



**CONTROL DE ALEVINES DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) (Perciforme:
Cichlidae) USANDO GUAPOTE LAGUNERO (*Parachromis dovii*) (Perciforme:
Cichlidae) EN LOS ESTANQUES DE LA UNIVERSIDAD EARTH**

Por

**ROSA ERMELINDA BARRERA AYALA
CARLOS ENRIQUE PAZ GARCIA**

Trabajo de graduación
presentado como
requisito parcial para
optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Con el grado de

LICENCIATURA

Guácimo, Costa Rica

Diciembre, 2006

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciatura

Profesor Asesor

José Valverde, M. Sc.

Profesor Asesor

Héctor Medrano, Ph. D.

Decano

Marlon Brevé Reyes, Ph. D.

Candidato

Rosa Ermelinda Barrera Ayala

Candidato

Carlos Enrique Paz García

Diciembre, 2006

DEDICATORIA

Dedico éste trabajo primero que nada a Dios por darme la oportunidad de vivir y por hacer de mí una persona privilegiada al darme una familia hermosa, salud y todas las oportunidades que gracias a su amor me ha concedido.

A mis padres, Guillermina Ayala y Jacinto Barrera quienes siempre han estado a mi lado apoyando y dándome lo mejor de ellos en todo momento.

A mis hermanos Wilmer Aníbal, Fredy Amilcar y José Osmín quienes con su amor y apoyo incondicional llenan mi vida todos los días y me alientan a seguir adelante luchando por ellos.

A Miriam Gil, José Ricardo Ortiz y sus hijos por creer en mí, por apoyarme y por motivarme a salir adelante con sus sabios consejos y por sembrar en mí la semilla de la fé y la esperanza.

Rosa Emelinda Barrera Ayala

A Dios por ser mi guía y fuente de sabiduría, a mí madre Edith García y mi padre Luis Paz por su apoyo incondicional y por sus sabios consejos.

A mis abuelitos Adelina Rivas (mamá Lina) y Miguel Ángel García y a Siríaca (Yaca) quienes han sido parte importante en mi vida y mis segundos padres.

A mi hermana Gladys Paz (Liss), y a Gabriela Paz (Gaby) que Dios la tenga en su santa gloria.

A mis sobrinitas Ximena y Michelle García quienes me han inspirado a salir adelante para en el futuro luchar por su bienestar.

A todos quienes forman parte de Universidad EARTH por haber sido piezas claves durante mi proceso formativo como agrónomo en estos cuatro años de estudio.

Carlos Enrique Paz García

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi fuerza mi guía y mi sabiduría durante estos cuatro años en EARTH y durante toda mi vida.

A la fundación W. K. Kellogg quienes incondicionalmente han financiado mis estudios durante los últimos cuatro años para de esta forma realizar mi sueño de salir adelante personal y profesionalmente.

A los profesores asesores José Valverde y Héctor Medrano, quienes con todo su profesionalismo y su paciencia nos han guiado y ayudado para la realización de este proyecto de investigación.

A los todos los profesores y funcionarios de esta Universidad quienes incondicionalmente han contribuido con mi formación personal y profesional.

A todos los compañeros y compañeras con quienes he compartido momentos inolvidables.

Rosa Ermelinda Barrera Ayala

Primero que todo a Dios gracias por permitirme llegar hasta acá y lograr este triunfo tan deseado.

A todos mis familiares por su apoyo incondicional.

A mis profesores asesores José Valverde y Héctor Medrano, por su guía y apoyo durante la fase del Proyecto de Graduación. A mi compañera Rosa Barrera por el buen trabajo en equipo desarrollado para lograr el éxito en dicho proyecto, pero muy en especial por su confianza y gran amistad.

A todos aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron y me brindaron su amistad.

Carlos Enrique Paz García

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el uso del guapote lagunero (*Parachromis dovii*) como depredador biológico de los alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*). El mismo se realizó en los estanques del proyecto de acuicultura de Universidad EARTH en Guácimo, Limón, Costa Rica.

Se utilizaron tres tratamientos por triplicado, siendo estos: el testigo (tratamiento A) solo tilapia, (tratamiento B) tilapia: guapote en relación 5:1 y (tratamiento C) tilapia: guapote en relación 10:1.

El estudio tuvo una duración de 120 días, y en este lapso se realizaron muestreos poblacionales y de crecimiento de las tilapias cada 30 días. Las tilapias se sembraron a una densidad de 375 tilapias por 37.50 m³ de volumen de agua en cada encierro, con un peso promedio inicial de 3.00 gramos (g) en todos los tratamientos.

Los resultados demostraron que el peso promedio final de las tilapias fue significativamente ($p < 0.01$) superior en los tratamientos con guapotes (153.60 g \pm 56.88 g en el B y 147.20 g \pm 47.20 g en el C) con respecto al testigo (117.10 g \pm 48.40 g), no habiendo diferencias significativas ($p > 0.01$) entre los tratamientos B y C.

Con respecto a la población de tilapias se cosechó un número significativamente ($p < 0.01$) superior de alevines (369.00 \pm 13.70) en el tratamiento A con respecto a los tratamientos B (330.00 \pm 8.20) y C (352.00 \pm 7.20).

Además, desde el punto de vista económico los resultados demostraron que la posibilidad de venta del guapote lagunero en los tratamientos B y C permite obtener rentabilidades de 198.47 % y 178.09 %, respectivamente. Ambas superiores a la rentabilidad del tratamiento A de 164.09 %.

Palabras Clave: Tilapia, guapote lagunero, peso, población, rentabilidad.

Barrera Ayala, R; Paz García, C. 2006. Control de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Perciforme: Cichlidae) usando guapote lagunero (*Parachromis dovii*) (Perciforme: Cichlidae) en los estanques de EARTH. Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr. Guácimo, CR, Universidad EARTH. 63 p.

ABSTRACT

In the present study, the use of a lagoon cichlidae (*Parachromis dovii*), called “guapote lagunero” by the local people, as a biological predator of small tilapias (*Oreochromis niloticus*) was evaluated. This study was carried out in the ponds of the Aquaculture area located at EARTH University in Guácimo, Limón, Costa Rica.

Three treatments in triplicate were used: the control (treatment A) of only tilapia, (treatment B) tilapia: guapote in a 5:1 relation and (treatment C) tilapia: guapote in a 10:1 relation.

The study had a duration of 120 days. Weight as well as population measurements of tilapias were taken every 30 days. Tilapias were stocked at a density of 375 tilapias per 37.50 m³ of water in each section, with an initial average weight of 3.00 grams in all treatments.

Results showed that the final average weight of the tilapias was significantly ($p < 0.01$) higher in the treatment with guapotes (153.60 g \pm 56.88 g in treatment B and 147.20 g \pm 47.20 g in treatment C) with respect to treatment A (117.10 g \pm 48.40 g). There were no significant differences ($p > 0.01$) between treatments B and C.

With reference to the tilapia population, a significantly higher number ($p < 0.01$) of small fish (369 \pm 13.70) were harvested in treatment A with respect to treatments B (330 \pm 8.20) and C (352 \pm 7.20).

From an economic point of view, results showed that the possibility of selling guapote in treatments B and C allowed for superior incomes (198.47% and 178.09%, respectively) with respect to treatment A (164.09%).

Key Words: Tilapia, guapote, weight, population, profitability.

Barrera Ayala, R; Paz García, C. 2006. Control de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Perciforme: Cichlidae) usando guapote lagunero (*Parachromis dovii*) (Perciforme: Cichlidae) en los estanques de EARTH. Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr. Guácimo, CR, Universidad EARTH. 63 p.

4	METODOLOGIA	16
4.1	DIVISIÓN DE LOS ESTANQUES	16
4.2	TRATAMIENTOS EVALUADOS	17
4.3	CROQUIST DE CAMPO (Aleatorización de los tratamientos)	17
4.4	PREPARACIÓN Y DESINFECCIÓN DE LOS ESTANQUES	18
4.5	COMPRA Y TRANSPORTE DE ALEVINES DE TILAPIA Y GUAPOTE LAGUNERO	19
4.6	ACLIMATACIÓN DE LOS ALEVINES.....	19
4.7	PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN	20
4.8	MUESTREOS DE LOS ORGANISMOS CULTIVADOS.....	21
4.9	FÓRMULAS PARA DETERMINAR PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN SISTEMAS ACUÍCOLAS	22
4.10	MODELO ESTADÍSTICO PARA LAS VARIABLES PESO Y POBLACION EVALUADAS.....	23
4.11	METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONOMICA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS	24
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	25
5.2	LABORES DE CULTIVO.....	26
5.2.1	Preparación de los estanques.....	26
5.3	CALIDAD DE AGUA	27
5.4	DATOS GENERALES DE PRODUCCIÓN	27
6	CONCLUSIONES	42
7	RECOMENDACIONES.....	43
8	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	44
9	ANEXOS.....	47

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Tratamientos con sus respectivas relaciones tilapia: guapote.....	17
Cuadro 2. Cantidad de tilapia: guapote por tratamiento.....	18
Cuadro 3. Programa de alimentación para las tilapias durante los cuatro meses del estudio.....	21
Cuadro 4. Descripción de factores para la variable peso en gramos y medición poblacional de las tilapias.	23
Cuadro 5. Prueba de Duncan para estanques (bloques) evaluando la variable peso (g) de las tilapias.	26
Cuadro 6. Prueba de Duncan para estanques (bloques) evaluando la variable poblacional de las tilapias.	26
Cuadro 7. Análisis de calidad de agua del Proyecto de Acuicultura.....	27
Cuadro 8. Datos de producción para tilapia en cada uno de los tres tratamientos evaluados.....	27
Cuadro 9. Datos de producción para los guapotes laguneros (<i>Parachromis dovii</i>).....	34
Cuadro 10. Costos de producción reales (en colones) para el tratamiento testigo (Tilapia) en los estanques de la Universidad EARTH.....	35
Cuadro 11. Costos de producción reales (en colones) para el tratamiento 2 (Tilapia: guapote 5:1) en los estanques de EARTH.....	35
Cuadro 12. Costos de producción reales (en colones) para el tratamiento 3 (Tilapia: guapote 10:1) en los estanques de Universidad EARTH.....	36
Cuadro 13. Proyección de ingresos en colones costarricenses para el tratamiento testigo tilapia en los estanques de Universidad EARTH.....	38
Cuadro 14. Proyección de ingresos en colones costarricenses para el tratamiento relación tilapia: guapote 5:1 en los estanques de Universidad EARTH.....	38
Cuadro 15. Proyección de ingresos en colones costarricenses para el tratamiento tilapia: guapote relación 10:1 en los estanques de Universidad EARTH.....	38
Cuadro 16. Precio en colones costarricenses por kg de tilapia entera fresca (descamada y desviscerada)	39

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. División de los tratamientos por estanque.	16
Figura 2. Mallas protectoras para cubrir los estanques.	17
Figura 3. Croquis de campo con aleatorización de los tratamientos en los tres estanques utilizados en el Proyecto de Acuicultura, Universidad EARTH.	18
Figura 4. Transporte de alevines de tilapia.	19
Figura 5. Aclimatación y siembra de los alevines.	20
Figura 6. Muestreo mensual de población y peso.	21
Figura 7. Ubicación geográfica de la Universidad EARTH, Provincia de Limón, Costa Rica.	25
Figura 8. Tasa de crecimiento (g/día) de las tilapias en los tres diferentes tratamientos.	28
Figura 9. Curva de crecimiento de las tilapias por tratamiento.	29
Figura 10. Tasa específica de crecimiento (porcentaje de aumento en peso) de las tilapias en los tres diferentes tratamientos.	29
Figura 11. Eficiencia de conversión alimenticia de las tilapias en los tres diferentes tratamientos.	30
Figura 12. Eficiencia de conversión proteica de las tilapias en los tres diferentes tratamientos.	30
Figura 13. Peso promedio (g) de las 4 mediciones por tilapia por tratamiento.	31
Figura 14. Población promedio por tratamiento evaluada con frecuencia mensual.	32
Figura 15. Población promedio de tilapias de las 4 mediciones por tratamiento.	34

LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
Anexo 1. Tabla del balance nutricional de un saco de 30 kg del alimento concentrado Montes de Oro # 4000, 4011 y 4022.	49
Anexo 2. Tabla del balance nutricional de un saco de 30 kg del alimento concentrado Montes de Oro # 3533	49
Anexo 3. Requerimiento proteico de las tilapias según etapa de desarrollo.	49
Anexo 4. Resumen del ANOVA para peso de las tilapias en gramos.	50
Anexo 5. ANOVA del peso (g) para los 3 diferentes tratamientos en las cuatro mediciones efectuadas.....	50
Anexo 6. Prueba de Duncan de los tratamientos para la variable peso en gramos de las tilapias.	50
Anexo 7. Resumen del ANOVA para población de tilapias.	51
Anexo 8. ANOVA de la población (número de tilapias) para los 3 diferentes tratamientos en las cuatro mediciones efectuadas.....	51
Anexo 9. Prueba de Duncan de los tratamientos para la variable población de las tilapias.	51
Anexo 10. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 1, primera medición. 2006.	52
Anexo 11. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 2, primera medición. 2006.	53
Anexo 12. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 3, primera medición. 2006.	54
Anexo 13. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 1, segunda medición. 2006.	55
Anexo 14. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 2, segunda medición. 2006.	56
Anexo 15. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 3, segunda medición. 2006.	57
Anexo 16. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 1, tercera medición. 2006.	58
Anexo 17. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 2, tercera medición. 2006.	59
Anexo 18. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 3, tercera medición. 2006.	60
Anexo 19. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 1, cuarta medición. 2006.	61

Anexo 20. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 2, cuarta medición. 2006.....	62
Anexo 21. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 3, cuarta medición. 2006.....	63
Anexo 22. Espécimen de guapote lagunero (<i>Parachromis dovii</i>)	64
Anexo 23. Forraje de morera (<i>Morus alba</i>) utilizado para la alimentación de las tilapias.	64
Anexo 24. Vista panorámica de los tres estanques bajo investigación, proyecto de acuicultura de Universidad EARTH.	65
Anexo 25. Estanque bajo investigación con sus respectivas divisiones y malla plástica protectora.	65

1 INTRODUCCIÓN

La acuicultura según FAO (2004), es una de las áreas que actualmente está tomando mayor auge con el objetivo de producir alimentos con un alto valor nutritivo para el consumo humano y para contribuir en los ingresos y generación de empleos en las zonas rurales de los países en vías de desarrollo. Una de las especies más cultivadas es la tilapia (*Oreochromis niloticus*), un pez cuya crianza se encuentra difundida en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Este pez es uno de los preferidos por los piscicultores debido su gran tolerancia a distintos entornos, resistencia a enfermedades, relativamente fácil reproducción, carne de buena calidad y de gran aceptación tanto en los mercados nacionales como internacionales (Noriega 2001).

