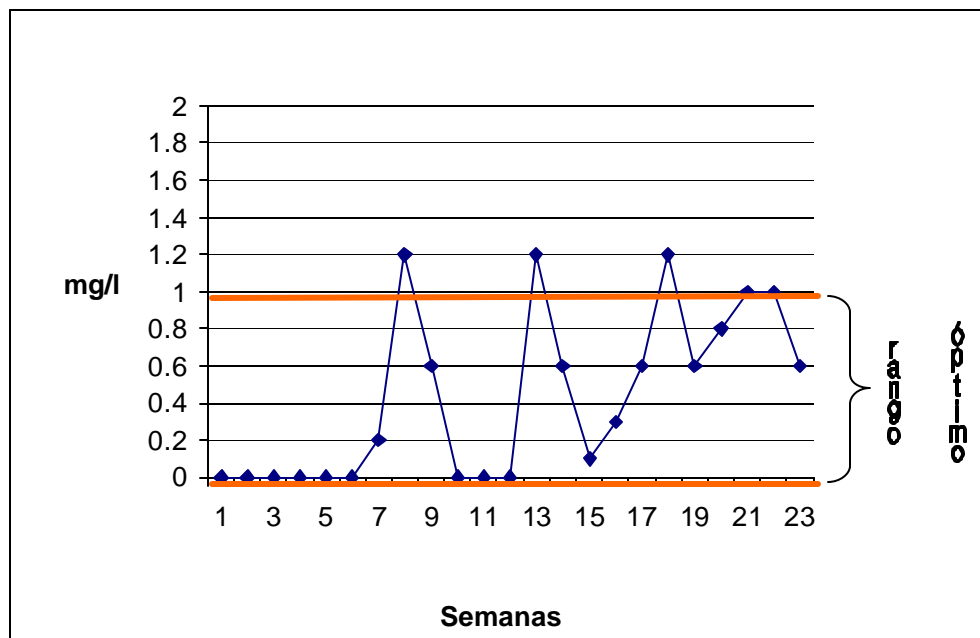


Figura 15: Amonio (NH₄) del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia

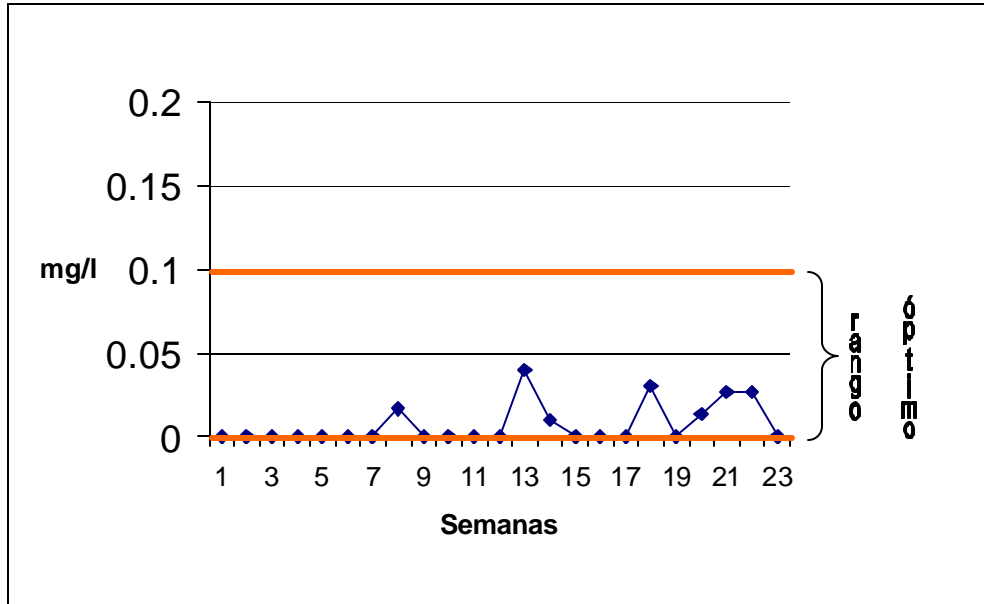


Figura 16: Amoniaco (NH₃) del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia

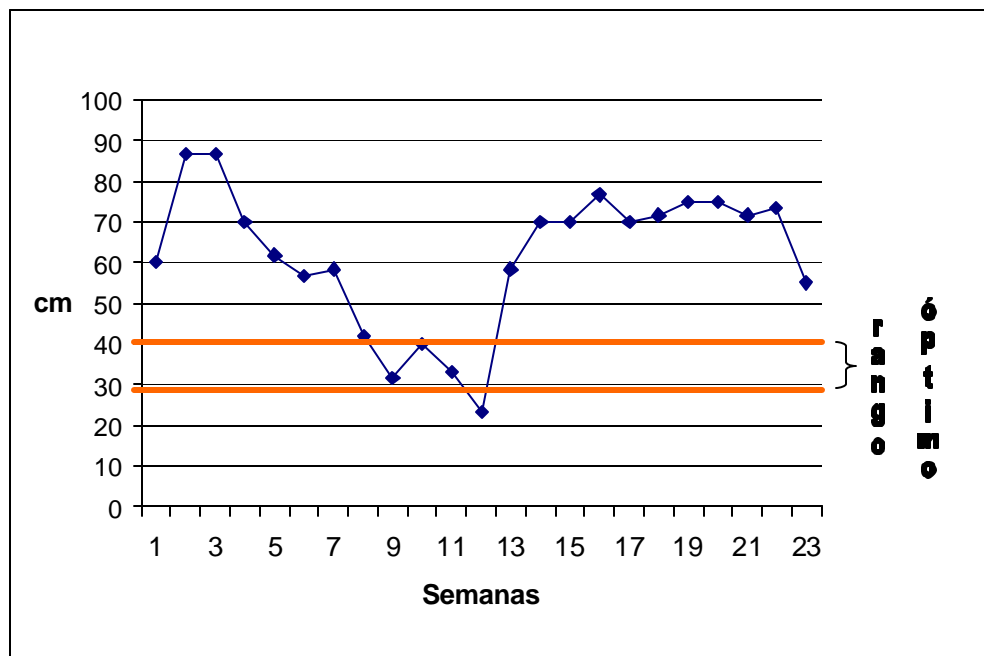


Figura 17: Transparencia del agua durante el cultivo de tres grupos genéticos de tilapia

