



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**Rasgos productivos de una población sintética de tilapia roja Pargo-UNAM
segregada en tres grupos que presentan diferencia en la velocidad de
crecimiento al término de la inversión sexual.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ANDRÉS GALINDO VARGAS

Asesores:

Dr. Mario Garduño Lugo

Biol. Germán Muñoz Córdova



México D.F

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
ÍNDICE DE CUADROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. Estado actual y futuro del cultivo de tilapia	6
2.2. Cultivo de tilapia en México	8
2.3. Tilapias rojas	11
2.3.1. Pargo-UNAM	12
3. HIPÓTESIS	14
4. OBJETIVOS	15
4.1. Objetivo general	15
4.2. Objetivos específicos	15
5. MATERIAL Y MÉTODOS	16
5.1. Localización geográfica	16
5.2. Reproducción y obtención de crías	16
5.3. Organismos experimentales	18
5.4. Grupos	19
5.6. Inversión sexual	20
5.7. Fuente de agua para el cultivo	20
5.8. Variables fisicoquímicas del agua en el cultivo	22
6. ETAPA DE CRIANZA	23
6.1. Crecimiento	23
6.2. Alimentación	24

6.3. Variables fisicoquímicas del agua en la etapa de crianza	25
7. ETAPA DE ENGORDA	26
7.1. Crecimiento	26
7.2. Alimentación	27
7.3. Variables fisicoquímicas del agua para la etapa de engorda	27
8. RENDIMIENTO DE FILETE	28
9. DETERMINACIÓN DE LOS RASGOS PRODUCTIVOS	30
9.1. Supervivencia	30
9.2. Porcentaje de peso ganado	30
9.3. Ganancia diaria de peso	31
9.4. Tasa específica de crecimiento	31
9.5. Índice de conversión alimenticia	32
9.6. Rendimiento en filete	32
10. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
11. RESULTADOS	34
11.1. Rasgos productivos en la etapa de crianza	34
11.2. Rasgos productivos en la etapa de engorda	34
11.3. Rendimiento de filete y composición corporal	36
11.4. Crecimiento de los tres grupos de Pargo-UNAM	37
12. DISCUSIÓN	40
12.1. Supervivencia	40
12.2. Peso final	41
12.3. Rendimiento de filete	43
12.4. Índice de conversión alimenticia	43
13. CONCLUSIONES	50
14. Referencias bibliográficas	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
Cuadro 1. Participación de los principales grupos de organismos acuícolas en la producción nacional en el año 2008	8
Cuadro 2. Frecuencia y método o instrumento con que se midieron las variables fisicoquímicas del agua durante las etapas de cultivo de Pargo-UNAM	22
Cuadro 3. Peso y talla promedio de tres grupos de Pargo-UNAM al iniciar la etapa de crianza	23
Cuadro 4. Variables fisicoquímicas del agua en la etapa de crianza de tres grupos de Pargo-UNAM	25
Cuadro 5. Peso y talla promedio de tres grupos de Pargo-UNAM al iniciar la etapa de engorda	26
Cuadro 6. Variables fisicoquímicas del agua en la etapa de engorda de tres grupos de Pargo-UNAM	27
Cuadro 7. Rasgos productivos de tres grupos de Pargo-UNAM en la etapa de crianza	35
Cuadro 8. Rasgos productivos de tres grupos de Pargo-UNAM en la etapa de engorda	36
Cuadro 9. Proporción de los distintos componentes corporales de tres grupos Pargo-UNAM	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
Figura 1. Estanques empleados para la reproducción de Pargo-UNAM	17
Figura 2. Cuantificación del huevo de Pargo-UNAM colectado	17
Figura 3. Incubadora para huevo de tilapia tipo McDonald	17
Figura 4. Tamiz metálico de siete milímetros de luz de malla, empleado para separar las poblaciones experimentales de Pargo-UNAM	18
Figura 5. Diferencia de tallas en organismos grandes y chicos pertenecientes a una población de la tilapia sintética Pargo-UNAM, 21 días posteriores a su eclosión	19
Figura 6. Sistema de recirculación de agua del Área de Crianza de tilapia del CEIEGT-FMVZ-UNAM	21
Figura 7. Tinajas de polietileno en sistema de recirculación y aireación de agua del Área de Crianza de tilapia del CEIEGT-FMVZ-UNAM	21
Figura 8. Registro del peso y talla individual al término de la etapa de crianza	24
Figura 9. Inmersión de ejemplares de Pargo-UNAM en agua a 3 °C, como método de analgesia	29
Figura 10. Procedimiento para la obtención del filete de una tilapia Pargo-UNAM	29
Figura 11. Ritmo de crecimiento de tres grupos Pargo-UNAM durante la etapa de crianza	38
Figura 12. Ritmo de crecimiento de tres grupos Pargo-UNAM durante la etapa de engorda	38
Figura 13. Ritmo de crecimiento de tres grupos Pargo-UNAM durante un cultivo de 154 días	39
Figura 14. Diferencia de talla al término del cultivo de 154 días de tres grupos Pargo-UNAM	39

RESUMEN

GALINDO VARGAS ANDRÉS. Rasgos productivos de una población sintética de tilapia roja Pargo-UNAM segregada en tres grupos que presentan diferencia en la velocidad de crecimiento al término de la inversión sexual. (Bajo la dirección del Dr. Mario Garduño Lugo y del Biol. Germán Muñoz Córdova).

Con la finalidad de comparar los rasgos productivos: supervivencia, peso final, índice de conversión alimenticia y rendimiento de filete de tres grupos de tilapia roja Pargo-UNAM que mostraron diferencia en la velocidad de crecimiento al término de la inversión sexual, se llevó a cabo un cultivo experimental empleando un diseño de bloques completos al azar para tres tratamientos con cuatro repeticiones. Los grupos Pargo-UNAM se formaron al hacer pasar la población de crías por un tamiz de malla metálica de siete mm de luz, obteniendo: 1) peces grandes retenidos en el tamiz y 2) peces chicos que pasan a través del tamiz; el grupo 3) peces control se obtuvo capturando crías aleatoriamente de la población entera.

La duración del cultivo fue de 154 días divididos en dos etapas, en la etapa de crianza de 60 días se utilizaron 440 crías por tratamiento conformado de cuatro repeticiones de 110 crías colocadas en una tina de plástico de 750 l de capacidad en un sistema de recirculación de agua proveniente de un estanque rústico y aireación del agua. Para la etapa de engorda se redujo a 24 el número de peces por repetición. El peso inicial en la etapa de crianza fue de 1.60 ± 0.28 g para PU grande, 0.82 ± 0.16 g para PU chico y 1.29 ± 0.38 g para PU control, finalizando la etapa con pesos de 99.6 g, 72.0 g y 90.0 g en el mismo orden. Los pesos finales para la etapa de engorda fueron 453.1 g para PU grande, 222.1 g para PU chico y 350.4 g para PU control. Al término de las etapas de crianza y engorda se encontraron diferencias significativas en los pesos finales ($P < 0.05$); siendo el PU grande quien presentó el mayor peso final, seguido por PU control y este a su vez por PU chico. La supervivencia en la etapa de crianza fue de 97.04% para PU grande, 95.22% para PU chico y 97.04% para PU control; para la etapa de engorda fue de 100%, 100% y 95.8%, en el mismo orden; al término de las etapas de crianza y engorda no se encontraron diferencias en la supervivencia ($P > 0.05$). El índice de conversión alimenticia fue de 0.9 para PU grande, 0.8 para PU chico y 0.8 para PU control en la etapa de crianza y en la etapa de engorda fue de 0.8, 0.9 y 0.9 en el mismo orden, siendo el índice de conversión alimenticia similar para los tres grupos durante el cultivo.