Sin embargo, su alta facilidad reproductiva a temprana edad antes de alcanzar el tamaño para mercado, es uno de los mayores problemas en su cultivo. La energía se desvía hacia las interacciones entre machos y hembras, la producción de huevos y como consecuencia una reproducción no deseada que da lugar a una sobrepoblación de organismos pequeños en los estanques. Dentro de las principales alternativas de solución se han empleado los cultivos en mono sexo (preferiblemente machos) obtenidos de estaciones acuícolas que disponen de hormonas para la reversión sexual. No obstante, los piscicultores de los países en desarrollo todavía dependen de la compra de alevines de fincas vecinas sin estar debidamente sexados o de estaciones acuícolas que no aseguran un 100 % de efectividad en la reversión del sexo a machos. En otras ocasiones, no se desinfectan adecuadamente los estanques o se tiene nulo control en la filtración de las entradas de agua al estanque lo que conlleva a una sobrepoblación de alevines de tilapias.

Ante estas circunstancias, la técnica del sexado manual separando machos de hembras es la más conveniente, pero en la mayoría de ocasiones resulta muy laboriosa y no tiene un 100 % de efectividad. La otra alternativa es utilizar especies de peces carnívoras que se alimenten de los alevines de tilapia controlando su población. Según

Gunther (2006)¹, este tipo de estudios se han hecho en Honduras y Costa Rica usando el guapote tigre (*Parachromis managuense*) y el guapote lagunero (*Parachromis dovii*) en el control biológico de los alevines de tilapia, pero la información generada no ha sido debidamente difundida entre los piscicultores y el público en general en estos países.

Debido a lo anterior, este proyecto de investigación realizado en el proyecto de acuicultura de la Universidad EARTH en Guácimo, Limón, Costa Rica, pretendió evaluar al guapote lagunero (*P. dovii*) como controlador biológico de los alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Se buscó determinar la proporción más recomendada de depredador: presa, guapote: tilapia en este caso, con el fin de generar información que sea útil para los piscicultores de la zona. Además de ser un controlador, el guapote lagunero (*P. dovii*) es altamente apetecido como alimento por los pobladores de las comunidades, por lo que puede constituirse en un ingreso económico atractivo y adicional al generado por la venta de las tilapias.

¹ Gunther, J. 2006. Producción de guapote tigre y guapote lagunero (entrevista). Universidad Nacional (UNA). Heredia, CR. Comunicación personal.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una investigación en el área de control biológico de alevines de tilapia haciendo uso del guapote lagunero para el mantenimiento de la población adecuada de tilapias en producción en los estanques de Universidad EARTH.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la eficiencia del guapote lagunero como controlador biológico sobre los alevines de tilapia durante una fase de producción de 4 meses.
- Determinar la relación tilapia: guapote ideal con la cual se logre una mayor ganancia de peso en las tilapias durante una fase de 4 meses de producción.
- Comparar económicamente el sistema de producción tilapia versus los sistemas tilapia: guapote en relaciones 5:1 y 10:1.
- Proporcionar al final de la fase investigativa un documento con información sobre la producción de tilapia en asocio con guapote lagunero que ayude a mejorar el conocimiento en el área de control biológico de alevines de tilapia a los piscicultores de la zona.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 ESTRUCTURA Y BIOLOGIA DE LOS PECES

3.1.1 ESTRUCTURA

a) ALETAS: pectorales, dorsal, pélvicas, caudal, anal. Los peces se movilizan en el agua por medio de ondulaciones del cuerpo; las aletas les ayudan a desplazarse, las utilizan principalmente para poder equilibrarse, cambiar de dirección y para detenerse.

b) CUERPO: Se encuentra cubierto de escamas. En el cuerpo existe una línea lateral la cual esta ubicada por debajo de las branquias y pasa a lo largo del cuerpo de los peces, esta línea posee una hilera de pequeños hoyuelos, los cuales son órganos sensoriales que responden a cambios en la presión del agua.

c) BOCA: La forma de esta depende de los hábitos de alimentación de los peces. Las mandíbulas pueden tener dientes bien afilados (peces depredadores) y otros en forma de bandas.

d) BRANQUIAS: Son los órganos de respiración de los peces, algunos las utilizan para extraer partículas de alimento del agua (filtrado).

3.1.2 BIOLOGÍA

a) OXIGENO: Los peces necesitan de oxígeno. Aguas que posean plantas en estado de descomposición o materia orgánica pueden contener muy poco oxígeno.

b) ALIMENTACION: Los hábitos de alimentación de los diferentes peces varían muy ampliamente, estos hábitos pueden ser:

Los peces depredadores se alimentan de: Otros peces.

Los peces herbívoros se alimentan de: Plantas.

Los peces consumidores de plantas minúsculas se alimentan de: Plancton.

c) REPRODUCCION: Los hábitos reproductivos varían y son característicos de cada especie. Algunos peces se reproducen solo una vez por año, otros pueden llegar a reproducirse muchas veces al año (Noriega, 2001).

3.2 INFORMACIÓN GENERAL DE LA TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

3.2.1 Clasificación taxonómica

Phyllum	Chordata
Subphyllum	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
Serie	Pisces
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciforme
Suborden	Percoide
Familia	Cichlidae
Genero	<i>Oreochromis</i>
Especies	<i>redalli, aureus, niloticus, mossambicus, urolepis, hornorum</i>

3.2.2 Hábitos alimenticios

La tilapia (*Oreochromis niloticus*), se alimenta a través de filtrar el fitoplancton

(algas microscópicas) y otros materiales que se encuentran suspendidos en el agua, además puede alimentarse de organismos que están en el fondo del estanque. En general, la mayoría de las especies del género *Oreochromis* tienen hábitos alimenticios herbívoros, caso contrario ocurre con otras especies de peces las cuales se alimentan de pequeños invertebrados. Estructuralmente las tilapias poseen un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos los cuales se acoplan a su dieta herbívora. Además, debido a la gran diversidad de alimentos que pueden variar desde vegetación macroscópica (hojas, plantas acuáticas, pasto) hasta organismos microscópicos (algas unicelulares y bacterias), los dientes muestran variaciones en cuanto a su dureza y movilidad (Noriega, 2001).

3.2.3 Reproducción

La tilapia logra la madurez e inicia su fase reproductiva a un tamaño de aproximadamente 12 cm. (32 g), aunque en altas densidades se han observado hembras de 9 cm. incubando huevos.

Los huevos se incuban en la boca de la hembra alrededor de 48 - 72 horas hasta que estos eclosionan, luego las crías (alevines) son protegidos durante 7 a 12 días por los machos quienes alejan a otros peces depredadores. Cuando las tilapias alcanzan la madurez sexual, se da un lapso de reproducción de 2 a 3 meses con intervalos de 17 a 40 días (AquaNIC, 2006).

3.2.4 Control de reproducción de la tilapia

Según Noriega (2001), en pocos días un estanque se ve invadido por muchos peces los cuales estarán compitiendo por alimento con los que inicialmente fueron sembrados. Para realizar cierto control sobre este fenómeno, se pueden realizar los siguientes métodos de control:

- Cultivo de depredadores (en asocio de tilapias con guapote)
- Cultivo monosexo de machos: Realizando sexado con hormona metil testosterona, con el propósito de masculinizar en un alto porcentaje a los alevines.

3.2.5 Crecimiento

La tilapia tiene un crecimiento rápido comparado con otros peces, pudiendo llegar a alcanzar un peso promedio de 167 g/tilapia durante 150 días a una densidad de 3 a 5 peces/ m³, con un peso inicial de 10 g; además la tilapia se adapta muy rápidamente a diferentes clases de alimento y a diferentes formas de alimentación (MAG, 2001).

3.2.6 Rendimiento

Con tecnología semi-intensiva, la producción total de tilapias puede ser de 3.00 a 5.00 t/ha, durante una fase de engorde de 6 meses. Este rendimiento puede llegar a incrementarse si se cultivan tilapias macho, ya que las hembras poseen un crecimiento entre 30 % a 40 % menos que los machos. Además es recomendable que se inicie el cultivo con alevines que tengan un peso entre 15.00 g a 20.00 g., esto con el fin de acortar el período de cultivo (AquaNIC, 2006).

3.2.7 Mercado y comercialización de tilapia

Según Alceste (2005), desde hace varios años la producción mundial de tilapia cultivada y pescada en ambientes naturales, sobrepasa las 890,000 t. Actualmente la tilapia es la segunda especie acuícola de mayor importancia comercial a nivel mundial, además es el tercer producto de importación en los Estados Unidos de Norteamérica, después del camarón marino y el salmón del Atlántico.

Aunque el mercado de tilapia más importante en los últimos tiempos es indiscutiblemente el de los Estados Unidos, también existe un interés creciente por este

grupo en Europa. El acercamiento que se ha desarrollado en algunos mercados europeos hacia la tilapia como competidor directo de las especies tradicionales de peces blancos, se debe al evidente aumento en el precio de especies como el bacalao y el eglefino o "haddock", cuyas capturas han disminuido considerablemente en la última década. Sin embargo el principal competidor de la tilapia en Europa sigue siendo la perca del Nilo, capturada abundantemente en el Lago Victoria por países como Uganda, Tanzania y Kenya, lo que limita la entrada masiva de productos provenientes de tilapia, fundamentalmente por el factor precio (US \$2.80 vs. US \$4.80 por kilogramo).

La tilapia es muy popular entre consumidores que les gusta un pez de carne blanca y sabor relativamente neutral, por lo que se considera que posee un enorme potencial comparado con otras especies más grasosas (ej.: bagre de canal) las cuales podrían ser fácilmente reemplazadas entre tradicionales y nuevos consumidores de pescado (Alceste, 2005).

3.2.8 Importación de tilapia a los Estados Unidos

Según Alceste (2005), las estadísticas del Departamento de Comercio de Estados Unidos de Norteamérica indican que desde el segundo semestre del año 1992, hasta finales del 2000, las importaciones pasaron de 3,400 t a 40,500 t lo que representa un aumento en las importaciones de más de 1000 %.

Paralelamente en el mismo período, la producción local incrementó de 2,300 t a casi 8,700 t. Lo anterior equivale a decir que el mercado norteamericano pasó de consumir 5,700 t en 1992 a 49,200 t en el año 2000, lo que representa un aumento en el consumo de más del 800% en los últimos 8 años. El crecimiento acelerado en ésta tasa de consumo, es perfectamente atribuible a la disponibilidad de producto en los mercados, tanto en volúmenes, como en sus diversas presentaciones (viva, fresca, congelada, entera, en filetes, etc.) Lo anterior se observa tanto a nivel de detalle, como a nivel de mayoristas.

3.2.9 Importaciones desde Latinoamérica

La ruta de importación desde Latinoamérica, se realiza a través de la ciudad de Miami, en la costa Este. Costa Rica, Ecuador, Jamaica, Panamá y otros países de la región cambiaron porcentualmente su presencia en el mercado norteamericano en relación al año 1999. Aún cuando Costa Rica aumentó en aproximadamente 10 veces sus exportaciones entre 1992 y 1999, en el año 2000 fue sobrepasado por Ecuador, convirtiéndose en el segundo exportador Latinoamericano. Este último país siempre se destacó por sus exportaciones en el sector camaronero, sin embargo desde la aparición del virus de la mancha blanca, muchas empresas han dirigido parte de sus esfuerzos productivos hacia el sector de la tilapia. De prácticamente no exportar producto alguno relacionado a la tilapia en 1992, Ecuador alcanzó un pico de exportación de 960 t en 1996. En el año 1999 alcanzó a exportar 2,011 t y en el año 2000 se convirtió en el primer exportador sobrepasando las 2,685 t. Honduras se ha convertido en un país clave, en cuanto a exportaciones de filete fresco hacia los Estados Unidos, exportando en el año de 1996 792 t y en el año 2000 aproximadamente 1,038 t. Las exportaciones de Jamaica, por otra parte han demostrado un decrecimiento significativo de 25 t, en relación al año 1999 (223 t vs. 198 t). Colombia ha reaparecido como país exportador hacia los Estados Unidos con 29 t de filetes frescos de tilapia, luego de su larga ausencia en ese mercado, debido al cierre de la empresa Colapia en 1997 (Alceste, 2005).

3.2.10 Países con mayor capacidad de exportación

Según Alceste (2005), los países con mayor capacidad de exportar hacia los Estados Unidos en el año 2000 fueron Taiwán, (54 %), China (41 %), Indonesia (4 %). Otros países como Tailandia, Vietnam, Filipinas y Hong Kong, exportaron de manera conjunta 402 t. Taiwán disminuyó sus exportaciones significativamente al exportar 24,966 t en 1999 a 17,730 t en el 2000 (principalmente entera congelada). China fue el país con la mayor tasa de crecimiento en cuanto a las exportaciones, al triplicar sus exportaciones de 5,728 t en 1999 a 13,492 t en el 2000. Indonesia incrementó sus exportaciones en aproximadamente 75 t (1,146 t a 1,221 t) en relación al año 1999,

principalmente filetes congelados. Tailandia, por otra parte, se mantuvo estable en su totalidad exportado (198 t), en las presentaciones de entera congelada y filetes congelado. El total exportado por los países asiáticos en el año 2000 fue de 32,867 t.

3.2.11 Productos derivados de la tilapia

Según Alceste (2005), si se considera entrar al mercado de norteamérica para vender tilapia, es importante tener claro la diferencia que existe entre los distintos tipos de presentaciones de producto tanto fresco como congelado que están disponibles y que se consumen en ese mercado.