5.6 Sacrificio y remoción del filete

Se sacrificaron 15 peces al azar de cada unidad experimental (45 por grupo genético), colocándolos en un recipiente con agua fría a 3°C (Figura 18). El agua fría es considerada un método adecuado de sacrificio en peces, sobre todo en aquellos destinados para el consumo humano.⁴⁸



Figura 18: Sacrificio de las tilapias en agua fría a 3°C

Los filetes se removieron de los peces en la forma acostumbrada para este tipo de peces, de acuerdo a la técnica descrita por Garduño,⁴⁹ de la siguiente manera:

El primer corte se realizó en la parte posterior de la aleta lateral hacia la parte central de la base de la cabeza, con un corte de 45° (Figura19), posteriormente se incidió sobre toda la porción dorsal del pez de manera longitudinal (Figura 20), lo más próximo a las espinas dorsales y columna vertebral, continuando hasta la región ventral para remover el filete con la piel de

ese lado (Figura 21). Una vez removida esa parte del pescado, se procedió a separar la piel del filete (Figura 22). Se llevó a cabo el mismo procedimiento para separar el filete del otro lado. Al final se obtuvo la porción de tejido muscular correspondiente al filete (Figura 23).



Figura 19: Corte a 45° detrás de la cabeza y aleta lateral



Figura 20: Corte longitudinal sobre la porción dorsal del pescado

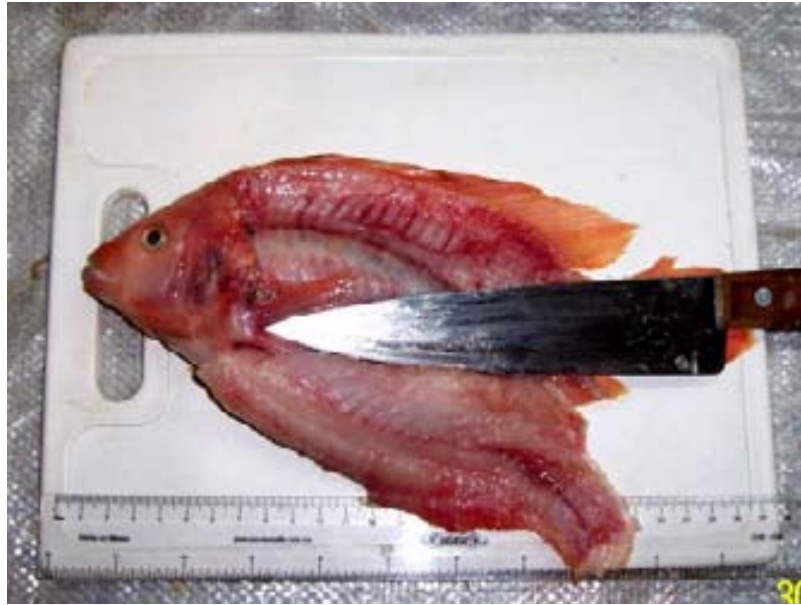


Figura 21: Continuación del corte longitudinal hasta la región ventral del pescado

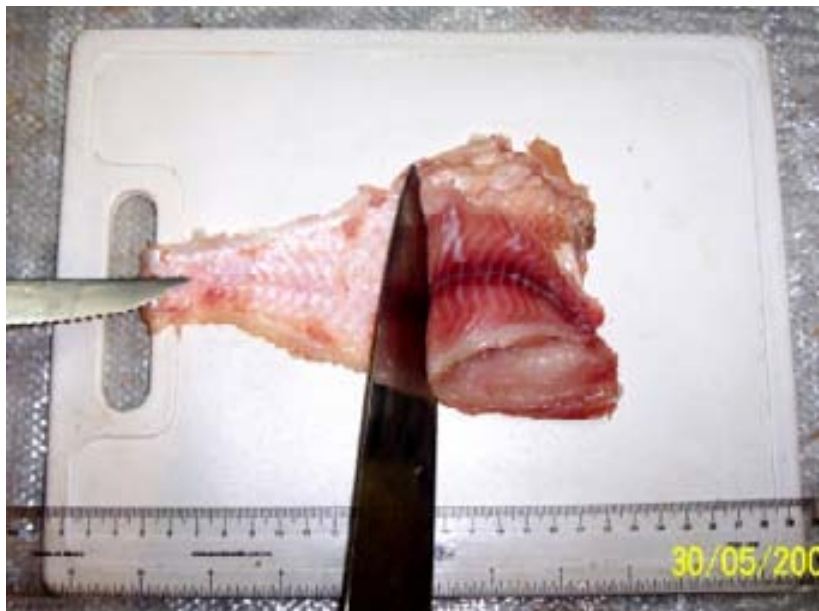


Figura 22: Separación de piel y flete



Figura 23: Filetes de tilapia

5.7 Determinación de los rasgos productivos

Se determinaron los siguientes rasgos productivos: supervivencia, ganancia diaria de peso, porcentaje de peso ganado, tasa específica de crecimiento, rendimiento de filete e índice de conversión alimenticia, mediante el empleo de las fórmulas siguientes:

5.7.1 Supervivencia

Estima el porcentaje de peces que vivieron al final del experimento

$$S = 100 (NF / NI)$$

En donde:

S = Supervivencia

NF = Número de peces al finalizar el experimento

NI = Número de peces al iniciar el experimento

100 = Constante para expresar el resultado en porcentaje

5.7.2 Ganancia diaria de peso

Es el incremento de peso ganado en un intervalo de tiempo equivalente a un día

$$GDP = (PF - PI) / T$$

En donde:

GDP = Ganancia diaria de peso

PF = Peso final

PI = Peso inicial

T = Tiempo (días)

5.7.3 Porcentaje de peso ganado

Porcentaje del incremento del peso corporal a lo largo del experimento

$$\text{PPG} = 100 ((\text{PF} - \text{PI}) / \text{PI})$$

En donde:

PPG = Porcentaje de peso ganado

PF = Peso final

PI = Peso inicial

100 = Constante para expresar el resultado en porcentaje

5.7.4 Tasa específica de crecimiento

Es el incremento de peso o talla de los animales en un intervalo de tiempo

$$\text{TEC} = 100 (\text{Log PF} - \text{Log PI}) / T$$

En donde:

TEC = Tasa específica de crecimiento

Log PF = Logaritmo natural de peso final

Log PI = Logaritmo natural de peso inicial

T = Tiempo (días)