1. INTRODUCCIÓN

El volumen de producción de tilapia en México en el año 2008 fue de 71,018 toneladas (t).¹ En ese mismo periodo, México importó 36,500 t y fue el segundo país importador de tilapia proveniente de China, después de Estados Unidos país que importó 118,600 t.² La mayor proporción de tilapia que se produce en México se obtiene en pesquerías 67,229 t, mientras que en sistemas de cultivo controlados se obtienen 3,789 t.¹

La baja proporción de tilapia producida en sistemas controlados y la elevada cantidad de tilapia que se importa a China contribuyen a que la industria nacional de tilapia se vuelva poco competitiva.³

La tilapia por el volumen y valor de su producción constituye uno de los principales productos acuícolas, su cultivo se ha extendido a todas las regiones tropicales y sub-tropicales en México y el desarrollo de organismos genéticamente mejorados y su uso en los sistemas de producción han incrementado el cultivo comercial de tilapia dentro del territorio nacional.⁴

El Pargo-UNAM es una línea genética de tilapia roja obtenida mediante selección y sistemas de cruzamiento entre especies del género *Oreochromis*, su composición genética es: tilapia roja de Florida (50%), tilapia del Nilo rosa (25%) y tilapia blanca Rocky Mountain (25%),⁵ resultando una población compuesta o sintética que hace uso del vigor híbrido sin tener que volver a realizar los cruzamientos previos entre los grupos genéticos que le dieron origen, mantiene caracteres complementarios deseables de las líneas genéticas que lo componen y tiene amplia variabilidad genética.⁶ La principal ventaja de las poblaciones sintéticas es que sólo hay que mantener una única población, en vez de las tres poblaciones parentales necesarias en un programa de cruzamientos sistemáticos.⁷

La similitud en el desempeño productivo que el Pargo-UNAM ha mostrado con respecto a la tilapia del Nilo gris y la superioridad en rasgos productivos en comparación con las tilapias rojas: tilapia rosa del Nilo y tilapia mosambica, hacen que el Pargo-UNAM se proyecte como una alternativa en el cultivo comercial de tilapia.⁸ En un cultivo previo de comparación del desempeño productivo entre las tilapias rojas Pargo UNAM y Red Jumbo y la tilapia del Nilo gris o de tipo silvestre, el PU mostro rasgos productivos de crecimiento similares a la tilapia del Nilo gris y superiores a los del híbrido Red Jumbo.⁹

Los rasgos productivos de interés en el cultivo de tilapia son en términos amplios: el peso a la comercialización del producto, la tasa de crecimiento y la cantidad de alimento consumido para alcanzar el peso comercial.¹⁰ La supervivencia, aunque es difícil de tratar desde el punto de vista genético puesto que en realidad es un conjunto de caracteres cada uno de ellos atribuible en principio a distintas causas, es un rasgo que en un cultivo experimental donde las condiciones son controladas puede ser medido objetivamente. El rendimiento de filete es otro rasgo que puede medirse objetivamente y es un componente de valor económico de la canal.¹¹

El incremento en el índice de crecimiento lleva consigo acelerar el ritmo de producción y la obtención de individuos de mayor tamaño, cuyo precio por unidad de peso puede ser más elevado. La tasa de crecimiento es un rasgo productivo importante debido a que un pequeño incremento en el peso corporal puede resultar en kilogramos de producción adicional.¹⁰ El crecimiento es considerado como el proceso de incremento gradual o desarrollo progresivo con el tiempo en tamaño o en peso del organismo.¹²

En líneas generales la mejora de cualquier atributo de interés económico presenta dos componentes de especial importancia, el tiempo necesario para alcanzar un peso comercial prefijado y el gasto incurrido en la operación, que en su mayor parte, corresponde a la cantidad de alimento ingerido.¹¹

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estado actual y futuro del cultivo de tilapia

Las tilapias de tipo silvestre son peces nativos de África y Palestina. El término común de tilapia se refiere a organismos de especies puras así como sus híbridos, las tilapias que se adaptan mejor a los diferentes sistemas de producción acuícolas pertenecen principalmente al género *Oreochromis*, son peces de aguas cálidas con un rango óptimo de temperatura de 25 a 30 °C para su crecimiento.¹³

El interés de estos peces en acuicultura es debido a que alcanzan un peso de mercado de 350 a 600 g en un tiempo de seis a ocho meses. Consume alimentos naturales como plancton y acepta también alimentos artificiales inmediatamente después de la absorción de su vitelo. También es un pez de cualidades deseables como producto alimenticio para las sociedades humanas en donde su aceptación se incrementa continuamente.¹⁴

La tilapia más cultivada en el mundo es la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) de color gris o tipo silvestre, debido a su rápido crecimiento y rusticidad,¹⁴ sin embargo un avance significativo en el cultivo de tilapia fue el desarrollo de líneas genéticas de color rojo ya que son preferidas por algunos consumidores, por lo atractivo de su presentación.¹³

La producción global de tilapia ha ido gradualmente en aumento a partir de 1970 debido a su introducción a distintas regiones del mundo en donde se ha desarrollado un interés por su cultivo.¹⁴ En el año 2008 la producción mundial producto de la acuicultura de tilapia fue de 2'797,819 t; la principal especie cultivada fue *Oreochromis niloticus* gris con 2'334,432 t, otros grupos genéticos de tilapia participaron con 463,387 t. Dentro de pesquerías se obtuvo 755,362 t.¹⁵

China es el primer país productor de tilapia con 897,276 t en el año 2006, por otro lado EUA es el segundo mayor mercado de tilapia después de China y el principal país importador de filete congelado y pescado entero congelado. Existe un sobreprecio por el filete fresco que alcanza el doble de valor comparado con su similar congelado. Países latinoamericanos dominan el mercado de tilapia fresca a EUA al tomar ventaja de la proximidad reduciendo precios de embarque, existe una competencia entre países como Ecuador, Costa Rica y Honduras para cubrir esta demanda.³

La acuicultura se está desarrollando, expandiendo e intensificando en casi todas las regiones del mundo, la demanda global de la población por productos alimenticios de origen acuático está incrementando y a su vez la producción pesquera está disminuyendo y la mayoría de las principales zonas de captura ha llegado a su máximo potencial.¹⁵

2.2. Cultivo de tilapia en México

El cultivo de tilapia en México se inició en 1964, con la importación de los primeros organismos procedentes de la Universidad de Auburn, Alabama, EUA, por la Estación Piscícola Tropical de Temascal, Oaxaca. Las especies introducidas en esa época se identificaron como: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis aureus*, posteriormente en 1978 procedente de Panamá se introdujo la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Poblaciones de estas tilapias fueron distribuidas a gran cantidad de cuerpos de agua (presas, embalses, bordos, lagos, etc.) también conocidas como pesquerías en regiones cálidas, tropicales y subtropicales del país, logrando así la tilapia ser una de las principales especies dentro de la producción pesquera nacional.¹⁶ (**Cuadro 1**).

Cuadro 1

Participación de los principales grupos de organismos acuícolas en la producción nacional en el año 2008.

Lugar Nacional	Especie	Volumen	Participación
		Toneladas (t)	%
1	Sardina uso industrial	604,457	34.63
2	Sardina	211,063	12.09
3	Camarón	196,289	11.25
4	Atún	91,075	5.22
5	Calamar	84,480	4.84
6	Tilapia/Mojarra	71,018	4.00
7	Otras sin registro oficial	59,595	3.41
	TOTAL	1, 754,424	100.00

SAGARPA-CONPESCA (2008)

La introducción de la tilapia en México se debió a que fue considerada como una fuente accesible de proteínas para la dieta de sociedades rurales y generación de desarrollo local, se inicio con una política de acuicultura de población con actividad pesquera en presas como: Infiernillo, Miguel Alemán, Netzahualcóyotl, El Marqués, Falcón Internacional, La Villita y Vicente Guerrero, en lagos como Chápala y Pátzcuaro, además de innumerables cuerpos de agua menores. Actualmente la mayoría de la producción de tilapia, también conocida como “mojarra” sigue siendo en base a la actividad de captura. El hecho de que la promoción de tilapia estuviera ligada a establecerla en cuerpos de agua sin manejo zootécnico alguno, dio como resultado que el consumidor en México asociara la carne a un sabor a “tierra” que limitó el mercado de tilapia, sin embargo la tilapia cultivada debido a sus características de sabor y calidad le merecen una apreciada imagen internacional.¹⁷