En la actualidad, encontramos principalmente las siguientes presentaciones: tilapia viva, fresca entera y eviscerada, congelada entera y eviscerada, filetes con piel y sin piel, filetes frescos y congelados. La tilapia viva es un producto vendido en Estados Unidos, principalmente puesto en finca o a través de mercados de grupos étnicos como Los Ángeles, San Diego, San Francisco, Houston, New Orleans, New York. En los últimos años esta modalidad no ha crecido significativamente, lo que indica que es necesario desarrollar mercados nuevos para este producto, como por ejemplo tiendas de comida y restaurantes.

El segmento de la tilapia entera congelada es quizás uno de los más importantes, ya que el 50 % de las importaciones hacia los Estados Unidos procedentes de Asia principalmente, pertenecen a esta categoría. Cabe destacar que la calidad es muy variable, por lo que los precios continúan bajando a través de los años. En consecuencia, es necesario que la calidad aumente para permitir la expansión de éste sector.

Países asiáticos como Tailandia e Indonesia se han especializado en la producción y exportación de filetes de tilapia congelados, convirtiéndose en los principales proveedores para la industria alimenticia, principalmente restaurantes y tiendas de comida. Muchos analistas de mercado especializados en productos perecederos de origen acuático, coinciden en que éste segmento debería pasar por un proceso de expansión en los años venideros, siempre que los países exportadores garanticen una excelente calidad. El segmento de los filetes frescos liderado por los

países latinoamericanos (Ecuador, Costa Rica, Honduras y Jamaica), ha sido el que ha experimentado la mayor tasa de crecimiento en los últimos años. Además se espera que el consumo de este producto aumente en un 20 % de manera sostenida, mientras que el consumo total de otros productos acuáticos se mantenga estable. El filete fresco siempre se ubica en un promedio de US \$0.75/kg, por encima del filete congelado. Sin embargo, es necesario considerar, que el filete fresco es altamente perecedero, lo cual aumenta el riesgo de la operación a la hora de comercializarlo (Alceste, 2005).

3.2.12 Forma de empaque de la tilapia para su venta en Europa

Según Alceste (2005), en los últimos años, Europa ha comenzado a interesarse en el mercado de la tilapia como competidor para las especies tradicionales de carne blanca. Hoy en día importa productos cultivados provenientes de Jamaica, Zimbawe y tilapia salvaje proveniente del lago Victoria, pescada por Uganda, Tanzania y Kenya. Los filetes frescos y los congelados son vendidos principalmente en Francia, mientras que Alemania, Holanda, Bélgica, Italia y España, solamente consumen filetes frescos. El tamaño de los filetes varía desde 100 g a 200 g por pieza y son empacados en cajas individuales de 3 kg a 6 kg en cajas de "stryrofoam" a 5 °C o son congelados por el sistema IQF y posteriormente en cajas de cartón enceradas.

3.2.13 Enfermedades bacterianas más frecuentes en el cultivo de tilapia

a. *Flavobacterium (Flexibacter) columnaris*: Esta enfermedad bacteriana puede llegar a afectar a la mayoría de los peces de agua dulce y tiene una distribución a nivel mundial. Los signos que manifiesta son lesiones tanto de la piel como en las branquias de tilapias cultivadas, dicha enfermedad es de gran importancia ya que puede infectar y matar grandes poblaciones.

Algunos factores de riesgo son daño físico (lesiones por redes, baja concentración de oxígeno disuelto, contaminación orgánica y altas concentraciones de nitritos). También la sobre población en estanques es un factor estrés, que de igual

manera incrementa la capacidad de la *F. columnaris* para adherirse a la superficie de las tilapias. Así que para evitar la aparición de dicha enfermedad y que ocasione mortalidad, es necesario controlar los factores antes mencionados (Iregui, 2006).

b. *Edwardsiella tarda*: Esta es una enfermedad económicamente importante, ya que ocasiona serias pérdidas en el cultivo de la anguila japonesa en Japón y Taiwán. La infección por dicha bacteria se encuentra asociada con la contaminación orgánica en los estanques. Esta bacteria fue extraída del tracto intestinal de numerosos animales de sangre fría. Tanto los reptiles como los anfibios son portadores frecuentes de dicha bacteria. Las aves carroñeras también pueden constituirse como una importante fuente de infección.

En el cultivo de tilapias, los alevines muy jóvenes quienes presentan alta susceptibilidad al manejo, es en quienes aumenta la mortalidad hasta en un 90 %.

Los signos que se presentan en tilapias infectadas son despigmentación, abdomen hinchado, nódulos blancos (piogranulomas) llenos de bacterias en branquias, riñones, hígado, bazo o intestino. Además de los signos antes mencionados se pueden observar signos nerviosos como nado errático, letargia, exoftalmo y muerte. Esta enfermedad es importante controlarla y evitar que se de en explotaciones acuícolas, esto debido a que es un problema zoonótico importante pudiendo causar en humanos: meningitis, abscesos hepáticos, infección de heridas y más comúnmente gastroenteritis (Iregui, 2006).

c. *Streptococosis*: Se estima que las pérdidas económicas anuales debido a la infección por *Streptococcus* sp. En el campo piscícola puede llegar a superar los 150 millones de dólares en el mundo entero. En los Estados Unidos, las pérdidas sufridas por los tilapicultores con la enfermedad pueden exceder los 10 millones de dólares (Shoemaker y Klesius, 1997). En Israel estas pérdidas llegan al 45 % de la producción total de tilapias (8,000 toneladas por año).

Los principales signos en las tilapias son alteraciones en el comportamiento, nado anormal y errático (en círculos), rigidez y curvamiento en el dorso de las tilapias. La apariencia externa de los peces no suele estar afectada, sin embargo en ocasiones se observa erosión de las aletas, pequeños nódulos blanquecinos en la base de estas y coloración rojo pálida de las branquias (Hoshina, Sano y Morimoto, 1958).

Actualmente no existe una metodología clara en cuanto al manejo y control de dicha enfermedad, pero para evitar el apareamiento de la misma no se debe de someter a las tilapias a condiciones de explotación intensiva (estrés).

d. *Aeromonas* mótils: Es la enfermedad bacteriana más común en los peces de agua dulce y se asume que todos estos son susceptibles a dicha enfermedad. El patógeno más importante es la *Aeromonas hydrophila*.

Prevalece en aguas contaminadas orgánicamente. Además la ingestión de alimento contaminado también puede llegar a ser fuente de infección.

En tilapias las alteraciones macroscópicas más comunes son áreas hemorrágicas en la superficie del cuerpo (alrededor del ano, en la base de las aletas, en la boca y los ojos).

Es de suma importancia evitar y controlar dicha enfermedad, esto debido a que la *A. hydrophila* posee un gran potencial patogénico en humanos (Iregui, 2006).

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL GUAPOTE LAGUNERO (*Parachromis dovii*) QUE HACEN IDÓNEO SU ASOCIO CON TILAPIAS

3.3.1 Clasificación taxonómica

Orden	Perciforme.
Familia	Cichlidae (Cíclidos).
Subfamilia	Cichlasomatinae
Genero	<i>Parachromis</i>
Especie	<i>dovii</i>

El guapote lagunero se puede encontrar distribuido en Centroamérica, desde Honduras hasta Costa Rica. A continuación se presentan algunas características de este pez, las cuales según Gunther (2006)², hacen idónea su producción en asocio con las tilapias:

- Este pez no representa competencia para la tilapia por el alimento peletizado flotante, debido a que la tilapia es mucho más rápida.
- No se reproduce en los estanques de tilapia, con lo cual uno termina con los mismos guapotes que se colocaron al inicio. Esta es una gran ventaja del guapote lagunero comparado con el guapote tigre, el cual se puede llegar a reproducir en una forma exagerada a nivel de estanques, lo que provoca que al final se obtenga una población incontrolable de guapotes tigre de todos los tamaños.

3.3.2 Coloración

Según la procedencia de las especies de la familia *Cichlidae*, estas presentan diferencias en su coloración, así tenemos que los individuos provenientes de Honduras y Nicaragua presentan sobre el fondo típico verde azulado en los machos una franja horizontal bien definida así como las marcas vermiculares que caracterizan a la especie. Mientras que los machos de la población costarricense poseen una coloración azulada de base, presentando únicamente estas últimas marcas en forma de retícula (Ver Anexo 22). En los lagos de Nicaragua existe (aunque es muy poco frecuente) una variedad oligomelanica (Hernández, 2001).

3.3.3 Hábitos de caza

El *P. dovii*, posee un estilo de caza por persecución, normalmente caza presas más pequeñas que su tamaño, por lo cual es denominado como un depredador.

² Gunther, J. 2006. Características del guapote lagunero en asocio con tilapia (entrevista). Universidad Nacional (UNA). Heredia, CR. Comunicación personal.

3.3.4 Alimentación

El guapote lagunero es carnívoro, su dieta se constituye por peces más pequeños, como por ejemplo, mojarras, sardinas, insectos y crustáceos.

Se alimentan sobre todo muy temprano al amanecer o al anochecer o en su defecto en días un tanto nublados, disminuyendo su actividad al avanzar el día y volviéndose a reactivar por la tarde (Salas y Garrido, 2003).

3.3.5 Época de desove y aspectos reproductivos

Los guapotes se aparean durante todo el año, siempre y cuando existan buenas condiciones tanto climáticas como de calidad de agua.

Hacen agujeros en el barro, arena o piedras, para depositar los huevecillos, por lo que es común encontrarlos en las orilla de lagos o lagunas. Entre el lapso de tiempo que existe entre el desove y el momento en que los alevines salen de los huevos, son protegidos tanto por el macho como por la hembra y luego de esto, los cuidan cerca de 1 a 2 semanas. Una vez pasadas estas semanas, los alevines deben buscar refugio en enramadas, troncos, etc.; ya que de lo contrario podrían ser comidos por sus propios padres (Salas y Garrido, 2003).

3.3.6 Diferencias sexuales:

Cuando los peces son aun muy jóvenes es muy difícil diferenciar los sexos. Pero a medida que van madurando comienzan a hacerse evidentes los caracteres sexuales secundarios. Los machos son más brillantemente coloreados, con profusas marcas vermiculares a lo largo del cuerpo, sobre todo durante el período de celo. Suelen presentar giba nugal. Las hembras son algo más pequeñas y de color amarillento, además presentan una banda horizontal negra (que puede extenderse hasta el vientre del pez durante el celo), así como algunas bandas verticales (Salas y Garrido, 2003).

4 METODOLOGIA

4.1 DIVISIÓN DE LOS ESTANQUES

En esta investigación se utilizaron tres estanques de la Estación de Acuicultura de la Universidad EARTH ubicada en Guácimo, Provincia de Limón. Cada estanque fue dividido con sarán según se muestra en la Figura 1, esto con el propósito de obtener 3 tratamientos con 3 réplicas cada uno. Se tuvo cuidado de que el sarán quedara muy bien fijado al fondo y las orillas para que no quedara ningún punto por donde se escaparan los alevines de un tratamiento a otro. Con estas divisiones se logró convertir los estanques de 150 m³ con fines productivos, en estanques experimentales con apartados de 37.50 m³ cada uno para fines de investigación.



Figura 1. División de los tratamientos por estanque.

Otro aspecto importante de la investigación fue controlar la depredación de los peces por parte de las aves. Esto se hizo tejiendo y colocando mallas plásticas para gallinero sobre los estanques (Figura 2).



Figura 2. Mallas protectoras para cubrir los estanques.

4.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Cuadro 1. Tratamientos con sus respectivas relaciones tilapia: guapote

Tratamiento	Símbolo	Relación
Tratamiento A	T A	Tilapia
Tratamiento B	T B	Tilapia: guapote (5:1)
Tratamiento C	T C	Tilapia: guapote (10:1)

En el Cuadro 1 se muestran los tres tratamientos evaluados durante una fase de campo de 120 días siendo estos: el tratamiento A (sólo tilapia), el tratamiento B (tilapia: guapote en relación 5:1) y el tratamiento C (tilapia: guapote en relación 10:1).

4.3 CROQUIS DE CAMPO (ALEATORIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS)

Los tres tratamientos evaluados quedaron distribuidos al azar en cada uno de los tres estanques utilizados, según se detalla en la Figura 3.

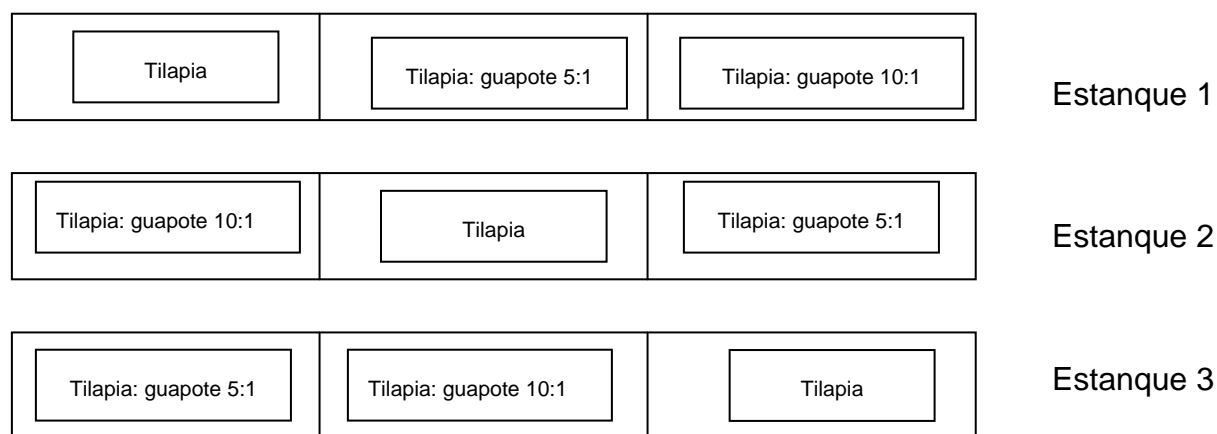


Figura 3. Croquis de campo con aleatorización de los tratamientos en los 3 estanques utilizados en el Proyecto de Acuicultura, Universidad EARTH.

Cuadro 2. Cantidad de tilapia: guapote por tratamiento

Tratamiento	Tilapia	Guapote lagunero
T A	375	0
T B	375	75
T C	375	38

En el Cuadro 2 se muestra la cantidad de tilapias y guapotes laguneros utilizados en cada tratamiento. La densidad de siembra fue de 10 tilapias/m³ con un peso inicial de 3 g.