100 = Constante para expresar el resultado en porcentaje

5.7.5 Rendimiento en filete

Es la proporción del peso del pescado correspondiente a su filete:

$$\mathbf{RF = 100 (PTF / PTP)}$$

En donde:

RF = Rendimiento en filete

PTF = Peso total del filete

PTP = Peso total del pescado

100 = Constante para expresar el resultado en porcentaje

5.7.6 Índice de conversión alimenticia

Es el alimento utilizado para producir una unidad de peso del pez y se expresa:

$$\mathbf{ICA = AC / PG}$$

En donde:

ICA = Índice de conversión alimenticia

AC = Alimento consumido

PG = Peso ganado

5.8 Diseño experimental y análisis estadístico

El arreglo de las unidades experimentales fue bajo un diseño de dos vías, dado para tres repeticiones y tres tratamientos (Pargo-UNAM, tilapia del Nilo (*O. niloticus*) tipo silvestre e híbrido rojo), El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = valor fenotípico (supervivencia, variables de crecimiento, rendimiento de filete e índice de conversión alimenticia) observado del grupo genético (i) en el bloque (j)

m = media poblacional común a todas las observaciones

t_i = efecto del grupo genético

b_j = efecto del estanque o repetición

e_{ij} = efecto aleatorio del error del grupo genético (i) en el bloque (j) con distribución $N(0, \sigma)$.

El análisis de varianza se efectuó con el procedimiento de ANDEVA (Análisis de Varianza) del programa estadístico SAS.⁵⁰ Dado a que el rasgo supervivencia y rendimiento en filete son expresados en valores porcentuales, se realizó una transformación arcoseno previo para su análisis estadístico, para obtener normalidad y homogeneidad de varianzas.⁵¹

6.0 RESULTADOS

6.1 Rasgos productivos

En el Cuadro 5, se muestran los valores de los rasgos productivos de los tres grupos genéticos durante el cultivo. La supervivencia (Figura 24) y los pesos iniciales fueron similares ($P > 0.05$) para los tres grupos genéticos. En los pesos finales se encontraron diferencias ($P < 0.05$) (Figura 25), en donde la tilapia del Nilo gris (NG) presentó el peso final mayor ($P < 0.05$), seguido por el Pargo-UNAM (P-U) y el híbrido rojo (FX) que fue el grupo genético que obtuvo el peso final menor.

La ganancia diaria de peso (GDP) presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) en donde NG alcanzó el valor más alto, seguido de P-U, FX presentó la menor ganancia. El porcentaje de peso ganado (%PG), tasa específica de crecimiento (TEC), rendimiento en filete (RF) (Figura 26) y conversión alimenticia (ICA) (Figura 27) fueron similares en los tres grupos genéticos.

La ganancia de peso entre los tres grupos genéticos presentó una tendencia similar durante los primeros tres meses, separándose al final del cultivo (Figura 28).

En la distribución de los pesos finales, NG presenta un mayor sesgo hacia pesos más altos, en comparación con P-U el cual tuvo una distribución con tendencias hacia los pesos medios y FX presentó tendencia hacia los pesos menores como se muestra en la Figura 29.

Cuadro 5
SUPERVIVENCIA, VARIABLES DE CRECIMIENTO, RENDIMIENTO DE FILETE
E ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE
TILAPIA

	<i>Pargo-UNAM</i>	<i>Tilapia del Nilo</i>	<i>Híbrido rojo FX</i>	<i>e.e</i>	<i>P=F</i>
Supervivencia (%)	98.5 ^a	94.4 ^a	93.8 ^a	4.70	0.087
Peso inicial (g)	4.37 ^a	3.83 ^a	3.84 ^a	0.31	0.640
Peso final (g)	414.6 ^b	474.0 ^a	351.3 ^c	61.4	0.009
GDP (g/día)	2.61 ^b	2.99 ^a	2.21 ^c	0.39	0.010
PG (%)	9,401 ^a	13,004 ^a	9,063 ^a	1.77	0.208
TEC (%/día)	1.26 ^a	1.34 ^a	1.25 ^a	0.42	0.188
RF (%)	34.2 ^a	34.6 ^a	34.0 ^a	0.17	0.699
ICA (Kg)	1.40 ^a	1.20 ^a	1.60 ^a	0.19	0.068

Valores con el mismo superíndice en la misma fila no son estadísticamente diferentes (P>0.05)

e.e : error estándar

GDP: ganancia diaria de peso

PG: porcentaje de peso ganado

TEC: tasa específica de crecimiento

RF: rendimiento de filete

ICA: índice de conversión alimenticia

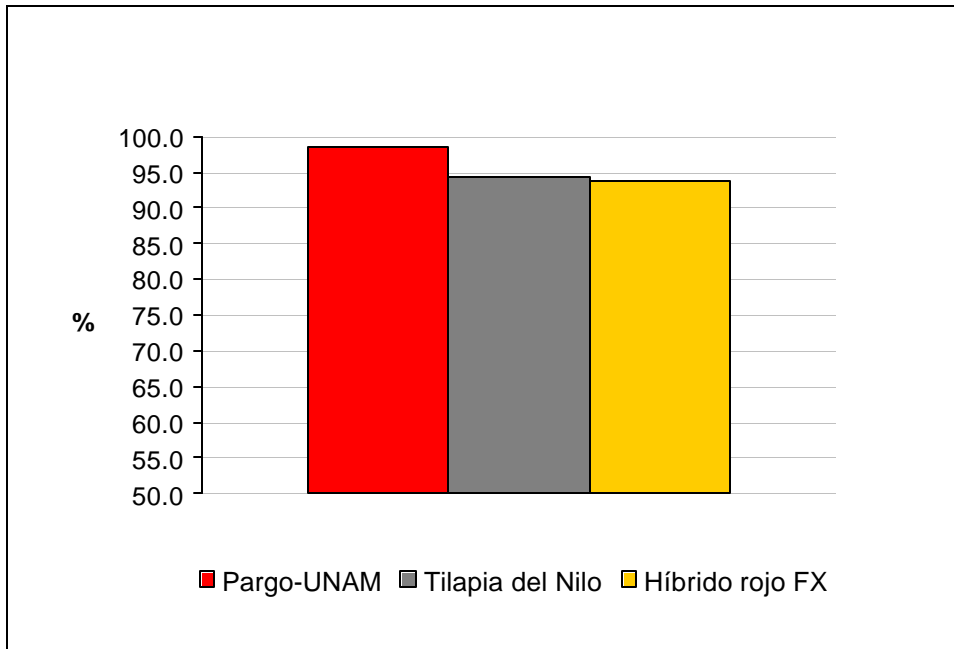


Figura 24: Supervivencia de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo de 157 días