Uno de los problemas técnicos que limitan el desarrollo de los cultivos de tilapia en México, es la insuficiente disponibilidad de crías de líneas genéticas seleccionadas que aseguren la calidad de los organismos y su desempeño productivo en los sistemas de cultivo, lo que ha traído como consecuencia la importación de numerosas especies, variedades e híbridos, no obstante ha sido poco planificado y genera confusión entre los productores, ya que no existe información suficiente acerca de la productividad de estas líneas genéticas bajo las distintas condiciones climáticas, geográficas y de cultivo que prevalecen en la republica mexicana.¹⁷

En México producir una tilapia de 300 a 350 g se lleva a cabo en un lapso de 6 meses, organismos de 400 a 500 g son obtenidos de seis a nueve meses de cultivo, aquellos productores que rebasen estos tiempos, incurren en mayores costos de producción relacionados al alimento y mano de obra por manejo; sin embargo, existen otros elementos como la calidad de las crías que puede ocasionar problemas para alcanzar las tallas y pesos en los tiempos adecuados.¹⁷

La incapacidad de los productores nacionales de producir la cantidad de tilapia que demanda el mercado (volumen, calidad, precio, tiempo y presentación) hacen que la importación de este pescado se incremente considerablemente, de tal manera que está desplazando a la producción nacional.³

2.3. Tilapias rojas

Un avance significativo en el cultivo de tilapia fue el desarrollo de líneas de color rojo, en un inicio se obtuvieron a partir de variedades mutantes de peces *Oreochromis mossambicus* de coloración roja, diferente al resto de su especie.¹³ Las primeras tilapias rojas introducidas al país en 1981 fue la tilapia roja *O. mossambicus*, distribuyéndose en los centros acuícolas de Zacatepec y el Rodeo en el estado de Morelos, provenientes de la empresa Natural Systems, ubicada en Palmeto, Florida, EUA. En 1986 se introdujo la línea roja de *Oreochromis niloticus* procedente de la Universidad de Stirling, Escocia, al Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida, de donde posteriormente fue distribuida a varios centros acuícolas del país.¹⁶

En un principio las tilapias de cuerpo rojo mostraron condiciones negativas en relación con su ritmo de crecimiento y supervivencia pudiéndose observar estos efectos en poblaciones de peces del género *Oreochromis*, las tilapias rojas en comparación con las tilapias de tipo silvestre muestran rasgos productivos inferiores relacionados con un efecto pleiotrópico negativo asociado a la coloración roja.¹³

Las tilapias de cuerpo rojo actuales utilizadas en cultivos comerciales son producto de la implementación de técnicas de selección y cruzamientos para obtener híbridos y poblaciones compuestas mejoradas genéticamente en rasgos productivos de interés económico.¹³

Las tilapias rojas y sus híbridos son preferidas por un sector de los consumidores debido al atractivo de su presentación con tonalidades de color rojo en la piel y la calidad de su carne,¹⁸ las tilapias rojas han ganado popularidad debido a su semejanza con algunas especies marinas y los consumidores están dispuestos a pagar mejores precios por peces más atractivos.¹⁹

2.3.1 Pargo-UNAM

En 1998 en las instalaciones del Módulo de Producción Acuícola del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, se iniciaron una serie de trabajos experimentales basados en esquemas de cruzamiento con tres grupos básicos de tilapia: *O. niloticus* rosa, tilapia roja de Florida (*O. urolepis hornorum* x *O. mossambicus*) y tilapia Rocky Mountain (*O. aureus* x *O. niloticus*), culminando en el año 2003 con la primera generación de una nueva población sintética de tilapia roja denominada "Pargo-UNAM".⁵

En cultivos previos el Pargo-UNAM a mostrado patrones intrínsecos de crecimiento donde se ha podido apreciar una amplia variación de tamaños y pesos durante su cultivo hasta la etapa de engorda y se observan dos modas en cuanto a su velocidad de crecimiento: alta y baja, las cuales probablemente están relacionadas con el desempeño y eficiencia productiva de esta población de tilapia sintética.

El presente estudio evalúa en las etapas de crianza y engorda los parámetros productivos de una población de tilapia Pargo-UNAM seleccionada en base a su talla formando tres grupos: 1) peces grandes, 2) peces chicos y 3) peces control, la selección y división de grupos se llevó a cabo 30 días después de su eclosión periodo en la cual se realizó el tratamiento de inversión sexual.

3. HIPÓTESIS

El grupo genético de tilapia sintética roja denominado Pargo-UNAM muestra al término de la inversión sexual de 30 días peces de dos tamaños diferentes: unos grandes y otros chicos, por lo que se plantea que los primeros presentarán ventaja sobre los segundos en los rasgos productivos: supervivencia, peso final, conversión alimenticia y rendimiento de filete al término de un cultivo de 154 días.

4.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la supervivencia, crecimiento, rendimiento de filete y eficiencia alimenticia, entre tres grupos de peces de la tilapia sintética roja Pargo-UNAM: 1) grandes, 2) chicos y 3) control; al término de un cultivo de 154 días, dividido en dos etapas: crianza 60 días y engorda 94 días.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar al término de las etapas de crianza 60 días y engorda 94 días, la supervivencia de tres grupos de peces de la tilapia sintética roja Pargo-UNAM: 1) grandes, 2) chicos y 3) control.
2. Comparar al término de las etapas de crianza 60 días y engorda 94 días, el crecimiento de tres grupos de peces de la tilapia sintética roja Pargo-UNAM: 1) grandes, 2) chicos y 3) control.
3. Comparar al término de las etapas de crianza 60 días y engorda 94 días, el peso final de tres grupos de peces de la tilapia sintética roja Pargo-UNAM: 1) grandes, 2) chicos y 3) control.
4. Comparar al término de la etapa de engorda 94 días, el rendimiento de filete de tres grupos de peces de la tilapia sintética roja Pargo-UNAM: 1) grandes, 2) chicos y 3) control.
5. Comparar al término de las etapas de crianza 60 días y engorda 94 días, el índice de conversión alimenticia de tres grupos de peces de la tilapia sintética roja Pargo-UNAM: 1) grandes, 2) chicos y 3) control.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Localización geográfica

El presente estudio se realizó en el 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), ubicado en las coordenadas 20°1'57.68'' latitud norte y 97°6'20.86'' longitud oeste a una altura de 151 metros sobre el nivel del mar (msnm), dentro del municipio de Tlapacoyan en sus límites con el municipio de Martínez de la Torre, en el estado de Veracruz. El clima de esa zona es cálido húmedo con una temperatura promedio de 24°C y precipitación pluvial media anual de 1,840mm.²⁰

5.2. Reproducción y obtención de crías

La obtención de las crías de tilapia roja Pargo-UNAM se realizó mediante la reproducción de 240 hembras y 120 machos que fueron colocados en estanques destinados para su reproducción (**Figura 1**) y posterior a 15 días se cosechó manualmente el huevo de las hembras que estuvieran incubándolo, se cuantifico (**Figura 2**) y se colocó en incubadoras de jarra tipo McDonald (**Figura 3**) conectadas a un sistema de recirculación de agua, donde las crías pasaron el periodo de alevinaje.



Figura 1. Estanques empleados para la reproducción de Pargo-UNAM.

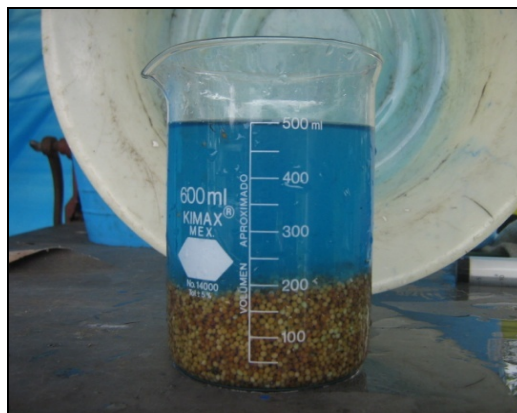


Figura 2. Cuantificación del huevo de Pargo-UNAM colectado.