4.4 PREPARACIÓN Y DESINFECCIÓN DE LOS ESTANQUES

Una vez definido el diseño experimental, se procedió a preparar debidamente los tres estanques con sus respectivos encierros. El procedimiento consistió en vaciarlos, limpiarlos (se retiraron piedras y plantas acuáticas) y secarlos al sol por 8 días. Posteriormente, se desinfectaron con cloro granulado para piscina en zonas húmedas o charcos en dosis de 5 kg/ha para erradicar peces y huevecillos de peces y se encalaron

con CaCO_3 en dosis de 700 kg/ha con el fin subir el pH. Los estanques fueron llenados en término de un día.

4.5 COMPRA Y TRANSPORTE DE ALEVINES DE TILAPIA Y GUAPOTE LAGUNERO

Alevines de tilapia con peso inicial de 3 g fueron comprados en COOPEBATAN R. L. y transportados en bolsas plásticas dobles (Figura 4) a una densidad de 375 alevines/bolsa. A cada bolsa se colocó $\frac{1}{4}$ de agua y $\frac{3}{4}$ de oxígeno para evitar mortalidad de los alevines durante el transporte. Además, se evitó exponer las bolsas directamente al sol.



Figura 4. Transporte de alevines de tilapia.

Los alevines de guapote lagunero (*Parachromis dovii*) se compraron en la Universidad Nacional de Heredia. Se utilizó el mismo procedimiento empleado para el empaque y transporte de las tilapias.

4.6 ACLIMATACIÓN DE LOS ALEVINES

La siembra de los alevines de ambas especies en la estación se hizo siguiendo un procedimiento de aclimatación (Figura 5). El mismo consistió en mantener las bolsas cerradas y flotando por espacio de 15 minutos con el fin de equilibrar temperaturas y así

evitar estrés por choque térmico en los alevines. Luego se abrieron y se fue introduciendo agua lentamente del estanque hacia las bolsas hasta que los alevines fueran saliendo por sus propios medios distribuyéndose por toda el área de los encierros.



Figura 5. Aclimatación y siembra de los alevines.

Después de la siembra se procedió a medir los principales parámetros de la calidad del agua como fueron el oxígeno disuelto, la temperatura y el pH. Los dos primeros se midieron 2 veces por semana a lo largo de los cuatro meses del estudio, con un medidor de oxígeno marca YSI modelo 55. El pH se midió con la misma frecuencia utilizando un medidor de pH de laboratorio marca Corning Pinnacle, modelo 555.

4.7 PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN

Las tilapias se alimentaron con el alimento comercial producido por la empresa Montes de Oro. Las descripciones nutricionales de los 2 tipos de alimentos utilizados se describen en el Anexo 1 y 2. Las raciones alimenticias se basaron en las tablas recomendadas por el fabricante según se detalla en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Programa de alimentación para las tilapias durante los cuatro meses del estudio.

Intervalo Peso gramos (g)	Días cultivo	% alimento	% Proteína
1 a 4	0 a 15	10	40
5 a 10	16 a 30	7	40
11 a 20	31 a 45	6	40
21 a 50	46 a 60	5	40
51 a 70	61 a 75	4	40
71 a 100	76 a 105	3	40
101 a 150	106 a 135	2	35

Fuente: Alimentos Montes de Oro (2006).

Las cantidades recomendadas se redujeron al 50.00 % utilizando la morera (*Morus alba*) como suplemento del alimento artificial, según se ha venido utilizando en la estación de acuicultura de la EARTH (Ver Anexo 23).

4.8 MUESTREOS DE LOS ORGANISMOS CULTIVADOS

Los muestreos de población y peso de los peces se hicieron mensualmente. Como se muestra en la Figura 6, con una red se extraían todos los organismos de cada encierro para contarlos. Era necesario bajar el nivel del agua en los estanques a una profundidad de 0.5 m para pasar con mayor facilidad la red. Esta es de arrastre con un tamaño 5.8 m x 2.2 m y un diámetro de hueco de malla de 1.0 cm.



Figura 6. Muestreo mensual de población y peso.

De los organismos capturados con la red se pesaba un 10 % de las tilapias y 10 guapotes laguneros por encierro. El peso se determinó con una balanza marca Scout™ Pro SPU 6000 con una precisión de ± 1.0 g.

4.9 FÓRMULAS PARA DETERMINAR PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN SISTEMAS ACUÍCOLAS

Los resultados obtenidos se expresaron como datos de producción para las dos especies evaluadas: las tilapias *O. niloticus* como los constituyentes principales del cultivo y los guapotes laguneros *P. dovii* como los controladores biológicos de las crías de las tilapias. Las principales variables que se calcularon fueron:

- La tasa de crecimiento (g/día) = (peso final – peso inicial)/tiempo
- La tasa específica de crecimiento (TEC) = $[(\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})) * 100] / \text{tiempo}$
- El peso aritmético = (peso final + peso inicial)/2
- El peso geométrico = $\exp. [\ln(\text{peso final}) + \ln(\text{peso inicial})] / 2$
- La ración diaria = kg de alimento / tiempo
- La conversión alimenticia = kg de alimento / kg de peso ganado
- La eficiencia de conversión alimenticia = kg de peso ganado / kg alimento en base seca
- La conversión proteica = (kg alimento en base seca * % proteína) / kg de peso ganado
- La eficiencia de conversión proteica = kg de peso ganado / kg de proteína del alimento

En vista de que la investigación en estanques de acuicultura todavía es incipiente, en este proyecto de graduación se hace uso del diseño experimental más utilizado en la investigación agrícola como lo es la técnica estadística de Bloques al Azar.

4.10 MODELO ESTADÍSTICO PARA LAS VARIABLES PESO Y POBLACION EVALUADAS

El modelo estadístico empleado para el peso y la población de las tilapias fue:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Esto significa que la variable respuesta en peso (g) y población (n) de las tilapias (Y_{ij}) está en función de la media general, del efecto del i -ésimo tratamiento, del efecto del j -ésimo bloque y del error experimental asociado a la i - j -ésima unidad experimental.

Las hipótesis que se plantean es que al menos uno de los tratamientos es superior al tratamiento testigo en las variables evaluadas de peso en gramos y población.

Cuadro 4. Descripción de factores para la variable peso en gramos y medición poblacional de las tilapias.

Factores	Cantidad	Valores
Tratamientos	3	Testigo, 5 a 1, 10 a 1
Estanques	3	1, 2, 3
Mes	4	1, 2, 3, 4

El Cuadro 4 hace una descripción de los tres diferentes factores evaluados en la investigación (tratamientos, estanques y mes). Para el caso de tratamientos estos fueron tres siendo estos: testigo (tilapia), relación tilapia: guapote 5:1, relación tilapia: guapote 10:1. Para la investigación se utilizaron tres estanques del Proyecto de Acuicultura y se realizaron cuatro mediciones con frecuencias mensuales. El número total de observaciones para la variable peso en gramos fue de 1,368 y en el caso de la variable población en número de tilapias por tratamiento fue de 36.

En el resumen del análisis de varianza efectuado para la variable peso de las tilapias en gramos (Ver Anexo 4), se puede observar que con el valor de $p < 0.0001$ obtenido para los tratamientos, no se puede aceptar la H_0 (hipótesis nula) la cual hubiese sido aceptada si los tratamientos hubieran resultado estadísticamente iguales ($p > 0.001$). Por lo antes mencionado, al obtener un valor $p < 0.0001$ para los tratamientos, se concluye que existen diferencias estadísticas significativas entre los mismos, por lo cual se recomienda realizar una prueba múltiple de medias (Prueba de Duncan) para seleccionar el o los mejores tratamientos.

En el resumen del análisis de varianza efectuado para la variable población en número de tilapias por tratamiento (Ver Anexo 7), se puede observar que con el valor de $p < 0.0001$ obtenido para los tratamientos, no se puede aceptar la H_0 (hipótesis nula) la cual hubiese sido aceptada si los tratamientos hubieran resultado estadísticamente iguales ($p > 0.001$).

4.11 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONOMICA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

La rentabilidad de los tratamientos se obtuvo substrayendo a los ingresos los costos estimados de producción. Los ingresos se obtuvieron tomando en cuenta las producciones y el precio por kilo en el mercado tanto para las tilapias como para los guapotes laguneros.

Los costos de producción se calcularon con base al costo de preparación de los estanques, precio de los alevines sembrados de cada especie, mano de obra y el alimento gastado en las tilapias.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de graduación se llevó a cabo en las instalaciones de acuicultura localizadas en el Campus de la Universidad EARTH, Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica, a una elevación de 50 msnm, con una temperatura promedio anual de 25 °C y una precipitación anual de 3200 mm. Según las zonas de vida de Holdridge, esta corresponde a un Bosque Húmedo Tropical.



Figura 7. Ubicación geográfica de la Universidad EARTH, Provincia de Limón, Costa Rica.

5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Las divisiones (6.25 m de largo x 6 m de ancho x 1 m de profundidad) en los estanques permitieron desarrollar el diseño experimental para investigar el control biológico de los alevines de tilapia *O. niloticus* por parte del guapote lagunero *P. dovii*. En los Cuadros 5 y 6 se observan los resultados de la Prueba de Duncan efectuados para las variables peso y media poblacional en cada uno de los tres estanques en donde se efectuaron las investigaciones.

Cuadro 5. Prueba de Duncan para estanques (bloques) evaluando la variable peso (g) de las tilapias.

Estanque	N	Media	Literal
2	456	79.76	A
1	456	77.23	A
3	456	77.13	A

Cuadro 6. Prueba de Duncan para estanques (bloques) evaluando la variable poblacional de las tilapias.

Estanque	N	Media	Literal
2	12	353.08	A
3	12	350.08	A
1	12	348.83	A

Las medias de estas dos variables en los estanques 1, 2 y 3 fueron iguales estadísticamente ya que los tres estanques están representados con la literal A, indicando esto que el ambiente en el cual se realizó la investigación fue totalmente homogéneo. Lo anterior refleja que sí es posible dividir los estanques en encierros para realizar investigación aplicada en la acuicultura en este o cualquier otro estudio similar.

5.3 LABORES DE CULTIVO

5.3.1 Preparación de los estanques

El seguimiento a una metodología usualmente empleada de vaciado, secado, desinfección con cloro granulado (5 kg/ha) y encalado con CaCO₃ (700 kg/ha) permitió que en los tres estanques utilizados los organismos fueran capaces de sobrevivir y crecer. Además, la adecuada preparación de los estanques ayudó al mantenimiento de la buena calidad del agua durante el desarrollo de la investigación.

5.4 CALIDAD DE AGUA

Cuadro 7. Análisis de calidad de agua del Proyecto de Acuicultura

Parámetro evaluado	Valor mínimo	Valor máximo	Valor medio	St. Dev	Rango ideal
O ₂ disuelto (mg/L)	3	9	6	± 3	no < a 3
T° del agua(°C)	23	28	25.50	± 2.50	22 – 33
pH	6.50	7.50	7	± 0.50	6.50 – 8.50

El análisis de la calidad del agua fue importante para corroborar si los animales estaban creciendo en un ambiente favorable. Al comparar los valores obtenidos con los rangos ideales para la especie (MAG, 2001), se encuentra que las condiciones fueron adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los organismos cultivados durante la investigación.

5.5 DATOS GENERALES DE PRODUCCIÓN

Cuadro 8. Datos de producción para tilapia en cada uno de los tres tratamientos evaluados

Parámetros productivos	Tilapia (T-A)	Tilapia: guapote 5 a 1 (T-B)	Tilapia: guapote 10 a 1 (T-C)
Peso inicial (g)	3	3	3
Peso final (g)	117.14 ± 48.36	153.60 ± 56.83	147.21 ± 47.21
Población inicial	375	375	375
Población final	369 ± 13.74	330 ± 8.18	352 ± 7.21
Días de cultivo	120	120	120
Cantidad de alimento (kg)	34.96	34.96	34.96
% Proteína del alimento	35	35	35
Tasa de crecimiento (g/día)	0.95	1.26	1.20
Tasa específica crecimiento (%)	3.05	3.28	3.24
Peso aritmético (g)	60.07	78.30	75.11
Peso geométrico (g)	18.75	21.47	21.01
Ración Diaria (kg)	0.29	0.29	0.29
Conversión alimenticia	0.83	0.71	0.69
Eficiencia conversión alimenticia	1.34	1.58	1.61
Conversión protéica	0.26	0.22	0.22
Eficiencia conversión protéica	3.82	4.50	4.60

Del Cuadro 8 se observa que el peso final fue superior en los tratamientos B (153.60 g \pm 56.83 g) y C (147.21 g \pm 47.21 g) con respecto al testigo el cual fue de 117.14 g \pm 48.36 g.

Con respecto a la tasa de crecimiento (g/día), los tratamientos B y C con 1.26 g/día y 1.20 g/día, respectivamente, también fueron superiores al tratamiento testigo (0.95 g/día), como se muestra en la Figura 8.

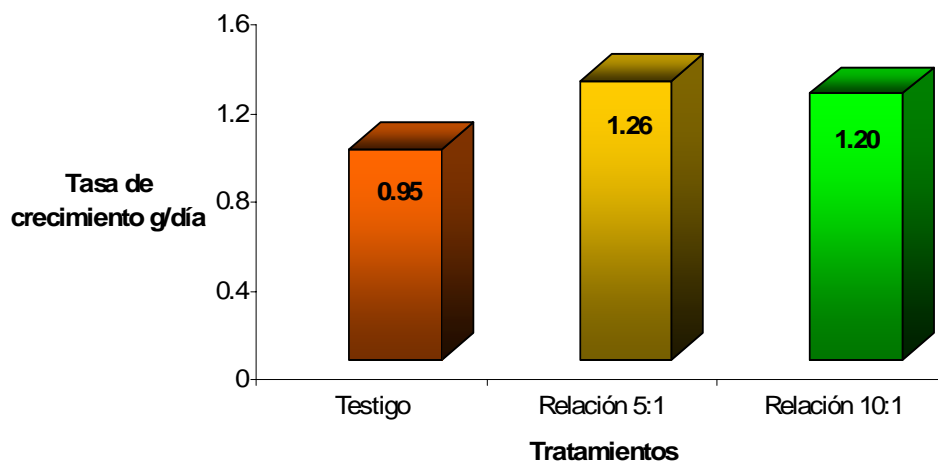


Figura 8. Tasa de crecimiento (g/día) de las tilapias en los tres diferentes tratamientos.