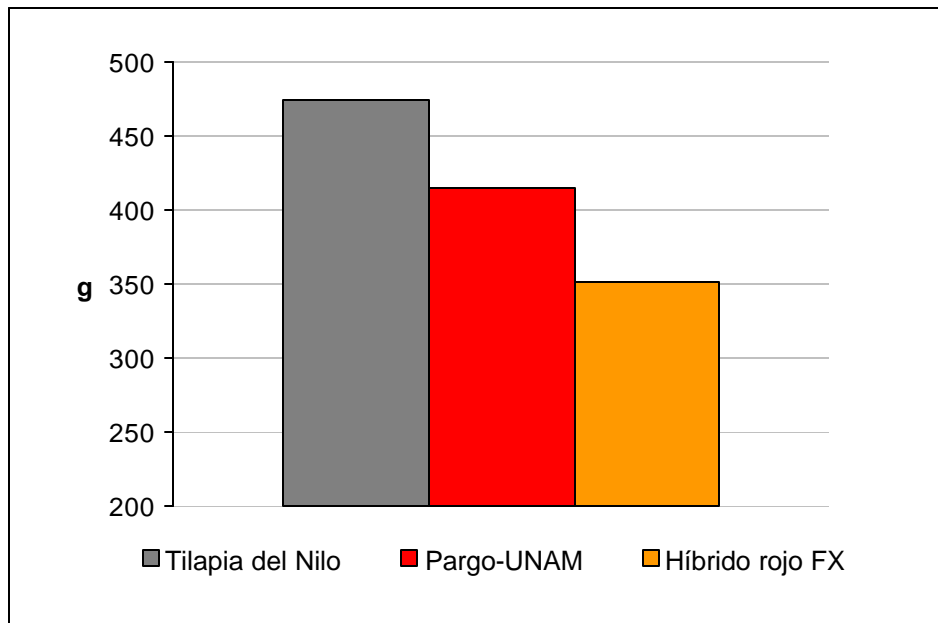


Figura 25: Peso final de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo de 157 días

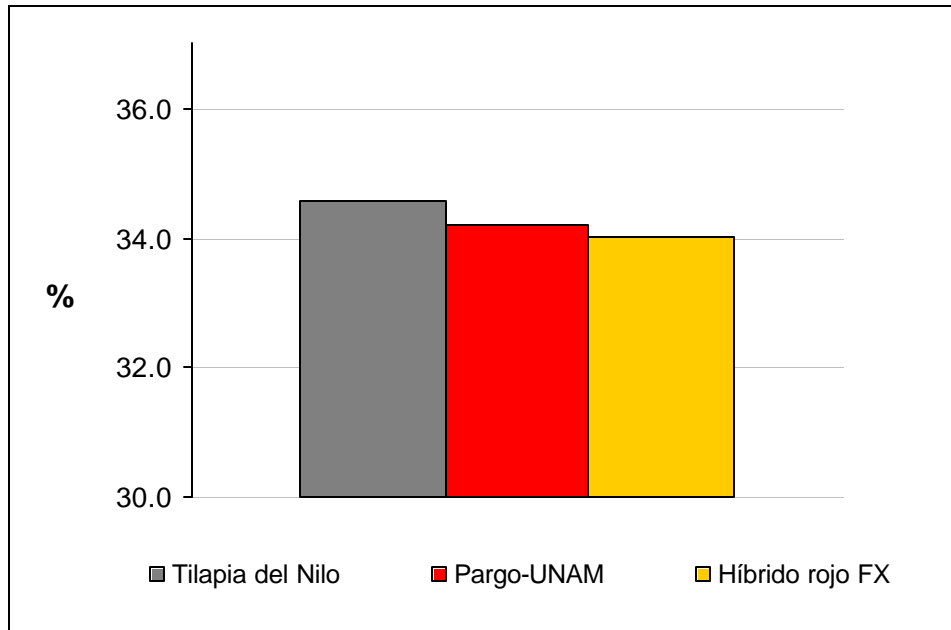


Figura 26: Rendimiento en filete de tres grupos genéticos de tilapia al término de su cultivo de 157 días

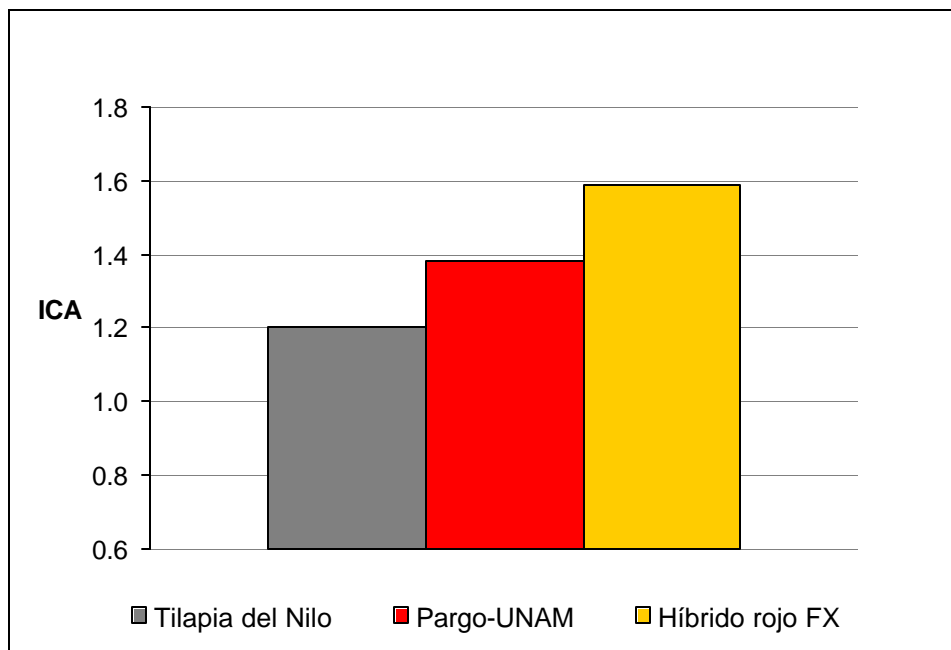


Figura 27: Índice de conversión alimenticia (ICA) de tres grupos genéticos de tilapia al término de un cultivo.