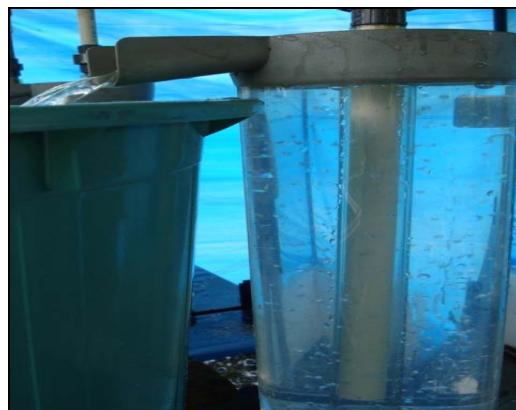


Figura 3. Incubadora para huevo de tilapia tipo McDonald.

5.3. Organismos experimentales

Organismos de tilapia de color rojo Pargo-UNAM: Las crías utilizadas en este experimento fueron obtenidas de la reproducción del lote de peces pertenecientes al Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola del CEIEGT-FMVZ-UNAM.

De una población de crías 30 días posterior a su eclosión, se seleccionó conforme a su talla a los peces obteniendo tres grupos 1) 440 peces grandes, 2) 440 peces chicos y 3) 440 peces control.

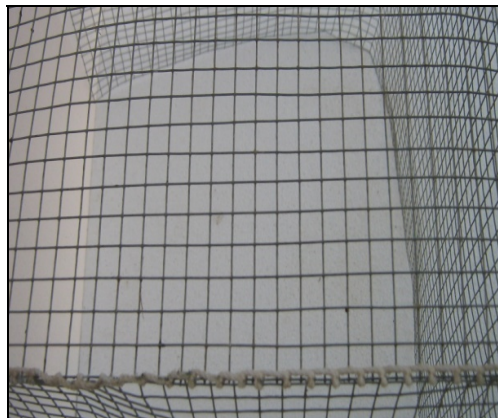


Figura 4. Tamiz metálico de siete milímetros de luz de malla, empleado para separar las poblaciones experimentales de Pargo-UNAM.

5.4. Grupos

1. Grupo peces grandes: 440 crías que son retenidas en un tamiz de 7 mm luz de malla. Estas crías iniciaron con un peso promedio de 1.60 ± 0.28 g.
2. Grupo peces chicos: 440 crías que pasan a través de un tamiz de 7 mm luz de malla. Estas crías iniciaron con un peso promedio de 0.82 ± 0.16 g.
3. Grupo aleatorio: 440 crías que se capturan aleatoriamente de la población entera de Pargo-UNAM. Estas crías iniciaron con un peso promedio de 1.29 ± 0.38 g.

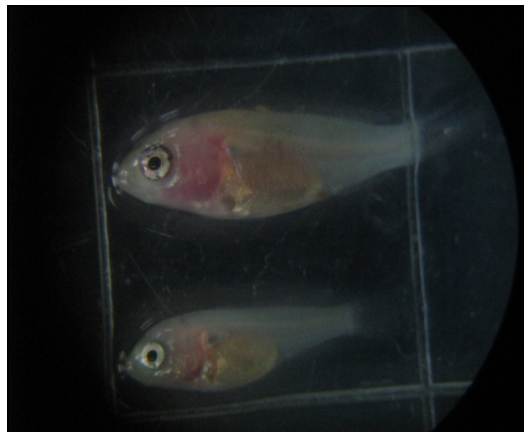


Figura 5. Diferencia de tallas en organismos grandes y chicos pertenecientes a una población de la tilapia sintética Pargo-UNAM, 21 días posteriores a su eclosión.

5.6. Inversión sexual

Los peces empleados en el estudio fueron una población de machos Pargo-UNAM producto de un tratamiento de inversión sexual administrando la hormona 17α -metil-testosterona en el alimento a una concentración de 60 mg por cada kg de alimento comercial (Silver-Cup Alimentos El Pedregal) pulverizado de 45% de proteína. La frecuencia con que se alimento a las crías fue de 10 raciones al día durante 30 días.

5.7. Fuente de agua para el cultivo

El agua utilizada en las etapas de crianza y engorda se obtuvo de un estanque rústico el cual se encuentra bajo un sistema de recirculación (**Figura 6**). Las tinas empleadas tienen una capacidad de 750 l y forman parte de un conjunto de 24 unidades en un sistema de recirculación y aireación continua de agua abastecida por un estanque rústico con un flujo de agua de cuatro litros por minuto por tina, cada 54 minutos se realizaba un recambio del 100% de agua (**Figura 7**).



Figura 6. Sistema de recirculación de agua del Área de Crianza de tilapia del CEIEGT-FMVZ-UNAM.



Figura 7. Tinas de polietileno en sistema de recirculación y aireación de agua del Área de Crianza de tilapia del CEIEGT-FMVZ-UNAM.

5.8. Variables fisicoquímicas del agua en el cultivo

A lo largo de las etapas de cultivo se registraron las siguientes variables fisicoquímicas del agua: temperatura, oxígeno disuelto, amonio y pH. La frecuencia y método o instrumento con que se midieron las variables fisicoquímicas del agua durante las etapas experimentales, se observan en el (Cuadro 2).

Cuadro 2

Frecuencia y método o instrumento con que se midieron las variables fisicoquímicas del agua durante las etapas de cultivo de Pargo-UNAM.

Variable	Frecuencia	Horario	Método o instrumento
Temperatura (°C)	Diario. Dos veces al día	7:00 am 4:00 pm	Oxímetro digital portátil (YSI 55 ^a)
Oxígeno disuelto (mg/l)	Diario. Dos veces al día	7:00 am 4:00 pm	Oxímetro digital portátil (YSI 55 ^a)
Oxígeno disuelto (% de saturación)	Diario. Dos veces al día	7:00 am 4:00 pm	Oxímetro digital portátil (YSI 55 ^a)
Amonio NH ₄ (mg/l)	Una vez por semana	7:00 am	Reactivos colorimétricos (Hagen)
pH	Una vez por semana	7:00 am	Test de pH (Hagen)

6. ETAPA DE CRIANZA

6.1. Crecimiento

Al término del tratamiento de inversión sexual se formaron los tres grupos Pargo-UNAM: 1) peces grandes, 2) peces chicos y 3) peces control; cada grupo de Pargo-UNAM quedó integrado por 440 organismos, en la etapa de crianza los grupos Pargo-UNAM fueron lotificados y colocados de manera aleatoria en 12 tinas, cuatro tinas por grupo, es decir tres tratamientos (peces grandes, chicos y control) con cuatro repeticiones para cada tratamiento. Al momento de lotificar y colocar a los peces en cada una de las tinas se registró el peso promedio de los organismos (110 peces por tina), de igual manera se registró la longitud inicial, estos valores se muestran en el **Cuadro 3**.

Cuadro 3

Peso y talla promedio de tres grupos de Pargo-UNAM al iniciar la etapa de crianza.

Grupo Pargo-UNAM	Peso (g) ± DS	Talla (cm) ± DS
1 Grande	1.60 ± 0.28	4.55 ± 0.38
2 Chico	0.82 ± 0.16	3.47 ± 0.38
3 Control	1.29 ± 0.38	4.05 ± 0.54

g: gramos, cm: centímetros

La etapa de crianza tuvo una duración de 60 días, durante esta se realizó un pesaje quincenal con el fin de caracterizar el ritmo de crecimiento de los tres grupos Pargo-UNAM, al término de la etapa, se registró el peso promedio de los peces de cada una de las tinas así como también el peso y talla individual de 150 organismos de cada grupo con el fin de conocer la variabilidad en su crecimiento.