La Figura 9 muestra la tasa de crecimiento en los tres diferentes tratamientos evaluados. El peso inicial con el que fueron introducidos los alevines de tilapia en los tres tratamientos fue de 3 g. Nótese que en los primeros tres meses de evaluación no se observaba diferencia alguna en los pesos de las tilapias entre los tratamientos. Sin embargo, a partir del mes 4 la media de peso para el tratamiento B y C (153.60 g \pm 56.83 g y 147.21 g \pm 47.21 g, respectivamente) fue superior que la del testigo (117.14 g \pm 48.36 g).

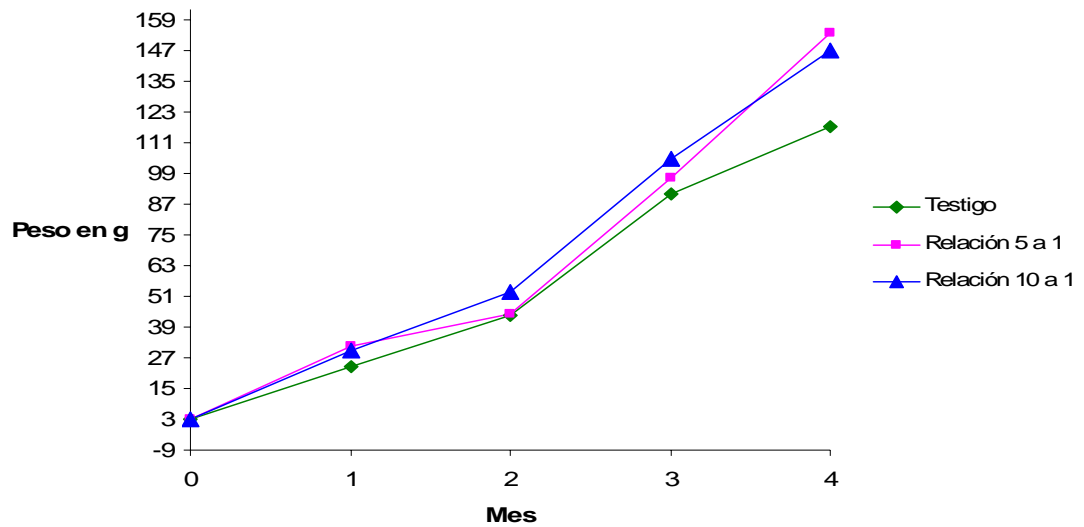


Figura 9. Curva de crecimiento de las tilapias por tratamiento.

La tasa específica de crecimiento (TEC) o porcentaje de aumento en peso con respecto al tiempo, de igual manera mostró que los tratamientos B y C (3.28 % y 3.24 %, respectivamente) fueron superiores a la TEC del tratamiento testigo (3.05 %) como se muestra en la Figura 10.

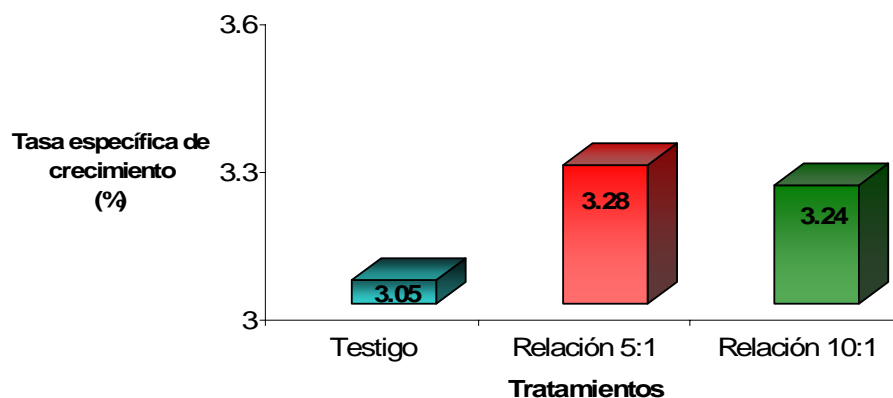


Figura 10. Tasa específica de crecimiento (porcentaje de aumento en peso) de las tilapias en los tres diferentes tratamientos.

Otros parámetros productivos que se evaluaron fueron las eficiencias de la conversión alimenticia y de la conversión proteica. Ambas fueron superiores en el tratamiento B y C con respecto al testigo como se muestra en las Figuras 11 y 12.

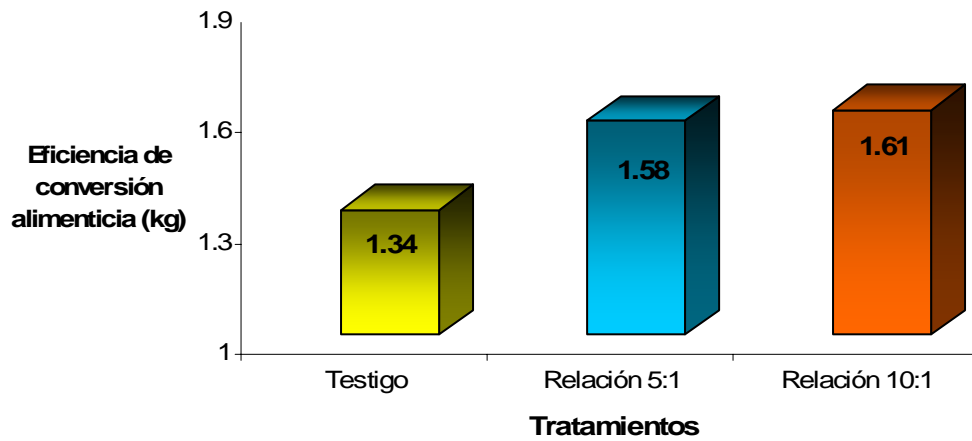


Figura 11. Eficiencia de conversión alimenticia de las tilapias en los tres diferentes tratamientos.

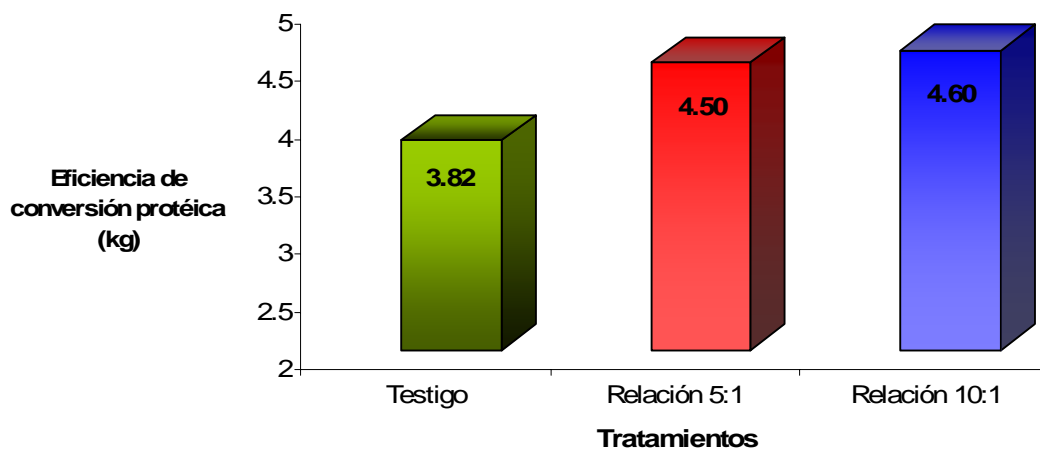


Figura 12. Eficiencia de conversión proteica de las tilapias en los tres diferentes tratamientos.

En el Anexo 5 se muestran las medias del peso por tilapia en gramos para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados. Estos pesos se detallan por mes y cada media fue obtenida en base a 114 datos (38 tilapias por repetición por 3 repeticiones). Estos datos fueron obtenidos al realizar un muestreo del 10 % de la población en cada una de las nueve parcelas experimentales.

En el Anexo 6 se observan los resultados de la Prueba de Duncan (tratamientos representados con literal A son estadísticamente superiores que los representados con literal B) para las medias del peso por tilapia en gramos para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados, dicha prueba se efectuó con el fin de seleccionar el o los mejores tratamientos ya que según los resultados del análisis de varianza del Anexo 4, las medias de los tres tratamientos tuvieron diferencias estadísticas significativas.

Según el análisis estadístico de Prueba de Duncan, las medias de peso por tilapia de los tratamientos relación B y C son estadísticamente superiores a la media de peso en el tratamiento testigo. La literal A en el tratamiento B y C (83.73 g y 81.61 g, respectivamente) es igual estadísticamente y a la vez superior al tratamiento testigo (68.78 g) representado con la literal B, tal como se muestra en la Figura 13.

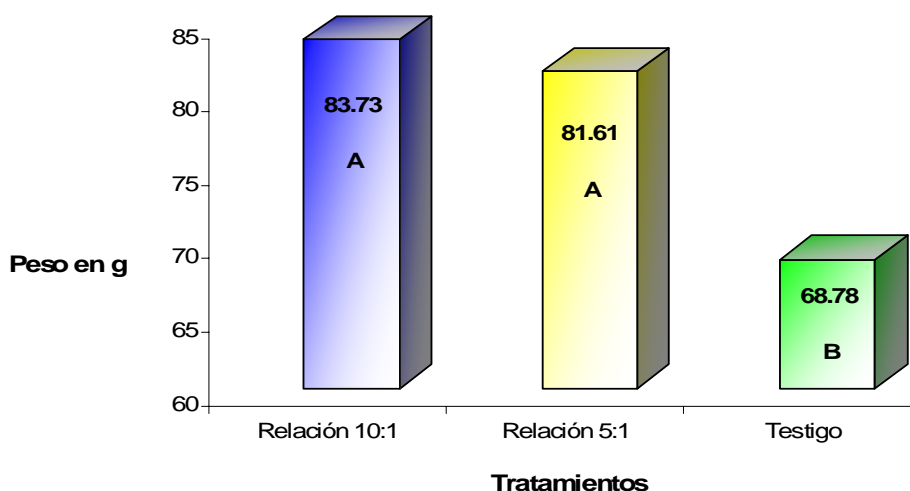


Figura 13. Peso promedio (g) de las 4 mediciones por tilapia por tratamiento.

La Figura 14 muestra la población promedio de tilapias *O. niloticus* en los tres diferentes tratamientos evaluados. La población inicial de alevines de tilapia fue de 375 en cada una de las nueve parcelas experimentales. La reducción observada en los tres tratamientos hasta el tercer mes se debió por muerte natural ya que en ningún momento se observaron daños en las tilapias muertas que pudiesen atribuirse a la depredación por parte de los guapotes laguneros, aves u otros.

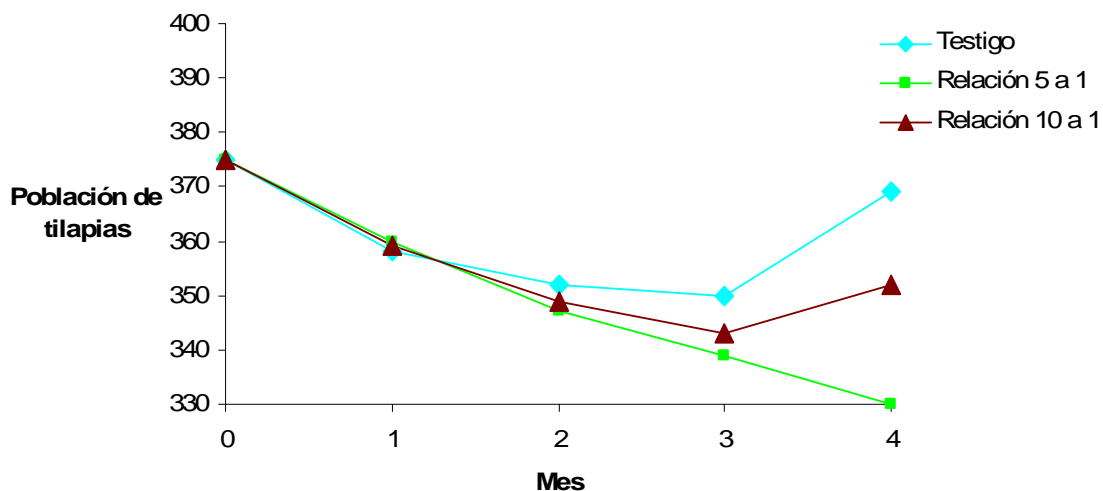


Figura 14. Población promedio por tratamiento evaluada con frecuencia mensual

Nótese en la Figura 14 que en los primeros dos meses de evaluación no se observaron mayores diferencias en las poblaciones de tilapias. No obstante, a partir del tercer mes empieza a verse como la población testigo (sin guapotes) empieza a aparecer con mayor cantidad de tilapias (350) con respecto a los otros dos tratamientos (339 y 343 en la relación 5:1 y 10:1, respectivamente). Al final del experimento a los 4 meses, estas diferencias se hicieron considerablemente más grandes (369 en el testigo, 330 en la relación 5:1 y 352 en la relación 10:1). Nótese como solo en la relación 5:1 hubo una tendencia continua a decrecer a partir del tercer mes.

El aumento en las poblaciones en el testigo pudo atribuirse a que los alevines producto de la reproducción no fueron depredados al no existir guapote lagunero *P. dovii* en el estanque. Así mismo, queda de manifiesto que la relación 5:1 dio mejores resultados como controladora biológica de los alevines de tilapia que la relación 10:1.

En el Anexo 8 se muestran las medias poblacionales de tilapia para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados. Estas medias se detallan por mes y cada media fue obtenida en base a tres mediciones por mes (1 tratamiento por 3 repeticiones). Estos datos fueron obtenidos al realizar un conteo total de la población de tilapias en cada una de las nueve parcelas experimentales.

En el Anexo 9 se observan los resultados de la Prueba de Duncan efectuado para las medias poblacionales de tilapia para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados. Dicha prueba se efectuó con el fin de seleccionar el o los mejores tratamientos ya que según los resultados del análisis de varianza del Anexo 7, las medias de los tres tratamientos tuvieron diferencias estadísticas significativas.