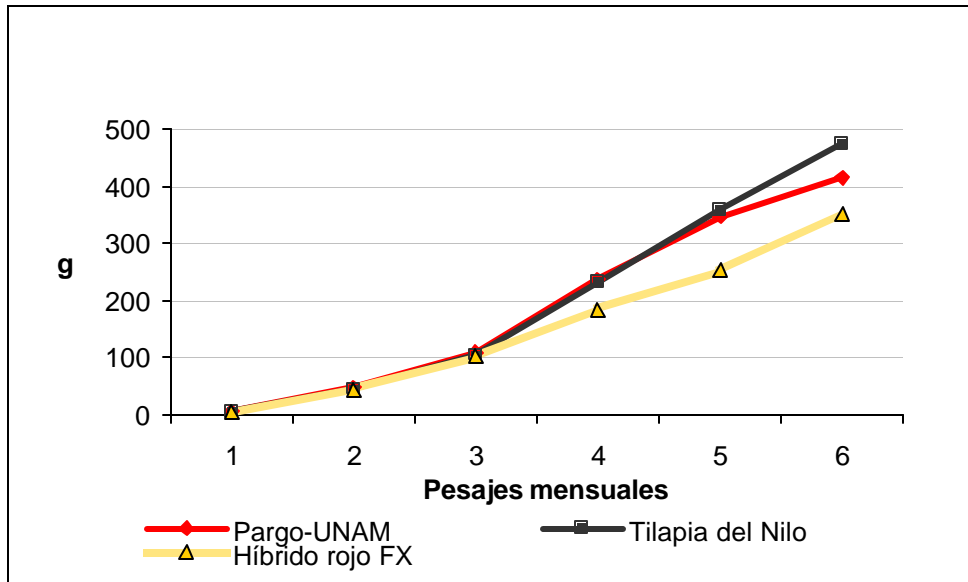


Figura 28: Ganancia de peso promedio acumulado de tres grupos genéticos de tilapia en un cultivo comercial de 157 días

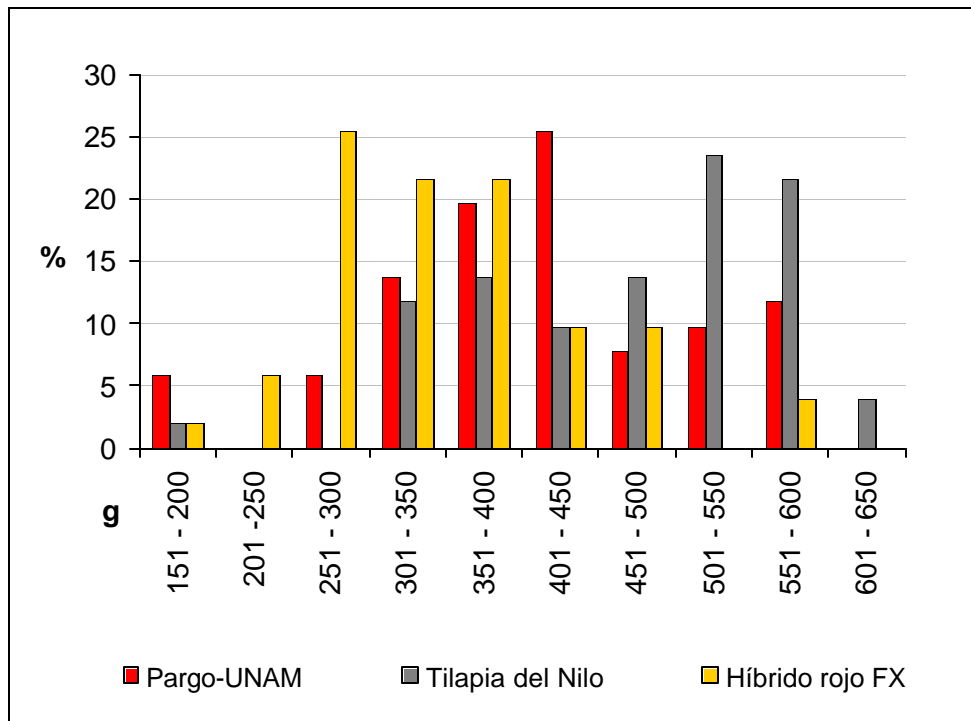


Figura 29: Distribución de los pesos finales de tres grupos genéticos de tilapia al término de su cultivo de 157 días.

7.0 Discusión

Este estudio no mostró evidencias de una mejora en la tasa de crecimiento de la población sintética Pargo-UNAM con respecto a la tilapia del Nilo tipo silvestre, sin embargo el Pargo-UNAM mostró una superioridad en dicho carácter con respecto a la tilapia híbrida de color rojo cultivada en la granja Rayana. En el resto de los rasgos evaluados se mostró una similitud entre los tres grupos genéticos evaluados.

La supervivencia disminuida en las líneas rojas de tilapia en contraste a las de tipo silvestre ha sido atribuida en buena medida a efectos pleiotropicos,^{52,27} estos efectos, que implican el efecto de un par de genes sobre varios caracteres, han sido considerados también para dar una explicación de las bajas tasas de crecimiento de las líneas rojas de tilapia con respecto a las de tipo silvestre.^{30,24}

En este estudio, el Pargo-UNAM, el cual es de color rojo, al igual que el otro grupo genético híbrido, mostraron una supervivencia similar a *O. niloticus* de tipo silvestre^{33,38,39,40} lo que podría ser un indicativo de que el efecto de heterosis retenida en ambos grupos genéticos para el carácter “supervivencia” es de mayor relevancia que los efectos pleiotrópicos que pudiesen estar incidiendo hacia un detrimento en dicho carácter.

Las engordas de tilapias han mostrado en diversos estudios supervivencias entre el 90 al 100%^{38,39,31,49,53} por lo que los valores de supervivencia encontrados en este estudio para los tres grupos genéticos son considerados como aceptables, considerando además que en este trabajo el cultivo no fue dividido por etapas, lo que implica un mejor control de la supervivencia.

Durante el presente trabajo la calidad del agua se mantuvo dentro de los parámetros aceptables para esta especie,^{46,47} gracias en buena medida a la tasa de recambio del agua de los estanques que fue del 200% al día, motivos que contribuyeron favorablemente a la supervivencia de los tres grupos genéticos.