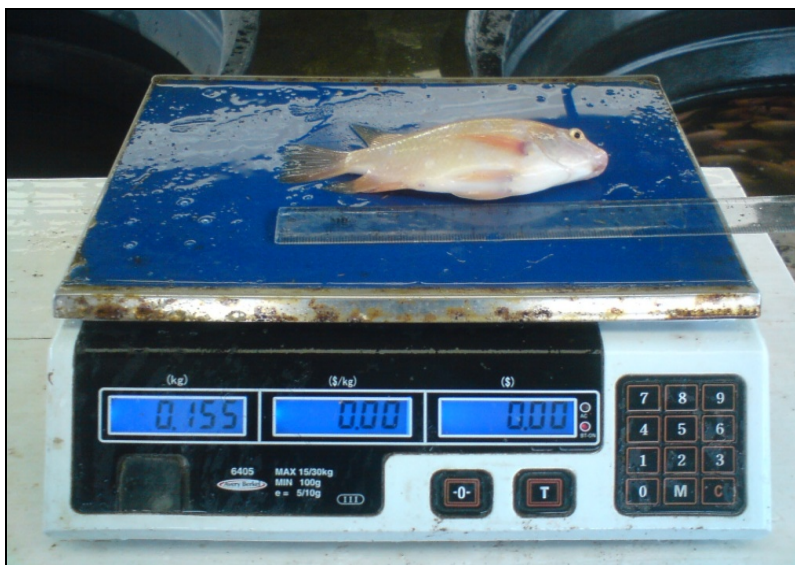


Figura 8. Registro del peso y talla individual de Pargo-UNAM al término de la etapa de crianza.

6.2. Alimentación

En la etapa de crianza los grupos Pargo-UNAM fueron alimentados cinco veces al día a saciedad aparente proporcionando un alimento comercial (Silver Cup, Alimentos El Pedregal) con un contenido de proteína cruda de 45%, en partículas de 1.5 mm.

6.3. Variables fisicoquímicas del agua para la etapa de crianza

La temperatura del agua se mantuvo en niveles óptimos para el cultivo de tilapia junto con las demás variables fisicoquímicas del agua lo que permitió un crecimiento adecuado en los peces, teniendo como resultado el término de la etapa de crianza en 60 días. Las variables fisicoquímicas del agua en la etapa de crianza se muestran en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4

Variables fisicoquímicas del agua en la etapa de crianza de tres grupos de Pargo-UNAM.

Variable	Promedio ± DS	Valor máximo	Valor mínimo
Temperatura (°C)	29.8 ± 1.7	33.6	26.1
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.50 ± 1.2	5.30	2.70
Amonio NH ₄ (mg/l)	0.10 ± 0.09	0.30	0.00
Amoniaco *NH ₃ (mg/l)	0.10 ± 0.08	0.20	0.00
pH	7.10 ± 0.60	8.00	6.00

*NH₃ = (NH₄ / 1.22)

7. ETAPA DE ENGORDA

7.1. Crecimiento

En la etapa de engorda se redujo el número de organismos a 24 peces los cuales permanecieron en la misma tina y en la misma ubicación que en la etapa de crianza. Al inicio de la etapa se registró el peso promedio de los peces y se midió individualmente la talla de cinco peces por tina los valores se muestran en el **Cuadro 5**.

Cuadro 5

Peso y talla promedio de tres grupos de Pargo-UNAM al iniciar la etapa de engorda.

Grupo Pargo-UNAM	Peso (g) ± DS	Talla (cm) ± DS
1 Grande	110.5 ± 20.21	16.5 ± 2.46
2 Chico	58.4 ± 16.49	13.0 ± 1.60
3 Control	86.1 ± 19.55	15.0 ± 1.35

g: gramos, cm: centímetros

La duración de esta etapa fue de 94 días. Quincenalmente se registraron pesos promedio con el fin de registrar el ritmo de crecimiento de los tres grupos de Pargo-UNAM. El cultivo experimental concluyó cuando el grupo control alcanzó un peso promedio de 400 g. Al término de la etapa de Engorda se registró el peso individual de todos los organismos.

7.2. Alimentación

La alimentación ofrecida a los peces durante esta etapa fue a saciedad aparente, con una frecuencia de tres veces al día con un alimento comercial (Silver Cup, Alimentos El Pedregal) con 32% de proteína cruda.

7.3. Variables fisicoquímicas del agua para la etapa de engorda

La temperatura del agua se mantuvo en niveles óptimos para el cultivo de tilapia junto con las demás variables fisicoquímicas del agua lo que permitió un crecimiento adecuado en los peces, teniendo como resultado el término de la etapa de engorda en 94 días. Las variables fisicoquímicas del agua en la etapa de engorda se muestran en el **Cuadro 6**.

Cuadro 6

Variables fisicoquímicas del agua en la etapa de engorda de tres grupos de Pargo-UNAM.

Variable	Promedio ± DS	Valor máximo	Valor mínimo
Temperatura (°C)	27.6 ± 1.30	30.2	25.0
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.26 ± 1.00	7.80	2.40
Amonio NH ₄ (mg/l)	0.13 ± 0.20	1.00	0.03
Amoniaco *NH ₃ (mg/l)	0.11 ± 0.20	0.82	0.02
pH	7.01 ± 0.30	8.20	6.50

*NH₃ = (NH₄ / 1.22)

8. Rendimiento de filete

Al término del cultivo se seleccionaron al azar cinco organismos por tina, 20 por tratamiento con el objeto de evaluar el rendimiento de filete, bajo los criterios establecidos para la eutanasia de peces destinados al consumo humano, se sacrificaron a los peces previamente insensibilizados por un descenso brusco de temperatura a 3 °C (**Figura 9**) y mediante un corte entre la cabeza y tronco hasta seccionar la columna vertebral.

Los filetes de los pescados se removieron en la forma acostumbrada para este tipo de pez y de acuerdo con la técnica²¹ descrita a continuación (**Figura 10**):

1. Se realizó un primer corte de la parte posterior de la aleta pectoral hacia la parte central de la base de la cabeza.
2. El segundo corte se hizo sobre toda la parte dorsal del pez, lo más próximo a las espinas dorsales y columna vertebral.
3. El corte se continuó hasta la región ventral para remover el filete con la piel, que posteriormente se separa del filete.
4. Se llevó a cabo el mismo procedimiento para retirar el filete del otro lado.

Se registró también el peso de la cabeza y tronco, vísceras, branquias y piel.



Figura 9. Inmersión de ejemplares de Pargo-UNAM en agua a 3 °C, como método de analgesia.

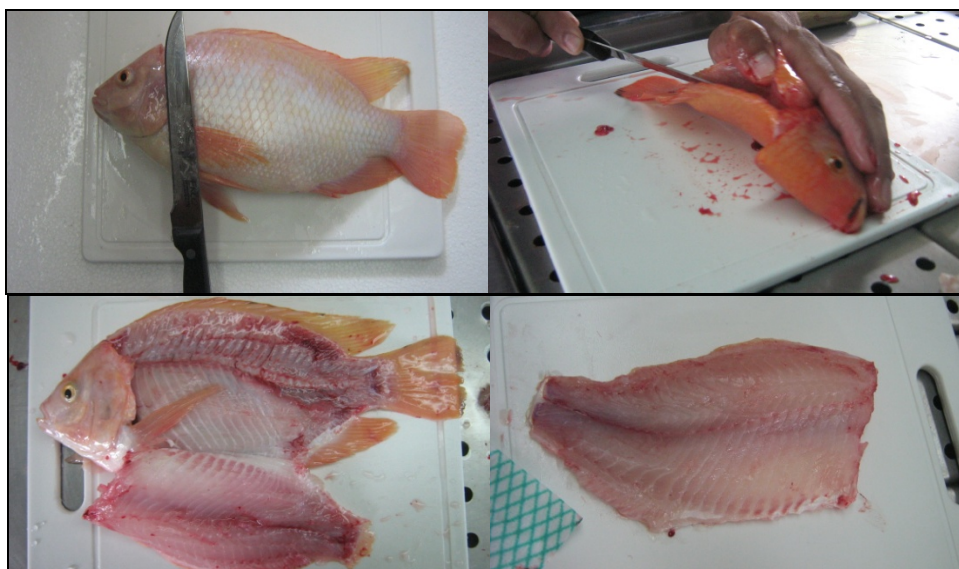


Figura 10. Procedimiento para la obtención del filete de tilapia Pargo-UNAM.