En la Figura 15 se muestra la media poblacional de tilapias de las cuatro mediciones efectuadas en los tres diferentes tratamientos evaluados. Con base a un análisis de Prueba de Duncan, se observan diferencias estadísticas significativas entre los tres diferentes tratamientos evaluados en cuanto a la variable población. El tratamiento testigo tiene la literal A, el tratamiento tilapia: guapote 10:1 posee la literal B y el tratamiento tilapia: guapote 5:1 tiene la literal C. La mayor media poblacional de tilapias en el tratamiento testigo se debió al incremento de la población por los alevines provenientes de la reproducción. Esta etapa se inició a partir del tercer mes de cultivo como ha sido común en los cultivos comerciales cuando no ha habido ningún tipo de control en la población excesiva de alevines de tilapias.

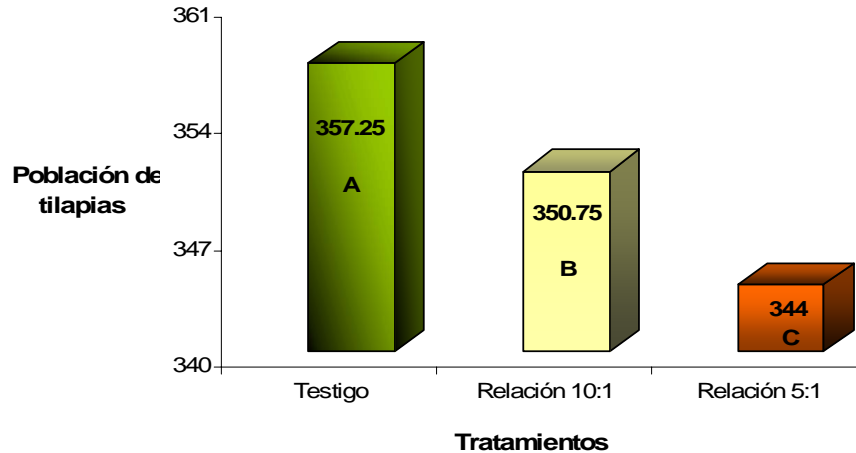


Figura 15. Población promedio de tilapias de las 4 mediciones por tratamiento.

En el Cuadro 9 se muestran los datos generales de producción para los guapotes laguneros *P. dovii*.

Cuadro 9. Datos de producción para los guapotes laguneros (*Parachromis dovii*)

Parámetros productivos	guapote lagunero 5:1	guapote lagunero 10:1
Peso inicial (g)	5	5
Peso final (g)	49.80	45.25
Población inicial	75	38
Población final	75	38
Días de cultivo	120	120
Tasa de crecimiento (g/día)	0.37	0.34
Tasa específica de crecimiento	1.92	1.84
Peso aritmético (g)	27.40	25.13
Peso geométrico (g)	15.78	15.04

Del Cuadro 9 se observa que no hubo mayores diferencias en cuanto a la tasa de crecimiento (g/día), tasa específica de crecimiento, peso aritmético y peso geométrico entre los tratamientos con respecto a los guapotes laguneros *P. dovii*. Se obtuvo una excelente sobrevivencia (100 %) y en cuatro meses tuvieron un aumento en peso de 40 g a 45 g.

A continuación se presentan los resultados del análisis de costos efectuado para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados en el Proyecto de Acuicultura de Universidad EARTH.

Cuadro 10. Costos de producción reales (en colones) para el tratamiento testigo (Tilapia) en los estanques de la Universidad EARTH.

Tratamiento Testigo (Tilapia)	Colones costarricenses	% Costos
Costo/preparacion Estanque	€9,294.71	26.41
Semilla tilapia (375 tilapias)	€11,650.00	33.10
Transporte tilapias	€1,167.11	3.32
Alimento concentrado	€9,877.72	28.07
Mano obra muestreos	€3,200.00	9.10
Costo Total	€35,189.54	100.00

Cuadro 11. Costos de producción reales (en colones) para el tratamiento 2 (Tilapia: guapote 5:1) en los estanques de EARTH.

Tratamiento. 5:1	Colones costarricenses	% Costos
Costo/preparacion Estanque	€9,274.71	21.88
Semilla tilapia (375 tilapias)	€11,650.00	27.48
Semilla guapote (75 guapotes)	€3,127.50	7.38
Transporte tilapias	€1,167.11	2.75
Transporte guapote	€4,075.50	9.61
Alimento concentrado	€9,877.72	23.30
Mano obra muestreos	€3,200.00	7.60
Costo Total	€42,392.54	100.00

**Cuadro 12. Costos de producción reales (en colones) para el tratamiento 3
(Tilapia: guapote 10:1) en los estanques de Universidad EARTH.**

Tratamiento. 10:1	Colones costarricenses	% Costos
Costo/preparación estanque	₡9,274.71	23.88
Semilla tilapia (375 tilapia)	₡11,650.00	30.00
Semilla guapote (38 guapotes)	₡1,584.60	4.08
Transporte tilapias	₡1,167.11	3.00
Transporte guapote	₡2,064.92	5.32
Alimento concentrado	₡9,877.72	25.43
Mano obra muestreos	₡3,200.00	8.29
Costo Total	₡38,839.06	100%

En los Cuadros 10, 11 y 12 se desglosan los costos de producción para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados. Según estos el tratamiento que requiere una mayor inversión es el tratamiento relación tilapia: guapote 5:1 con un costo total de 42,392.54 colones costarricenses, seguido por el tratamiento relación tilapia: guapote 10:1 con un costo total de 38,839.06 colones costarricenses, y por último el tratamiento que requiere una menor inversión es el tratamiento testigo (tilapia) con un costo total de 35,189.54 colones costarricenses. Esta diferencia con el tratamiento testigo se da básicamente por los costos en que se incurren por la compra de la semilla del guapote lagunero y por el transporte de estos.

La obtención de los costos por tratamiento que se mostraron en los cuadros anteriores, se detalla a continuación:

- **Costo de preparación de los estanques:** Para el cálculo de este rubro se tomó en cuenta el costo de los insumos utilizados para la preparación de los tres estanques siendo estos: cal agrícola (₡507.98), sarán (₡72,012.30), y la malla

plástica cobertora (¢11,132.10). El costo total el cual fue de 83,652.38 colones costarricenses, fue dividido entre los nueve encierros (tres encierros por estanque).

- **Costo de semilla de tilapia y guapote lagunero:** Para el cálculo de este rubro se tomo en cuenta el costo por tilapia y guapote, así como la cantidad poblacional utilizada de estos en cada uno de los tres tratamientos siendo estos: para el tratamiento A en el cual se usaron 375 tilapias fue de ¢11,650.00 (¢31.07/tilapia). Para el tratamiento B el costo total de este rubro fue de ¢14,777.50, el cual se desglosa en ¢11,650.00 por las 375 tilapias y ¢3,127.50 por los 75 guapotes laguneros. En el caso del tratamiento C el costo total fue de ¢13,234.60, el cual se desglosa en ¢11,650.00 por las 375 tilapias y ¢1,584.60 por los 38 guapotes laguneros que contiene dicho tratamiento.
- **Costo por transporte de tilapias y guapotes:** Para el cálculo de este rubro se tomo en cuenta el costo de la movilización con automóvil hacia la Universidad Nacional de Heredia el cual fue de ¢21,736.00 y este costo fue dividido entre la cantidad total de guapotes laguneros transportados y luego dicho costo por guapote fue multiplicado por el número de guapotes de cada tratamiento para obtener el costo de transporte. En el caso del transporte de las tilapias el costo de la movilización automovilística fue de ¢10,504.00 y en este caso dicho costo fue dividido entre los nueve encierros, para obtener el costo de transporte por tratamiento.
- **Costo de alimentación:** Para el cálculo de este rubro se tomo en cuenta la cantidad total de sacos de alimento concentrado Montes de Oro dado a los nueve encierros durante la fase de campo de 120 días, siendo el desglose de estos: cuatro sacos de alimento concentrado # 4000 con un costo total de ¢45,935.07; dos sacos de alimento concentrado # 4011, ¢17,979.40; dos sacos

de alimento concentrado # 4022, ¢17,580.00 y un saco de alimento concentrado # 3533, ¢7,405.00. El costo total el cual fue de 88,899.47 colones costarricenses, fue dividido entre los nueve encierros (tres encierros por estanque).

A continuación se presentan los resultados de la proyección de ingresos efectuado para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados en base a la población y peso en gramos de las tilapias luego de cuatro meses de evaluación:

Cuadro 13. Proyección de ingresos en colones costarricenses para el tratamiento testigo tilapia en los estanques de Universidad EARTH.

Trat. Testigo (Tilapia)	Biomasa kg en 4 meses	Precio por kg	Proyección de ingresos
369 tilapias	43.22	¢2,150.00	¢92,933.02
		Ingresos Total	¢92,933.02

Cuadro 14. Proyección de ingresos en colones costarricenses para el tratamiento relación tilapia: guapote 5:1 en los estanques de Universidad EARTH.

Trat. Relación 5:1	Biomasa kg en 4 meses	Precio por kg	Proyección de ingresos
330 tilapias	50.69	¢2,150.00	¢108,979.20
75 guapotes	3.56	¢2,500.00	¢8,911.88
		Ingreso Total	¢117,891.08

Cuadro 15. Proyección de ingresos en colones costarricenses para el tratamiento tilapia: guapote relación 10:1 en los estanques de Universidad EARTH.

Trat. Relación 10:1	Biomasa kg en 4 meses	Precio por kg	Proyección de ingresos
352 tilapias	51.82	¢2,150.00	¢111,408.53
38 guapotes	1.81	¢2,500.00	¢4,515.35
		Ingreso Total	¢115,923.88

En los Cuadros 13, 14 y 15 se muestran las proyecciones de ingreso en base a la venta de las tilapias enteras frescas en el caso del tratamiento testigo y a la venta de las tilapias y guapotes laguneros enteros frescos en los tratamientos relación tilapia: guapote 5:1 y 10:1.

Cuadro 16. Precio en colones costarricenses por kg de tilapia entera fresca (descamada y desviscerada)

Puntos de Venta	Precio por kg
Tilapia EARTH	¢ 1,800.00
Perimercados Guanacaste	¢ 1,900.00
Más x Menos Guápiles	¢ 2,200.00

El precio por kilogramo de tilapia entera fresca para realizar el cálculo de la proyección de ingresos, se estipuló corroborando los precios del mercado tal como se muestra en el Cuadro 16. El precio por kilogramo del guapote lagunero se colocó ¢350.00 por sobre el precio por kilogramo de la tilapia para realizar la proyección de ingresos por concepto de venta de los guapotes laguneros debido a que según Valverde (2006)³, es un pez muy apetecido por los pobladores de las comunidades rurales el cual se puede llegar a comercializar a muy buen precio, incluso por sobre el precio de la tilapia.

A continuación se muestran el cálculo de las rentabilidades para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados aplicando la fórmula de la rentabilidad.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingresos} - \text{Egresos}}{\text{Egresos}} \times 100$$

³ Valverde, J. 2006. Mercadeo del pez guapote (entrevista). Universidad EARTH. Limón, CR. Comunicación personal.

La rentabilidad para el tratamiento testigo (tilapia) se muestra a continuación:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{¢}92,933.02 - \text{¢}35,189.54}{\text{¢}35,189.54} \times 100 = \mathbf{164.09 \%}$$

Para el caso del tratamiento relación tilapia: guapote 5:1 la rentabilidad es la siguiente:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{¢}117,891.08 - \text{¢}42,392.54}{\text{¢}42,392.54} \times 100 = \mathbf{178.09 \%}$$

En el tratamiento relación tilapia: guapote 10:1 la rentabilidad es la siguiente:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{¢}115,923.88 - \text{¢}38,839.06}{\text{¢}38,839.06} \times 100 = \mathbf{198.47 \%}$$

Según el análisis de rentabilidades para cada uno de los tres diferentes tratamientos evaluados, el mejor tratamiento desde el punto de vista económico es el tratamiento relación tilapia: guapote 10:1 con una rentabilidad del 198.47 %, seguido por el tratamiento relación tilapia: guapote 5:1 con rentabilidad del 178.09 %, el tercer

lugar esta ocupado por el tratamiento testigo (tilapia) el cual posee una rentabilidad de 164.09 %.

6 CONCLUSIONES

En la presente investigación sobre el control biológico de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) utilizando guapote lagunero (*Parachromis dovii*) en los estanques de Universidad EARTH, se encontró que hubo diferencias estadísticas significativas en la variable peso entre los tres diferentes tratamientos evaluados. Esto significa que el asocio de guapote lagunero con tilapia fue efectivo debido a que los tratamientos tilapia: guapote 10:1 y tilapia: guapote 5:1 con medias de peso de 83.73 g y 81.61 g, respectivamente, fueron estadísticamente superiores al peso en gramos del tratamiento testigo el cual fue de 68.78 g.

En el caso de la variable población de tilapias por tratamiento, se encontraron igualmente diferencias estadísticas significativas, otorgándole la Prueba de Duncan la mayor media poblacional al tratamiento testigo con 357.25 tilapias, el segundo lugar al tratamiento relación tilapia: guapote 10:1 con 350.75 tilapias y el tercer lugar al tratamiento tilapia: guapote 5:1 con 344 tilapias.

Al no existir guapotes laguneros en el tratamiento testigo hubo un incremento en la población de éste pasando de 350 tilapias en el tercer mes a 369 tilapias en el cuarto mes. Esto debido a la reproducción de las tilapias que se introdujeron inicialmente en este tratamiento testigo. Se establece así mismo, una relación inversa entre el incremento en la población de tilapias por causa de la población excesiva de alevines con respecto al aumento en peso siendo este de 68.78 g en este tratamiento.

La posibilidad de venta del guapote lagunero en los tratamientos tilapia: guapote relación 5:1 y 10:1 permite obtener rentabilidades de 198.47 % y 178.09 % respectivamente, encontrándose por encima de la rentabilidad del tratamiento testigo (tilapia) la cual es de 164.09 %.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda que en los futuros proyectos en el Área de Acuicultura de la Universidad EARTH y los piscicultores de la zona, trabajen en producción de tilapias no reversadas asociadas con guapote lagunero en relaciones 5:1 y/o 10:1, ya que con estas relaciones se logra obtener un mayor peso por tilapia y se consigue realizar un control biológico de los alevines de tilapia producto de la reproducción.