Considerando que el peso final al término de un periodo de tiempo, es un indicativo del ritmo de crecimiento del pez, se consideró que los tres grupos genéticos mantuvieron un ritmo de crecimiento diferente, con pesos cercanos al comercial de 400 g.

Algunos estudios han mostrado que híbridos o especies de tilapias de diferentes tonalidades de rojo, presentan un crecimiento inferior a las tilapias de color gris o tipo silvestre.^{7,52,24,54,55}

Muñoz²⁸ y El Gamal *et al.*⁵² sugirieron que la baja tasa de crecimiento de las tilapias rojas con relación a las de tipo silvestre, podría deberse a efectos pleiotrópicos, los cuales han sido reportados también en otras especies de peces, en donde poblaciones con colores diferentes al silvestre han presentado bajas tasas de crecimiento, como es el caso de la carpa japonesa.⁵⁶

En este estudio, el Pargo-UNAM y el híbrido rojo FX mostraron un crecimiento inferior a la tilapia del Nilo gris o tipo silvestre (*O. niloticus*), lo que podría ser un indicativo de la presencia de un efecto pleiotrópico relacionando el color rojo en ambos grupos con una menor tasa de crecimiento en relación a la tilapia del Nilo (*O. niloticus*). Sin embargo los estudio realizados por Morales³⁸, Ulloa³⁹ y Ortiz⁴⁰ mostraron una similitud en crecimiento del Pargo-UNAM y la tilapia del Nilo tipo silvestre bajo condiciones de cultivo intensivo, de manera tal que una segunda explicación al crecimiento superior de la tilapia del Nilo con

respecto al Pargo-UNAM podría encontrarse en el aspecto ambiental y no genético. A diferencia de los estudios de Morales,³⁸ Ulloa³⁹ y Ortiz,⁴⁰ el presente estudio se llevó a cabo en condiciones menos intensivas, lo que implica la posibilidad de mayor disponibilidad de alimento natural para los peces en cultivo, en donde la tilapia del Nilo ha sido considerada como una especie eficiente en el aprovechamiento del fitoplancton e incluso de algas verde-azules que por lo común no son digeridas por otros peces.¹

Debe de considerarse también que el ritmo de crecimiento del Pargo-UNAM decreció a partir del día 124 de cultivo, en donde hasta ese momento no existían diferencias entre ambos grupos genéticos, con pesos de 358 g y 346 g para la tilapia del Nilo y Pargo-UNAM respectivamente. La disminución de crecimiento del Pargo-UNAM en el último mes de cultivo pudiese estar asociada a una disminución de la temperatura del agua y a un incremento de las concentraciones de amonio en esta, variables que al parecer no tuvieron un impacto negativo en el ritmo de crecimiento de la tilapia del Nilo y del híbrido rojo. Estas observaciones nos llevan a sugerir la necesidad de llevar a cabo la determinación de las condiciones ambientales óptimas para que la nueva población sintética exprese su potencial en las características productivas de interés comercial.

No obstante a esta disminución del ritmo de crecimiento del Pargo-UNAM, mostró un peso final 18 % superior al híbrido rojo FX de la granja Rayana y tan solo un 13% inferior a la tilapia del Nilo gris.

La similitud en el rendimiento de filete entre el Pargo-UNAM y la tilapia del Nilo gris coincide con lo encontrado por Salazar³⁹ y Ortiz⁴⁰ quienes determinaron dicho rasgo en los mismos grupos genéticos. Sin embargo esos estudios y el

presente difieren a lo encontrado por Morales³⁸ quien encuentra una superioridad en el rendimiento de filete de la tilapia del Nilo con respecto al Pargo-UNAM. Se sugiere que en estudios posteriores sobre este rasgo se considere algún índice que considerara la condición corporal de los peces al momento del fileteado ya que este factor pudiese tener un mayor efecto que el peso de los peces, sobre un mayor o menor rendimiento en filete.

Diversos estudios de rendimiento en filete en tilapia han reportado valores en un rango de 30% a 38%.^{39,57,58} En este estudio se obtuvo un rendimiento en filete dentro de este rango en los tres grupos genéticos, con un 34.2%, 34.6% y 34.0%, en el Pargo-UNAM, la tilapia del Nilo gris y el híbrido rojo FX respectivamente.

Debe de considerarse que en México, en el caso de las tilapias rojas, normalmente no se lleva a cabo la actividad del fileteado, y la venta del producto a pie de estanque o incluso vivo, considerando que uno de los objetivos es dar un valor agregado al producto¹⁷ mediante una presentación atractiva del pescado entero, debido al color rojo de su piel.

La conversión alimenticia no presentó diferencias entre los tres grupos genéticos y se encuentran entre el rango aceptable de acuerdo a lo informado por Akiyama⁵⁹ quien menciona que un índice de conversión de 2:1 es aceptable para los peces de cultivo.

Diversos estudios han mostrado que existe una similitud en la conversión alimenticia en diferentes estadios de cultivo entre el Pargo-UNAM y la tilapia del Nilo de tipo silvestre,^{32,38,39} pero además estas similitudes se extienden hacia otros grupos genéticos de menor crecimiento como la tilapia mosambica, tilapia roja de

Florida, tilapia Roky Mountain y tilapia del Nilo rosa, situación similar al presente estudio en donde el híbrido rojo mostró similitud en dicho rasgo ante la tilapia del Nilo y Pargo-UNAM quienes mostraron un mayor peso final. Esto sugiere que un ritmo de crecimiento acelerado en algunos grupos genéticos de tilapia no se asocia con una mayor eficiencia en la transformación de los alimentos.

8.0 Conclusiones

La superioridad en crecimiento del Pargo-UNAM con respecto al híbrido rojo FX, proyecta a la población sintética como una alternativa viable para ser considerada en los sistemas de producción de tilapia roja en la granja acuícola RAYANA.

El bajo crecimiento del híbrido rojo FX con respecto al Pargo-UNAM y la tilapia del Nilo gris restringe su recomendación para ser utilizada dentro de los esquemas productivos de la granja acuícola RAYANA.

La superioridad de crecimiento de la tilapia del Nilo gris con respecto a las tilapias rojas evaluadas en el presente estudio, indica que debe ser considerada para ser utilizada en los sistemas de producción de tilapia gris en la granja acuícola RAYANA.