9. Determinación de los rasgos productivos

Los rasgos productivos evaluados al término de las etapas de crianza y engorda fueron: supervivencia, peso final, e índice de conversión alimenticia. Al término de la etapa de engorda se evaluó el rendimiento de filete.

9.1. Supervivencia

Estima el porcentaje de peces que vivieron al final del cultivo.

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

En donde:

NF= Número de peces al finalizar el experimento.

NI = Número inicial de peces.

100 = Constante para expresar el resultado en porcentaje.

9.2. Porcentaje de peso ganado

Porcentaje del incremento del peso corporal a lo largo del cultivo.

$$PPG = 100 ((PF - PI) / PI)$$

En donde:

PF = Peso final.

PI = Peso inicial.

100= Constante para expresar el resultado en porcentaje.

9.3. 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:

PF = Peso final.

PI = Peso inicial.

T = Tiempo (días).

9.4. Tasa específica de crecimiento

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

$$TEC = 100(\ln PF - \ln PI) / T$$

En donde:

Ln PF = Logaritmo natural de peso final.

Ln PI = Logaritmo natural de peso inicial.

T = Tiempo (días).

100 = Constante para expresar el resultado en porcentaje.

9.5. Índice de conversión alimenticia

Es el alimento utilizado para producir una unidad de peso en los grupos Pargo-UNAM.

$$ICA = AC / PG$$

En donde:

AC = Alimento consumido.

PG = Peso ganado.

9.6. Rendimiento en filete

Es el porcentaje del peso del pescado correspondiente a su filete.

$$RF = 100 (PTF / PTP)$$

En donde:

PTF = Peso total del filete.

PTP = Peso total del pescado.

100 = Constante para expresar el resultado en porcentaje

10. Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos que corresponden a cada grupo de Pargo-UNAM con cuatro repeticiones.

Los rasgos productivos se analizaron bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Valor fenotípico (peso final, supervivencia, índice de conversión alimenticia, ganancia diaria de peso, tasa específica de crecimiento y porcentaje de peso ganado) observado del grupo (j) en la unidad experimental (i).

μ = Media poblacional, un efecto común a todas las observaciones.

t_i = Efecto del grupo i.

E_{ij} = Efecto aleatorio del error de la unidad experimental (i) y del grupo (j) con distribución $N(0, \sigma^2)$.

La comparación múltiple de medias se realizó mediante la Prueba de Tukey²² con el programa estadístico para computo SAS.²³ A los valores porcentuales se normalizaron mediante la transformación arcoseno de acuerdo con Zar.²⁴

11. RESULTADOS

11.1. Rasgos productivos en la etapa de crianza

Los valores de los rasgos productivos evaluados para los tres grupos de tilapia Pargo-UNAM se muestran en el **Cuadro 7**. La supervivencia fue similar ($P > 0.05$) para los tres grupos. El mayor peso inicial (PI) ($P < 0.05$) lo presentó el grupo de PU grande, seguido del grupo PU control y este a su vez del grupo PU chico. El peso final (PF), ganancias diarias de peso (GDP) y el porcentaje de peso ganado (PGP), siguieron el mismo patrón que el PI. El índice de conversión alimenticia (ICA) fue similar para los tres grupos.

11.2. Rasgos productivos en la etapa de engorda

Los valores de los rasgos productivos evaluados para los tres grupos de tallas de Pargo-UNAM se muestran en el **Cuadro 8**. La supervivencia fue similar ($P > 0.05$) para los tres grupos. El mayor peso inicial (PI) ($P < 0.05$) lo presentó el grupo de PU grande, seguido del grupo PU control y este a su vez del grupo PU chico. El peso final (PF) y ganancias diarias de peso (GDP) siguieron el mismo patrón que el PI en los tres grupos de peces. El porcentaje de peso ganado, fue similar en los tres grupos PU, al igual que el ICA.

Cuadro 7

Rasgos productivos de tres grupos de Pargo-UNAM en la etapa de crianza.

Variable ¹	Grupos			Pr = F	E.E ⁵
	Grande	Chico	Aleatorio		
Supervivencia (%)	97.0 ^a	95.2 ^a	97.0 ^a	0.5187	3.499
Peso inicial (g)	1.60 ^a	0.80 ^c	1.20 ^b	0.0001	0.046
Peso final (g)	99.6 ^a	72.0 ^c	90.0 ^b	0.0001	3.188
² GDP (g/día)	1.60 ^a	1.10 ^c	1.40 ^b	0.0001	0.054
³ PPG (%)	6131 ^b	8662 ^a	6886 ^b	0.0003	0.435
⁴ ICA	0.90 ^a	0.80 ^a	0.80 ^a	0.1324	0.038

¹Medidas con el mismo superíndice en la fila no son diferentes (P>0.05).

²Ganancia diaria de peso; ³Porcentaje de peso ganado; ⁴Índice de conversión alimenticia.

⁵Error Estándar

Cuadro 8

Rasgos productivos de tres grupos de Pargo-UNAM en la etapa de engorda.

Variable ¹	Grupos			Pr = F	E.E ⁵
	Grande	Chico	Aleatorio		
Supervivencia (%)	100 ^a	100 ^a	95.8 ^a	0.1004	3.955
Peso inicial (g)	110.5 ^a	58.4 ^c	86.1 ^b	0.0001	4.562
Peso final (g)	453.1 ^a	222.1 ^c	350.4 ^b	0.0001	24.762
² GDP (g/día)	3.60 ^a	1.70 ^c	2.80 ^b	0.0001	0.233
³ PPG (%)	310 ^a	276.7 ^a	308.2 ^a	0.3104	1.460
⁴ ICA	0.80 ^a	0.90 ^a	0.90 ^a	0.1648	0.059

¹Medidas con el mismo superíndice en la fila no son diferentes (P>0.05).

²Ganancia diaria de peso; ³Porcentaje de peso ganado; ⁴Índice de conversión alimenticia.

⁵Error Estándar.

11.3. Rendimiento de filete y composición corporal

El rendimiento de filete, fue similar para los tres grupos de Pargo-UNAM, superior al 30% y menor al 33%. La composición corporal también fue similar para los tres grupos. En el **Cuadro 9** se presentan los valores de los diferentes componentes corporales de los grupos Pargo-UNAM.

Cuadro 9

Proporción de los distintos componentes corporales de tres grupos Pargo-UNAM.

Variable ¹ (%)	Chico ± DS	Grande ± DS	Aleatorio ± DS	Pr = F
Cabeza-Tronco	41.6 ^a ± 43.29	39.8 ^a ± 43.34	40.9 ^a ± 52.42	0.2265
Vísceras	20.3 ^a ± 16.70	22.7 ^a ± 18.88	21.2 ^a ± 19.72	0.2939
Branquias	11.8 ^a ± 3.79	10.3 ^a ± 3.66	11.1 ^a ± 8.40	0.1156
Piel	17.7 ^a ± 11.70	16.9 ^a ± 18.57	18.8 ^a ± 16.42	0.4304
Filete	31.5 ^a ± 29.96	32.1 ^a ± 57.98	31.3 ^a ± 34.85	0.1567

¹Medidas con el mismo superíndice en fila no son diferentes P(>0.05).

11.4. Crecimiento de los tres grupos de Pargo-UNAM

En la **Figura 11**, se observa el aumento de peso de los tres grupos de PU en la etapa de crianza. En los primeros 30 días, se observa un crecimiento similar. Posteriormente se presenta un aumento de peso diferente entre los grupos, en donde el grupo PU control, supera a los otros dos. Al final de la etapa de crianza, el grupo PU grande terminó con el peso promedio mayor, seguidos del grupo PU control y este a su vez del grupo PU chico.

En la **Figura 12**, se observa que el grupo PU grande, inicia con el peso mayor la etapa de engorda y continúa superando a los otros grupos hasta el final de la etapa, donde se observa que el grupo PU grande alcanzó el mayor peso final promedio.