Se recomienda que al momento de la siembra en los estanques, se introduzcan guapotes laguneros y tilapias con un peso y tamaño similar, debido a que si los guapotes tienen un mayor peso y tamaño que las tilapias, estos acabarán depredándolas.

Dado a que uno de los mayores problemas en el caso de los guapotes laguneros fue la escasa información sobre el mercado y comercialización del mismo, se recomienda a futuro llevar a cabo un proyecto empresarial o de graduación sobre dicho tema.

Para evitar pérdidas por depredación de alevines por parte de los pájaros, al momento de establecer todo tipo de explotación acuícola se recomienda establecer barreras (malla cobertora plástica) que sirvan para controlar la depredación.

Desde el punto de vista económico se recomienda trabajar con tilapias asociadas con guapote lagunero, debido a que aparte de la venta de la tilapia se perciben ingresos adicionales por concepto de venta de los guapotes laguneros. Obteniéndose así una rentabilidad mayor en el sistema de policultivo.

8 BIBLIOGRAFÍA CITADA

Alceste, C. C. 2005. Mercado y comercialización de tilapia en los Estados Unidos y la Unión Europea (en línea). Panorama Acuícola. Consultado 06 jul. 2006. Disponible en <http://fis.com/panoramacuicola/noticias/noticia%205.htm>

AquaNIC (Aquaculture Network Information Center, US). 2006. Pond culture of Tilapia (en línea). Illinois, US. Consultado 11 feb. 2006. Disponible en http://www.aquanic.org/publicat/usda_rac/efs/srac/280fs.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2004. El estado mundial de la pesca y la acuicultura (en línea). Consultado 06 jul. 2006. Disponible en http://www.fao.org/docrep/007/y5600s/y5600s04.htm#p_1

Hernandez, I. 2001. La pesca del Guapote Lagunero, familia cichlidae, genero *Parachromis dovii* (en línea). San José, CR. Consultado 12 mayo 2006. Disponible en http://www.elanzuelo.com/la_pesca/la_pesca_de_guapote.htm

Hoshina, T.; Sano T.; Morimoto T. 1958. A *Streptococcus* pathogenic to fish. Journal of Tokio University Fisheries 44:57-68.

Iregui, C. 2006. Enfermedades bacterianas más frecuentes en tilapia roja (*Oreochromis spp.*) In Seminario Internacional de Acuicultura (2006, San José, CR). Resúmenes. San José, CR. p. 20-25.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV), 2001. Guía para el cultivo de tilapia en estanques (en línea). Consultado 09 feb. 2006. Disponible en http://72.14.203.104/search?q=cache:SIGluz_mwikJ:www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/GUIA%2520TECNICA%2520TILAPIA.pdf+Guia+de+produccion+de+Tilapia&hl=es&gl=cr&ct=clnk&cd=1

Noriega, C. 2001. Acuicultura: manual de curso sobre producción acuícola. Guatemala, CA, ENCA. 22 p.

Salas, J.; Garrido, C. 2003. Atlas Dr. Pez (en línea). España. Consultado 21 jul. 2006. Disponible en <http://atlas.drpez.org/Parachromis-dovii>

Shoemaker, C.; Klesius, P. 1997. Streptococcal disease problems and control. *In* Fitzsimmons K. Ed. Tilapia Aquaculture. New York, US, Northeast Regional Agricultural Engineering Service. V2:671-682 p.

9 ANEXOS

Anexo 1. Tabla del balance nutricional de un saco de 30 kg del alimento concentrado Montes de Oro # 4000, 4011 y 4022.

Descripción	Cantidades	Valor nutricional %
Humedad	Max	10 %
Proteína cruda	Min	40 %
Extracto etéreo	Min	4.0 %
Fibra cruda	Max	5.0 %
Energía digestible	Min	2,600 Kcal/kg
Calcio	Min	0.90 %
Calcio	Max	1.60 %
Fósforo	Min	1.00 %
Sal (NaCl)	Min	0.20 %
Sal (NaCl)	Max	0.30 %

Fuente: Etiqueta Concentrados “Montes de Oro”. Lic. RCA-MAG: 016-107

Anexo 2. Tabla del balance nutricional de un saco de 30 kg del alimento concentrado Montes de Oro # 3533

Descripción	Cantidades	Valor nutricional %
Humedad	Max	10 %
Proteína cruda	Min	35 %
Extracto etéreo	Min	6 %
Fibra cruda	Max	4.5 %
Energía digestible	Min	2600 Kcal/kg
Calcio	Min	0.90 %
Calcio	Max	1.60 %
Fósforo	Min	1.00 %
Sal (NaCl)	Min	0.20 %
Sal (NaCl)	Max	0.30 %

Fuente: Etiqueta Concentrados “Montes de Oro”. Lic. RCA-MAG: 016-090

Anexo 3. Requerimiento proteico de las tilapias según etapa de desarrollo.

% Proteína	Etapa de uso
40	Hasta los 100 g (60 a 90 días)
35	De 100 g hasta 300 g (120 a 150 días)
30	De 300 g hasta el peso al mercado (150 a 240 días)

Fuente: Panfleto informativo concentrado “Montes de Oro”.

Anexo 4. Resumen del ANOVA para peso de las tilapias en gramos.

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	59674.624	29837.312	27.74*	<.0001
Estanque	2	2032.721	1016.360	0.94	0.3890
Tratamiento*estanque	4	36527.893	9131.973	8.49	<.0001
Mes	3	2595720.781	865240.260	804.30	<.0001
Tratamiento*mes	6	48194.013	8032.336	7.47	<.0001
Error	1350	1452287.509	161302.943		
Total	1367	4194437.541	1075.769		

*diferencia estadística significativa entre los tratamientos

Coefficiente de variación: **42.03 %**

Anexo 5. ANOVA del peso (g) para los 3 diferentes tratamientos en las 4 mediciones efectuadas.

Tratamiento	Mes	N	Media peso (g)	Desv. estándar
Testigo	1	114	23.53	9.22
Testigo	2	114	43.29	17.94
Testigo	3	114	91.18	33.93
Testigo	4	114	117.14	48.36
Relación 5:1	1	114	31.67	11.03
Relación 5:1	2	114	43.98	15.08
Relación 5:1	3	114	97.19	38.49
Relación 5:1	4	114	153.60	56.83
Relación 10:1	1	114	30.00	10.95
Relación 10:1	2	114	52.83	20.24
Relación 10:1	3	114	104.89	38.43
Relación 10:1	4	114	147.21	47.21

Anexo 6. Prueba de Duncan de los tratamientos para la variable peso en gramos de las tilapias.

Tratamiento	N	Media	Literal
Relación 10:1	456	83.73	A
Relación 5:1	456	81.61	A
Testigo	456	68.78	B

Anexo 7. Resumen del ANOVA para población de tilapias.

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	1053.50	526.75	18.72	<.0001
Estanque	2	114.50	57.25	2.03	0.1597
Tratamiento*estanque	4	233.00	58.25	2.07	0.1272
Mes	3	1042.00	347.33	12.34	0.0001
Tratamiento*mes	6	1470.50	245.08	8.71	0.0002
Error	18	506.50	230.21		
Total	35	4420.00	28.14		

*diferencia estadística significativa entre los tratamientos

Coefficiente de variación: **1.51 %**

Anexo 8. ANOVA de la población (# de tilapias) para los 3 diferentes tratamientos en las 4 mediciones efectuadas.

Tratamiento	Mes	N	Media poblacional	Desv. Estándar
Testigo	1	3	358.00	2.64
Testigo	2	3	352.00	2.00
Testigo	3	3	350.00	2.00
Testigo	4	3	369.00	13.74
Relación 5:1	1	3	360.00	2.00
Relación 5:1	2	3	347.00	2.00
Relación 5:1	3	3	339.00	2.00
Relación 5:1	4	3	330.00	8.18
Relación 10:1	1	3	359.00	2.00
Relación 10:1	2	3	349.00	5.00
Relación 10:1	3	3	343.00	7.94
Relación 10:1	4	3	352.00	7.21

Anexo 9. Prueba de Duncan de los tratamientos para la variable población de las tilapias.

Tratamiento	N	Media	Literal
Testigo	12	357.25	A
Relación 10:1	12	350.75	B
Relación 5:1	12	344.00	C

Anexo 10. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 1, primera medición. 2006.

ESTANQUE 1				
Tratamiento 1	Tratamiento 2		Tratamiento 3	
Solo tilapia	Relación 5:1		Relación 10:1	
TILAPIA	TILAPIA	GUAPOTES	TILAPIA	GUAPOTES
30.00	10.00	6.00	20.00	10.00
30.00	40.00	10.00	20.00	7.00
20.00	50.00	9.00	20.00	13.00
15.00	30.00	12.00	30.00	9.00
10.00	20.00	5.00	50.00	12.00
40.00	40.00	11.00	60.00	6.00
30.00	31.00	15.00	30.00	8.00
40.00	37.00	16.00	30.00	11.00
20.00	12.00	11.00	30.00	7.00
15.00	27.00	10.00	30.00	9.00
30.00	44.00		20.00	
30.00	32.00		20.00	
20.00	21.00		50.00	
10.00	15.00		20.00	
20.00	36.00		20.00	
20.00	19.00		30.00	
20.00	13.00		20.00	
10.00	42.00		19.00	
24.00	31.00		21.00	
12.00	40.00		32.00	
21.00	15.00		22.00	
40.00	21.00		51.00	
19.00	44.00		31.00	
11.00	33.00		37.00	
16.00	22.00		19.00	
21.00	54.00		25.00	
23.00	31.00		20.00	
12.00	51.00		18.00	
19.00	32.00		22.00	
22.00	19.00		61.00	
42.00	22.00		33.00	
16.00	30.00		54.00	
24.00	34.00		30.00	
33.00	32.00		20.00	
50.00	40.00		22.00	
29.00	35.00		24.00	
20.00	44.00		27.00	
24.00	51.00		35.00	

Anexo 11. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 2, primera medición. 2006.

ESTANQUE 2				
Tratamiento 1 Relación 10:1		Tratamiento 2 Solo tilapia	Tratamiento 3 Relación 5:1	
TILAPIA	GUAPOTE	TILAPIA	TILAPIA	GUAPOTES
19.00	9.00	19.00	12.00	12.00
20.00	8.00	28.00	41.00	9.00
22.00	10.00	21.00	53.00	11.00
34.00	11.00	16.00	29.00	10.00
51.00	14.00	11.00	19.00	6.00
32.00	7.00	39.00	37.00	12.00
53.00	9.00	28.00	32.00	11.00
20.00	10.00	21.00	38.00	8.00
21.00	6.00	40.00	15.00	12.00
30.00	10.00	16.00	25.00	12.00
32.00		30.00	49.00	
31.00		20.00	30.00	
20.00		30.00	22.00	
51.00		12.00	16.00	
30.00		21.00	35.00	
29.00		20.00	20.00	
17.00		20.00	14.00	
21.00		18.00	40.00	
36.00		23.00	30.00	
33.00		14.00	42.00	
21.00		22.00	16.00	
32.00		20.00	34.00	
30.00		38.00	32.00	
34.00		10.00	40.00	
20.00		20.00	21.00	
22.00		17.00	50.00	
19.00		22.00	34.00	
19.00		20.00	48.00	
21.00		17.00	33.00	
30.00		12.00	22.00	
43.00		28.00	20.00	
41.00		13.00	30.00	
33.00		25.00	31.00	
54.00		39.00	33.00	
32.00		42.00	37.00	
22.00		51.00	36.00	
50.00		18.00	43.00	
32.00		27.00	48.00	

Anexo 12. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 3, primera medición. 2006.

ESTANQUE 3				
Tratamiento 1 Relación 5:1		Tratamiento 2 Relación 10:1		Tratamiento 3 Solo tilapia
TILAPIA	GUAPOTE	TILAPIA	GUAPOTES	TILAPIA
11.00	10.00	30.00	12.00	28.00
38.00	16.00	19.00	16.00	32.00
51.00	6.00	23.00	8.00	17.00
29.00	8.00	34.00	9.00	31.00
24.00	9.00	51.00	11.00	12.00
42.00	12.00	59.00	10.00	37.00
30.00	14.00	28.00	14.00	29.00
36.00	13.00	27.00	7.00	36.00
16.00	8.00	24.00	6.00	22.00
20.00	7.00	32.00	10.00	12.00
45.00		30.00		33.00
33.00		18.00		29.00
18.00		38.00		23.00
25.00		17.00		14.00
20.00		20.00		22.00
37.00		34.00		18.00
20.00		16.00		20.00
40.00		31.00		17.00
32.00		20.00		29.00
51.00		32.00		22.00
17.00		19.00		24.00
23.00		45.00		13.00
43.00		40.00		26.00
30.00		31.00		15.00
27.00		20.00		21.00
44.00		32.00		16.00
30.00		30.00		24.00
50.00		15.00		11.00
31.00		30.00		23.00
20.00		52.00		21.00
17.00		31.00		34.00
32.00		40.00		19.00
36.00		29.00		41.00
29.00		21.00		26.00
41.00		26.00		48.00
36.00		30.00		22.00
40.00		29.00		19.00
39.00		37.00		20.00

Anexo 13. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 1, segunda medición. 2006.

ESTANQUE 1				
Tratamiento 1 Solo tilapia	Tratamiento 2 Relación 5:1		Tratamiento 3 Relación 10:1	
TILAPIA	TILAPIA	GUAPOTES	TILAPIA	GUAPOTES
51.00	35.00	15.00	58.00	21.00
57.00	31.00	20.00	28.00	14.00
45.00	35.00	7.00	29.00	13.00
37.00	51.00	9.00	21.00	7.00
31.00	75.00	8.00	27.00	7.00
56.00	61.00	12.00	37.00	13.00
41.00	38.00	9.00	19.00	12.00
65.00	57.00	10.00	75.00	21.00
21.00	50.00	13.00	39.00	11.00
60.00	90.00	10.00	35.00	8.00
60.00	26.00		79.00	
30.00	34.00		60.00	
29.00	53.00		66.00	
44.00	35.00		38.00	
32.00	48.00		30.00	
40.00	40.00		55.00	
46.00	37.00		35.00	
43.00	15.00		27.00	
23.00	22.00		44.00	
12.00	30.00		38.00	
53.00	31.00		30.00	
32.00	23.00		55.00	
42.00	60.00		26.00	
58.00	33.00		40.00	
33.00	30.00		34.00	
59.00	72.00		20.00	
61.00	33.00		32.00	
66.00	50.00		72.00	
35.00	36.00		29.00	
52.00	38.00		22.00	
34.00	52.00		55.00	
45.00	29.00		40.00	
32.00	35.00		65.00	
64.00	60.00		42.00	
34.00	32.00		31.00	
28.00	46.00		48.00	
66.00	71.00		51.00	
42.00	40.00		64.00	

Anexo 14. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 2, segunda medición. 2006.