9.0 Literatura citada

1. Hopher B, Pruginin Y. Cultivo de Peces Comerciales. Basado en las Experiencias de las Granjas Piscícolas de Israel. México (DF): Limusa, 1988.
2. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Memorias, Taller de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de tilapia. SENASICA. Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera. 2007 noviembre 15-16 de. Veracruz (Ver) México: SAGARPA 2007.
3. Ombredane D, Pouomogne V, Gavel Y, Kovadio F. Tilapias (Pisces, Cichlidae): Monographic study in Public. Halieut.- Ec.- Natl.- Super Agron.- Rennes. Rennes France Ecole Nationale Superieure Agronomique 1990; 13:39.
4. Morales DA. La tilapia en México. Biología, cultivo y pesquerías. México (DF): AGT Editor, 1991.
5. Castillo LF. Tilapia Roja una evolución de 25 años, de la incertidumbre al éxito. (documento en línea) 2006 [consultado 2008 mayo 3]; Disponible en : <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/TILAPIAROJA2006.pdf>.
6. McAndrew BJ, Roubal FR, Roberts RJ, Bullock AM, McEwen I. The genetics and histology of red, blond and associated color variants in *Oreochromis niloticus*. Genética 1988; 76:127-137.
7. Fitzgerald WJ. The red-orange tilapia a hybrid that could become a world favorite. Fish Farming International 1979; 6:26-27

8. Garduño-Lugo M, Muñoz-Córdova G, Olvera-Novoa MA. Mass selection for red colour in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture Research* 2004; 35: 340-344.
9. Koren A, Pruginin Y, Hulata G. Evaluation of some red tilapia strains for aquaculture. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 1994; 46: 9-12.
10. Shirak A, Shmarina A, Kuperman Y, Autalion RR. Inheritance of body and peritoneum color in hybrids of *Oreochromis aureus* and red *O. niloticus*. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 2000; 52:21-29.
11. Arredondo FJL, Lozano GS. El cultivo de la tilapia en México. En: *Primer Curso Internacional de Tilapia*. 1996; México DF: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México; 1996:7-18.
12. Al Ogaly SM, Al –Asgah NA, Ali A. Effect of feeding different grain sources on the growth performance and body composition of tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). *Aquaculture Research* 1996; 27: 523-529.
13. Zarza ME. Semicultivo experimental del robalo *Centropomus undecimalis* y del chucumite *Centropomus parallelus* en agua dulce en el estado de Veracruz, México (tesis de doctorado). México (DF) México: Univ Nacional Autónoma de México, 2004.
14. Josupeit H. Mercado mundial de tilapia. [documento en línea] 2007 Abril [consultado 2008 Mayo 2]. Disponible en: <http://www.globefish.org/files/tilapiaspanish2007 420ppt>.
15. Muñoz CG, Garduño LM. Mejoramiento genético en tilapia. Sistema de cruzamiento y mecanismos genéticos en la determinación del color.

- Veracruz (Veracruz): Sistema de investigación del Golfo de México y Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.
16. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. *Anuario estadístico de pesca*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México (DF): CONAPESCA, 2003.
 17. Reta M, Asiain HA, Luna FJ, Hernández DR. Situación actual de la producción de Tilapia en el Estado de Veracruz, México. Oportunidades de inversión. In: Memorias del séptimo simposium internacional del cultivo de tilapia (ISTA7); 2006 septiembre 6-8; Boca del Río (Veracruz) México. 2006.
 18. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Programa sectorial de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación 2001-2006. México (DF): SAGARPA, 2001).
 19. Reta MJ, Hernández DF, Luna FJ., Asiain A, Coello A. Tilapia culture in Veracruz, México: the perfect place for the perfect fish. *Panorama Acuícola Magazine* 2005; 3: 12-19.
 20. Rana KJ. Aquatic Environments and use of species groups. Fisheries Circular. 1997. [consultado 2008 mayo 31]. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/003/W7499E/w7499e08htm>
 21. Johansen SR. Comparación de crecimiento de la línea roja y gris de *Oreochromis niloticus* (L.) monosexada, Bajo condiciones de cultivo semiintensivo en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, (tesis de licenciatura) Tuxpan (Veracruz) México: Univ Veracruzana, 1994
 22. Muñoz CG y Garduño LM 1996. Evaluación del crecimiento de cuatro

- fenotipos de la mojarra tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Oceanologia* 1996; 2 (10): 143-152.
23. Báez VE. Comparación de parámetros productivos y análisis económico de la tilapia rosa y tilapia gris (tesis de licenciatura). Tlatlauquitepec (Puebla) México: Benemérita Univ Autónoma de Puebla, 2007.
24. Matricia T, Talbot 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. Muñoz CG, Garduño LM. Comparación del crecimiento entre *O. niloticus* y *O. mossambicus* y su híbrido bajo condiciones de cultivo. *Veterinaria México* 1994; 25: 323-325
26. Sánchez M, Muñoz G, Garduño M, Sánchez BF: Desempeño productivo de dos especies de tilapia roja en una granja piscícola. In: VIII Reunión científica del sector agropecuario y forestal del estado de Veracruz. Gabriel Diaz Padilla, Marina Enriqueta Lopez, Vazquez Jose A. Cruz Ballado, editors. 1994 diciembre; Veracruz (Veracruz) México. 1995.309.
27. Macaranas JM, Mather PB, Lal SN, Vereibalu T, Lagibalabu M, Capra MF. Genotype and environment: A comparative evaluation of four tilapia stocks in Fiji. *Aquaculture* 1997; 150: 11-24.
28. Muñoz CG, Heterosis habilidad combinatoria, proporción de sexo y segregación del color rojo en un cruzamiento dialélico completo de tres especies de tilapia (*Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* y *O. aureus*) (tesis de maestría). D.F. México: Univ Nacional Autónoma de México, 2000.