En la **Figura 13**, se observa la evolución del peso de los tres grupos de Pargo-UNAM. En las líneas correspondientes a cada grupo, se observa que el grupo PU grande manifestó un peso mayor desde los primeros dos meses, manteniéndose esta ventaja durante todo el cultivo.

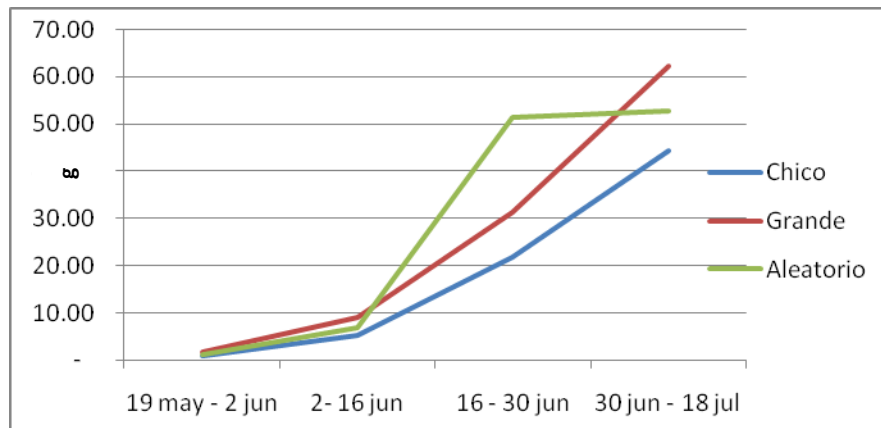


Figura 11. Ritmo de crecimiento de tres grupos Pargo-UNAM durante la etapa de crianza.

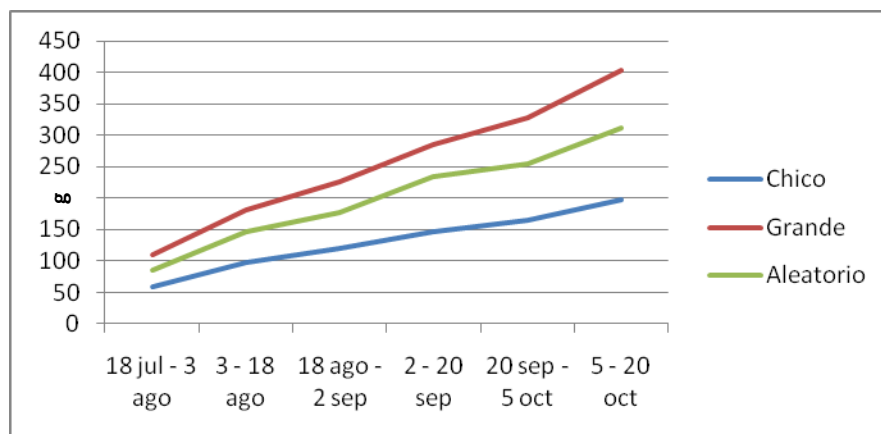


Figura 12. Ritmo de crecimiento de tres grupos Pargo-UNAM durante la etapa de engorda.

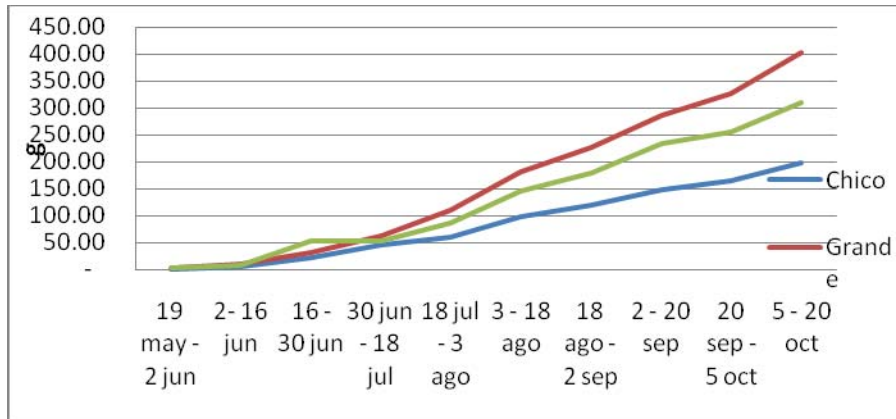


Figura 13. Ritmo de crecimiento de tres grupos Pargo-UNAM durante un cultivo de 154 días.



Figura 14. Diferencia de talla al término del cultivo de 154 días de tres grupos Pargo-UNAM.

12. Discusión

12.1. Supervivencia

La supervivencia (SUP) en la etapa de crianza para los tres grupos Pargo-UNAM (PU) fue mayor al 95% y no mostró diferencia entre grupos, este valor es considerado como bueno y concuerda con supervivencias de poblaciones de PU evaluadas por Jiménez⁵, Salazar⁸ y Ramírez²⁵ quienes informaron supervivencias de 99.3%, 95.7% y 87.8% respectivamente. El porcentaje de SUP del presente trabajo coincide también con Villarue⁹ quien reporta un 95.7% de SUP para una población PU en la etapa de crianza.

La SUP en la etapa de engorda para PU fue mayor al 95%, no mostrando diferencia entre los grupos, en general se observa una alta tasa de supervivencia a la edad comercial y coincide con estudios previos realizados por Salazar⁸, Riego²⁶ y Ramírez²⁵ quienes informaron de supervivencias para la etapa de engorda de 99.6%, 90% y 98.1% respectivamente. El porcentaje de SUP del presente trabajo coincide también con Villarue⁹ quien reporta un 98.1% de SUP para PU en la etapa de engorda.

Los tres grupos PU mostraron una alta tasa de supervivencia siendo registrada una baja mortalidad hasta la edad comercial. En las condiciones de cultivo en las que se llevó a cabo el estudio, no se presentaron disturbios fisiológicos en los grupos de peces PU que afectaran su supervivencia.

12.2. Peso final

El peso final (PF) al término de la etapa de crianza fue diferente entre los tres grupos PU ($P < 0.05$) donde el grupo PU grande es superior al grupo PU control y este a su vez es superior al grupo PU chico, con los resultados obtenidos se observa que el grupo PU grande (99.6 g) y el grupo PU control (90 g), muestran un peso final superior al reportado por Salazar⁸ (82.2 g) así mismo los tres grupos de PU muestran un peso superior a los reportados por Jiménez⁵ y Ramírez²⁵ quienes obtuvieron pesos finales en la misma etapa de 20.2 g y 36.6 g respectivamente. Cabe mencionar que Ramírez²⁵ utilizó en su trabajo una población PU no revertida sexualmente y el estudio se desarrolló en periodo de invierno. El PF para la etapa de crianza observado en el presente trabajo es también superior al PF reportado por Villarue⁹ de 51.1 g.

Se presentó una ganancia diaria de peso (GDP) de 1.4 g siendo superior a 0.87 g reportado por Salazar⁸ en una población PU en la misma etapa de cultivo.

Se observa que el grupo PU grande presenta la mayor ganancia diaria de peso en comparación con el grupo control y el grupo chico; no obstante, en general se presentó una elevada ganancia diaria de peso en los tres grupos PU desarrollando la etapa de crianza en 60 días.

Al término de la etapa de engorda el PF continuó con la tendencia, siendo el grupo de PU grande superior al grupo PU control y este a su vez al grupo PU chico. El peso final de 350 g obtenido por el grupo PU control es similar al reportado por Salazar⁸ en el mismo lapso de tiempo, sin embargo el grupo de PU grande con un peso final de 450 g es superior en el mismo lapso de tiempo a la población de PU de Salazar⁸.

Se observa que el grupo de PU grande obtiene un peso comercial en menor tiempo de cultivo, el incremento en el índice de crecimiento lleva consigo acelerar el ritmo de producción y la obtención de individuos de mayor tamaño, también se observa que el grupo PU chico probablemente no alcanzara un peso comercial satisfactorio, ello en función a la tendencia de crecimiento que se muestra en la

Figura 13.

Villarue⁹ con una población de PU reporta un peso promedio de 386 g en un cultivo de 211 días, resultado superior al encontrado en el grupo PU control del presente estudio, pero inferior al grupo PU grande (453 g).