ESTANQUE 2				
Tratamiento 1 Relación 10:1		Tratamiento 2 Solo tilapia	Tratamiento 3 Relación 5:1	
TILAPIA	GUAPOTE	TILAPIA	TILAPIA	GUAPOTES
110.00	23.00	64.00	36.00	20.00
45.00	10.00	55.00	67.00	23.00
93.00	8.00	35.00	49.00	9.00
55.00	6.00	60.00	91.00	26.00
71.00	9.00	35.00	52.00	25.00
77.00	11.00	25.00	70.00	20.00
62.00	12.00	30.00	45.00	16.00
75.00	7.00	37.00	25.00	14.00
35.00	21.00	25.00	55.00	13.00
44.00	18.00	14.00	29.00	14.00
30.00		31.00	71.00	
28.00		52.00	38.00	
34.00		32.00	64.00	
92.00		42.00	65.00	
85.00		26.00	24.00	
55.00		67.00	47.00	
72.00		70.00	48.00	
44.00		60.00	33.00	
38.00		64.00	30.00	
30.00		43.00	38.00	
44.00		74.00	51.00	
74.00		39.00	35.00	
56.00		29.00	69.00	
70.00		52.00	44.00	
76.00		90.00	24.00	
66.00		67.00	63.00	
32.00		42.00	64.00	
43.00		53.00	53.00	
39.00		25.00	45.00	
62.00		70.00	30.00	
29.00		37.00	37.00	
75.00		59.00	25.00	
80.00		41.00	50.00	
45.00		50.00	65.00	
34.00		20.00	50.00	
55.00		19.00	62.00	
70.00		27.00	63.00	
36.00		35.00	51.00	

Anexo 15. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 3, segunda medición. 2006.

ESTANQUE 3				
Tratamiento 1 Relación 5:1		Tratamiento 2 Relación 10:1		Tratamiento 3 Solo tilapia
TILAPIA	GUAPOTE	TILAPIA	GUAPOTES	TILAPIA
30.00	11.00	48.00	12.00	21.00
37.00	16.00	105.00	9.00	28.00
40.00	12.00	60.00	18.00	89.00
25.00	10.00	59.00	23.00	26.00
26.00	14.00	72.00	11.00	18.00
46.00	19.00	78.00	10.00	20.00
45.00	9.00	60.00	12.00	21.00
30.00	21.00	37.00	15.00	26.00
25.00	13.00	30.00	20.00	27.00
41.00	8.00	32.00	10.00	63.00
40.00		36.00		19.00
55.00		85.00		30.00
66.00		91.00		35.00
40.00		70.00		85.00
51.00		81.00		63.00
37.00		71.00		26.00
62.00		37.00		77.00
46.00		30.00		64.00
27.00		57.00		32.00
30.00		46.00		22.00
28.00		47.00		65.00
49.00		82.00		25.00
39.00		59.00		29.00
40.00		60.00		40.00
46.00		70.00		29.00
65.00		77.00		72.00
54.00		57.00		52.00
38.00		31.00		25.00
35.00		62.00		50.00
34.00		35.00		59.00
41.00		75.00		20.00
40.00		39.00		25.00
50.00		62.00		61.00
32.00		72.00		59.00
28.00		53.00		27.00
27.00		69.00		43.00
26.00		61.00		75.00
51.00		70.00		32.00

Anexo 16. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 1, tercera medición. 2006.

ESTANQUE 1				
Tratamiento 1	Tratamiento 2		Tratamiento 3	
Solo tilapia	Relación 5:1		Relación 10:1	
TILAPIA	TILAPIA	GUAPOTES	TILAPIA	GUAPOTES
110.00	124.00	48.00	51.00	27.00
111.00	38.00	50.00	74.00	45.00
125.00	72.00	25.00	56.00	51.00
127.00	108.00	19.00	38.00	42.00
140.00	75.00	40.00	142.00	20.00
147.00	37.00	49.00	121.00	28.00
147.00	113.00	18.00	113.00	17.00
81.00	33.00	26.00	182.00	19.00
95.00	147.00	30.00	169.00	31.00
71.00	98.00	29.00	109.00	25.00
77.00	111.00		71.00	
51.00	65.00		113.00	
101.00	72.00		111.00	
66.00	56.00		141.00	
82.00	147.00		67.00	
85.00	25.00		77.00	
66.00	42.00		130.00	
52.00	80.00		113.00	
65.00	92.00		38.00	
49.00	97.00		135.00	
55.00	120.00		72.00	
83.00	136.00		90.00	
59.00	95.00		70.00	
69.00	105.00		63.00	
142.00	115.00		147.00	
143.00	94.00		74.00	
126.00	117.00		91.00	
87.00	148.00		65.00	
59.00	123.00		63.00	
89.00	119.00		43.00	
69.00	93.00		27.00	
112.00	86.00		140.00	
81.00	71.00		167.00	
69.00	59.00		114.00	
79.00	79.00		136.00	
83.00	71.00		132.00	
72.00	159.00		148.00	
69.00	83.00		162.00	

Anexo 17. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 2, tercera medición. 2006.

ESTANQUE 2				
Tratamiento 1 Relación 10:1		Tratamiento 2 Solo tilapia	Tratamiento 3 Relación 5:1	
TILAPIA	GUAPOTE	TILAPIA	TILAPIA	GUAPOTES
83.00	77.00	85.00	156.00	47.00
70.00	15.00	170.00	79.00	20.00
99.00	18.00	169.00	76.00	32.00
150.00	44.00	169.00	110.00	19.00
201.00	14.00	72.00	137.00	16.00
120.00	32.00	112.00	82.00	33.00
100.00	62.00	118.00	141.00	34.00
140.00	19.00	84.00	91.00	34.00
50.00	16.00	65.00	48.00	23.00
56.00	21.00	79.00	170.00	27.00
124.00		94.00	95.00	
101.00		63.00	160.00	
97.00		85.00	167.00	
73.00		52.00	136.00	
81.00		74.00	18.00	
112.00		198.00	129.00	
105.00		124.00	105.00	
126.00		92.00	68.00	
95.00		115.00	92.00	
136.00		55.00	201.00	
201.00		131.00	98.00	
154.00		101.00	140.00	
108.00		72.00	87.00	
128.00		71.00	114.00	
102.00		94.00	108.00	
108.00		92.00	122.00	
135.00		105.00	86.00	
137.00		86.00	85.00	
132.00		100.00	120.00	
107.00		97.00	154.00	
53.00		82.00	150.00	
58.00		70.00	113.00	
85.00		95.00	120.00	
98.00		53.00	76.00	
74.00		82.00	125.00	
59.00		61.00	158.00	
101.00		65.00	13.00	
103.00		48.00	54.00	

Anexo 18. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 3, tercera medición. 2006.

ESTANQUE 3				
Tratamiento 1 Relación 5:1		Tratamiento 2 Relación 10:1		Tratamiento 3 Solo tilapia
TILAPIA	GUAPOTE	TILAPIA	GUAPOTES	TILAPIA
117.00	41.00	199.00	8.00	194.00
156.00	20.00	150.00	22.00	216.00
118.00	19.00	90.00	58.00	81.00
130.00	40.00	46.00	25.00	111.00
94.00	41.00	64.00	24.00	202.00
39.00	15.00	95.00	14.00	85.00
148.00	47.00	92.00	13.00	110.00
50.00	44.00	60.00	18.00	75.00
55.00	35.00	94.00	35.00	98.00
134.00	20.00	127.00	38.00	88.00
99.00		145.00		81.00
80.00		162.00		66.00
56.00		96.00		84.00
95.00		87.00		87.00
40.00		134.00		101.00
147.00		95.00		74.00
49.00		174.00		55.00
97.00		73.00		101.00
55.00		63.00		78.00
115.00		51.00		94.00
150.00		91.00		83.00
42.00		92.00		74.00
48.00		89.00		63.00
124.00		120.00		94.00
54.00		91.00		89.00
131.00		78.00		78.00
111.00		50.00		51.00
148.00		99.00		57.00
39.00		101.00		69.00
54.00		66.00		97.00
65.00		97.00		81.00
72.00		112.00		75.00
81.00		115.00		56.00
95.00		154.00		93.00
55.00		187.00		88.00
73.00		121.00		52.00
84.00		135.00		77.00
91.00		146.00		62.00

Anexo 19. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 1, cuarta medición. 2006.

ESTANQUE 1				
Tratamiento 1 Solo tilapia	Tratamiento 2 Relación 5:1		Tratamiento 3 Relación 10:1	
TILAPIA	TILAPIA	GUAPOTES	TILAPIA	GUAPOTES
126.00	201.00	62.00	147.00	66.00
154.00	280.00	37.00	162.00	57.00
171.00	162.00	53.00	160.00	56.00
103.00	146.00	74.00	146.00	34.00
150.00	100.00	55.00	91.00	58.00
130.00	170.00	45.00	198.00	97.00
152.00	134.00	30.00	103.00	19.00
140.00	191.00	33.00	120.00	44.00
170.00	154.00	43.00	120.00	21.00
125.00	85.00	50.00	130.00	50.00
111.00	154.00		150.00	
180.00	240.00		122.00	
175.00	190.00		74.00	
120.00	200.00		135.00	
101.00	140.00		95.00	
60.00	200.00		80.00	
74.00	276.00		34.00	
124.00	160.00		40.00	
169.00	144.00		146.00	
58.00	187.00		160.00	
174.00	205.00		158.00	
116.00	198.00		90.00	
100.00	150.00		132.00	
109.00	103.00		100.00	
151.00	168.00		196.00	
129.00	151.00		147.00	
101.00	81.00		126.00	
170.00	152.00		120.00	
152.00	194.00		133.00	
72.00	235.00		121.00	
148.00	188.00		142.00	
122.00	168.00		144.00	
110.00	274.00		137.00	
176.00	151.00		161.00	
129.00	157.00		94.00	
97.00	183.00		135.00	
129.00	220.00		125.00	
165.00	99.00		155.00	

Anexo 20. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 2, cuarta medición. 2006.

ESTANQUE 2				
Tratamiento 1 Relación 10:1		Tratamiento 2 Solo tilapia	Tratamiento 3 Relación 5:1	
TILAPIA	GUAPOTE	TILAPIA	TILAPIA	GUAPOTES
105.00	48.00	124.00	250.00	44.00
135.00	34.00	139.00	240.00	23.00
110.00	69.00	154.00	214.00	62.00
200.00	16.00	61.00	123.00	48.00
146.00	17.00	134.00	121.00	32.00
188.00	36.00	84.00	270.00	41.00
238.00	25.00	124.00	148.00	30.00
108.00	50.00	115.00	260.00	40.00
60.00	29.00	120.00	133.00	52.00
75.00	31.00	132.00	132.00	45.00
107.00		80.00	150.00	
197.00		85.00	280.00	
143.00		148.00	67.00	
236.00		50.00	163.00	
105.00		92.00	80.00	
196.00		121.00	187.00	
142.00		137.00	153.00	
185.00		120.00	153.00	
57.00		49.00	135.00	
68.00		95.00	120.00	
195.00		78.00	193.00	
110.00		150.00	124.00	
185.00		121.00	255.00	
79.00		136.00	205.00	
199.00		112.00	237.00	
149.00		88.00	192.00	
105.00		117.00	200.00	
139.00		135.00	172.00	
235.00		91.00	140.00	
110.00		116.00	80.00	
139.00		68.00	89.00	
110.00		130.00	175.00	
198.00		86.00	63.00	
150.00		132.00	47.00	
143.00		50.00	193.00	
195.00		86.00	64.00	
107.00		116.00	39.00	
205.00		127.00	76.00	

Anexo 21. Peso en gramos por tilapia y guapote en el estanque 3, cuarta medición. 2006.

ESTANQUE 3				
Tratamiento 1 Relación 5:1		Tratamiento 2 Relación 10:1		Tratamiento 3 Solo tilapia
TILAPIA	GUAPOTE	TILAPIA	GUAPOTES	TILAPIA
87.00	62.00	102.00	40.00	65.00
72.00	47.00	240.00	80.00	61.00
189.00	61.00	210.00	41.00	232.00
202.00	60.00	237.00	76.00	108.00
195.00	67.00	102.00	32.00	40.00
148.00	27.00	187.00	40.00	37.00
124.00	68.00	203.00	74.00	29.00
165.00	75.00	100.00	45.00	206.00
110.00	71.00	140.00	42.00	225.00
191.00	57.00	135.00	31.00	209.00
91.00		180.00		237.00
75.00		202.00		289.00
85.00		105.00		123.00
79.00		205.00		71.00
120.00		105.00		24.00
193.00		148.00		65.00
88.00		201.00		66.00
97.00		237.00		27.00
125.00		107.00		78.00
201.00		139.00		63.00
148.00		146.00		176.00
115.00		204.00		84.00
186.00		185.00		90.00
75.00		217.00		77.00
98.00		235.00		72.00
117.00		184.00		115.00
77.00		138.00		210.00
164.00		109.00		66.00
192.00		201.00		129.00
89.00		142.00		201.00
113.00		108.00		73.00
107.00		185.00		185.00
183.00		182.00		74.00
196.00		109.00		154.00
94.00		175.00		84.00
201.00		203.00		101.00
125.00		186.00		93.00
79.00		205.00		69.00

Anexo 22. Especimen de guapote lagunero (*Parachromis dovii*)



Anexo 23. Forraje de morera (*Morus alba*) utilizado para la alimentación de las tilapias.



Anexo 24. Vista panorámica de los tres estanques bajo investigación, proyecto de acuicultura de Universidad EARTH.



Anexo 25. Estanque bajo investigación con sus respectivas divisiones y malla plástica protectora.