29. Cano MX. Mejoramiento genético de rasgos productivos en tres especies de tilapia: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757), *O. mossambicus* (Peters, 1852) y *O. aureus* (Steindachner, 1864), mediante cruzamientos terminales, en la zona centro-norte del estado de Veracruz (tesis de licenciatura) Xalapa (Veracruz) México: Univ Veracruzana, 2002.
30. Aparecida MA, Marques MHL, AW Silva H. Comparative growth performance of two Nile tilapia (Chitralada and Red-Stirling), their crosses and the Israeli tetra hybrid ND-56. *Aquaculture Research* 2005; 36: 1049-1055.
31. Velázquez LMC. Heterosis y desempeño productivo del híbrido *Oreochromis niloticus* rosa (Linnaeus, 1757) x *O. mossambicus* (Peters, 1852) (tesis de licenciatura). Tecamachalco (Puebla) México: Benemérita Univ Autónoma de Puebla, 2006.
32. Jiménez RA. Comportamiento productivo y heterosis retenida de la primera generación de una línea sintética de tres especies de tilapia (*Oreochromis aureus*, *O. niloticus* y *O. mossambicus*) en la zona centro-norte del estado de Veracruz (tesis de licenciatura). México (DF) México: Univ Nacional Autónoma de México, 2002.
33. Riego RM. Comportamiento productivo y heterosis retenida de una población sintética de tilapia ($\frac{1}{4}$ Rocky Mountain, $\frac{1}{4}$ *Oreochromis niloticus* y $\frac{1}{2}$ tilapia roja de Florida) durante la etapa de engorda (tesis de licenciatura). México (DF) México: Univ Nacional Autónoma de México, 2005.
34. Bourdon R. Understanding animal breeding. Upper Saddle River (NJ): Prentice hall, 1997.

35. Williams DW. Ganado vacuno para carne. Cría y explotación. México (DF): Limusa Grupo Noriega Editores, 1992.
36. Bentsen HB, Eknath AE, Palada-de Vera MS, Danting JC, Bolivar L, Reyes RA, Dionisio EE, Longalong FM, Circa AB, Tayamen MM, Gjerde B. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 1998; 160: 145-173.
37. Hussain GH, Kohinoor MAH, Islam SM, Mahata Cs, Ali ZM, Tanu BM, Hussain AM, Mazid MA. Genetic Evaluation of GIFT and Existing Strains of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Under on-station and On-Farm Conditions in Bangladesh. *Asian Fisheries Science* 2000 13: 117 – 126.
38. Morales AV. Desempeño productivo del Pargo-UNAM ($\frac{1}{4}$ tilapia Rocky Mountain, $\frac{1}{4}$ *Oreochromis niloticus* y $\frac{1}{2}$ tilapia roja de Florida) y la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) (tesis de licenciatura). Tecamachalco (Puebla) México: Benemérita Univ Autónoma de Puebla, 2006.
39. Salazar UM. Desempeño productivo de cuatro grupos genéticos de tilapia (*Oreochromis spp.*) en la zona centro-norte del estado de Veracruz (tesis de licenciatura). Tlatlauquitepec (Puebla) México: Benemérita Univ Autónoma de Puebla, 2008.
40. Ortiz RFO. Desempeño productivo de la tilapia del Nilo y la población sintética de tilapia: Pargo-UNAM bajo condiciones de cultivo intensivo en una explotación comercial en el estado de Veracruz (tesis de licenciatura). Mexico (DF) México: Univ Nacional Autónoma de México, 2008.

41. Morales DA. Biología, cultivo y comercialización de la tilapia. México (DF): AGT editores, 2003.
42. Google Earth [computer program]. Image NASA: Europa technologies, Terra metrics, Tele atlas; ©2008 [updated 2008 Jan 1; cited 2008 Mayo 3]. Available from: <http://earth.google.com>
43. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [pagina de internet] INEGI en tu comunidad; 2008 [consultado 2008 mayo 11]. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx?s=geo&e=30>
44. Association of official analytical chemists (AOAC). Official methods of analytical chemists. 14 th edition. USA (Arlington VA): AOAC 1990.
45. Jaucey K, Ross B. A guide to tilapia Feeds and Feeding. University of Stirling, Scotland, 1992.
46. Muñoz-Córdova G, Garduño-Lugo M. Memorias del III curso-taller del cultivo de la mojarra tilapia. In: Muñoz-Córdova G, Garduño-Lugo M, edotors. 2005 Sep 19-23 CEIGT-FMVZ-UNAM. Tlapacoyan Veracruz 2005: 29-32.
47. El-Sayed A.-F.M. Tilapia culture. UK: CABI Publising. 2006.
48. Brown L. Acuicultura para veterinarios. Producción y clínica de peces. España (Zaragoza): Acribia, 2000.
49. Garduño LM. Selección genética de *Oreochromis niloticus* para producir poblaciones monosexo de color rojo (tesis de doctorado). Mérida (Yucatán) México: CINVESTAV-IPN, 2003.
50. SAS Institute Inc. SAS/STAT Users Guide Release (computer program) version 6.03, Cary (NC) USA: SAS Institute Inc., 1988.

51. Zar JH. Biostatistical analysis. 2a ed. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliff, 1984.
52. El Gamal AA, Smitherman RO, Behrends LL. Viability of red and normal-colored *Oreochromis aureus* and *O. niloticus* hybrids. In: The 2nd Inter. Symp. on tilapia in aquaculture. Bangkok, Thailand: ICLARM Conference proceedings, 1988: 153-157.
53. Deguara S, Agius C. Growth performance and survival of Tilapia. *Aquaculture Magazine* 1997; 23 (3): 43-54.
54. Visiedo, Y. Sanchez T, Vázquez J, Arteaga J. Comparación del crecimiento de la descendencia dorada y oscura de la "Perca dorada" (*Sarotherodon mossambicus* var. Albina x *Sarotherodon hornorum*) *Rev. Lat. Acui*, 1984; marzo 13-21.
55. Leao V, Silva P, Machado CP, Delacorte P. Comparacao do desempenho produtivo do machos revertidos do tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus* (linhagem tailandesa) e de tilapia vermelha tetrahibrida (lihagem de israel). *Tilapia Aquaculture* 2000;1:83-87.
56. Katasonov V. A study of pigmentation in hybrids between the common and decorative Japanese carp. A study of the dominant pigmentation types. *Genetika* 1973; 9:59-69.
57. Garduño-Lugo M, Granados-Álvarez I, Olvera-Novoa MA, Muñoz-Córdova G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*,

Linneus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia x Stirling red *O. niloticus*) males. *Aquaculture Research* 2003; 34: 1023-1028.

58. Rutten MJM, Bovenhuis H, Komen H. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.) *Aquaculture* 231 (2004) 113-122.

59. Akiyama DM. Future considerations for the aquaculture feed industry. In: *Proceedings of the aquaculture feed processing and nutrition workshop*. American Soybean Association. Singapore, Republic of Singapore. 1991: 5-9.