El grupo PU grande presenta una ganancia de peso por unidad de tiempo superior al grupo PU control y al grupo PU chico, esta ventaja permite con organismos seleccionados, acortar el tiempo de cultivo y obtener organismos con peso comercial de 450 g.

12.3. Rendimiento de filete

Un rendimiento en filete (RF) mayor al 30% es aceptable en el cultivo de tilapia, en el presente trabajo se obtuvieron porcentajes mayores al 30% y no se mostró diferencia entre los tres grupos PU.

Salazar⁸ y Ramírez²⁵ reportan un RF del 33% y 32.7% respectivamente para PU, en el presente trabajo se observó un RF para el grupo PU control de 31.3% y para el grupo PU grande del 32.1%. Villarue²⁰ reporta un RF para el PU de 34.4% similar a los reportados por los anteriores autores mencionados.

12.4. Índice de conversión alimenticia.

No se mostraron diferencias en el índice de conversión alimenticia (ICA) entre los grupos de PU, donde el grupo grande mostró un crecimiento acelerado bajo un índice de conversión alimenticia similar a los grupos PU control y PU chico, y no necesito un incremento en su ingesta de alimento para llevar a cabo su crecimiento, logrando una mayor eficiencia alimenticia.

En el presente estudio se observó un ICA menor a 1 y coincide con los resultados obtenidos en la etapa de crianza por Salazar⁸ y Cano²⁷ quienes reportan un ICA de 0.77 y 0.80 respectivamente. Villarue⁹ reporta un ICA para el PU de 0.64 en la etapa de crianza, siendo este menor al de los autores antes mencionados.

Para la etapa de engorda el ICA continuó con una tendencia menor a 1, mientras Salazar⁸ reporta para esta misma etapa un ICA de 1.5 y Villarue⁹ 1.4.

13. Conclusiones

1.- El mejor desempeño productivo relacionado con los rasgos de crecimiento (peso final, ganancia diaria de peso y velocidad de crecimiento) que el grupo PU grande mostró, hace práctico seleccionar en base a su talla a los organismos Pargo-UNAM al término de la inversión sexual, esto con el fin de llevar a cultivos comerciales poblaciones de peces que mostrarán un crecimiento acelerado; con los consecuentes beneficios para fines comerciales.

2.- Los tres grupos de Pargo-UNAM evaluados presentaron una supervivencia elevada, similar entre ellos, por lo que se considera que no existe algún desorden fisiológico que afecte la supervivencia de las poblaciones de Pargo-UNAM.

3.- El grupo PU grande, presentó el mayor crecimiento en comparación con el grupo PU control y el grupo PU chico. Alcanzando un peso de 450 g en menor tiempo que el grupo Pargo-UNAM control.

4.- El rendimiento de filete y composición corporal de los tres grupos Pargo-UNAM fue similar entre ellos, no mostrando ventaja el grupo PU grande.

5.- El índice de conversión alimenticia fue similar entre los tres grupos Pargo-UNAM, mostrando el grupo PU grande una ventaja sobre el grupo PU control y el grupo PU chico, debido a que mostro un crecimiento acelerado bajo un índice de conversión alimenticia similar a los grupos PU control y PU chico, logrando el grupo PU grande una mayor eficiencia alimenticia.

5.- La tendencia de crecimiento lenta del grupo PU chico, influye sobre la población entera de tilapias Pargo-UNAM, retrasando el peso promedio de organismos y llevando a los organismos de crecimiento acelerado a pesos superiores a los establecidos en el mercado de tilapia (900 g) ya que el cultivo se extiende a lo largo de más tiempo.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca. Edición 2008. México (DF): CONAPESCA, 2010.
2. JOSUPEIT H. Panorama Acuícola Magazine. Tilapia Market Report January 2010. Fish Marketing Information Service (Infofish) of the Food and Agriculture Organization (FAO).
3. Food and Agriculture Organization (FAO), Globefish, Seafood Highlights 2008: 33.
4. MAGALLÓN BF., VILLARREAL CH., ARCOS OF., AVILES QS., CIVERA CR., CRUZ HP., *et al.* Orientaciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la Acuicultura en México. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Cámara de Diputados. LX Legislatura. 2007.
5. JIMENEZ EA. Comportamiento productivo y heterosis retenida de la primera generación de una línea sintética de tres especies de tilapia (*Oreochromis aureus*, *O. niloticus*, *O. mossambicus*) en la zona Centro-Norte del estado de Veracruz (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2002.
6. BOURDON R. Understanding animal breeding. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall, 1997.

7. NICHOLAS FW. Introducción a la genética veterinaria. Zaragoza, Acribia, 1998: 323-324.
8. SALAZAR U, MUÑOZ CG, GARDUÑO LM: Desempeño productivo de cuatro grupos genéticos de tilapia (*Oreochromis spp.*) en la zona centro-norte del estado de Veracruz (tesis de licenciatura). Puebla México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2008.
9. VILLARUE OH. Comparación del desempeño productivo entre las tilapias rojas “Pargo-UNAM” y “Red Jumbo”, y la tilapia del Nilo gris o de tipo silvestre, bajo condiciones de cultivo intensivo en la zona centro-norte del estado de Veracruz (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
10. LOPÉZ C., TORO M. Mejora genética de peces y moluscos. Agroguías Mundi-Prensa 1^{ed.} 1990: 19-35.
11. BUXADÉ C. Zootecnia, bases de producción animal. Tomo XIII Producción animal acuática. Ediciones Mundi-Prensa 1^{ed.} 1997: 173-184.
12. TOVAR GA. Edad y crecimiento de *O. niloticus* por medio de estructuras duras, (tesis profesional). Zaragoza, México: Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.
13. LUCAS SJ, PAUL CS. Aquaculture: farming aquatic animals and plants. Oxford: Fishing New Books, 2003: 321-345.

14. ABDELFALLAH M. EL-SAYED. Tilapia Culture. Oceanography Department Faculty of Science, Alexandria University, Egypt CABI Publishing 2006: 1-33.
15. Food and Agriculture Organization (FAO). State of World Aquaculture 2006. Fisheries Department 2006.
16. MUÑOZ CG, GARDUÑO LM. Mejoramiento Genético en Tilapia. Sistemas de cruzamiento y mecanismos genéticos en la determinación del color. Veracruz: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, Sistema de Investigación del Golfo de México del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2003.
17. GONZALES SR, URCELAR GE, SIGLER CY. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Universidad de Colima, *“Programa Maestro del Comité Sistema Producto Tilapia del Estado de Colima”*. 2007.
18. GARDUÑO LM., GRANADOS AI., OLVERA NA., MUÑOZ CG., Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile Tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus* Linneaus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X red *O. niloticus*) males. Aquaculture Research 2003; 35: 340-344.

19. WATANABE WO, ERNST DH, OLLA BL, WICKLUND RI. Aquaculture of red tilapia (*Oreochromis sp.*) in marine environments: state of the art. *Advances in Tropical Aquaculture*; 1989 Feb. 20-March 4; Tahiti: Acuacop IFREMER, Actes de Colloque pp 487-498.
20. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Atzalan, Veracruz de Ignacio de la Llave, clave geoestadística 30023, 2009 base de datos INEGI 2009.
21. GARDUÑO LM. Selección genética de *Oreochromis niloticus* para producir poblaciones monosexo de color rojo (tesis de doctorado). Mérida (Yucatán) México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, 2003.
22. STELL GD, TORRIE JH. Principles and Procedures of Statistics. A biometrical approach. 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill, 1988.
23. SAS Institute Inc. SAS/STAT Users Guide Release (computer program) version 6.03, Cary (NC) USA: SAS Institute Inc., 1988.
24. ZAR JH. Biostatistical Analysis. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.
25. RAMÍREZ PG., Comparación del desempeño productivo de la población sintética de tilapia roja Pargo-UNAM y la tilapia del Nilo gris bajo condiciones de cultivo intensivo (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2002.

26. 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: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.
27. 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: Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, 2002.