

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Programa de Licenciatura en Biología
con énfasis en Recursos Acuáticos

Evaluación del crecimiento de la tilapia Nilótica
(*Oreochromis niloticus*), la tilapia Stirling (variedad
mejorada de la Nilótica) y el híbrido Blanco
(*O. niloticus* x *O. aureus*) en tres etapas de desarrollo
bajo cultivo intensivo en estanques de tierra.

Alvaro Otárola Fallas

Tesis presentada como requisito parcial para optar
por el título de Licenciado.

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

24 de julio del 2002

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Programa de Licenciatura en Biología
con énfasis en Recursos Acuáticos

Evaluación del crecimiento de la tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), la tilapia Stirling (variedad mejorada de la Nilótica) y el híbrido Blanco (*O. niloticus* x *O. aureus*) en tres etapas de desarrollo bajo cultivo intensivo en estanques de tierra.

Alvaro Otárola Fallas

Tesis presentada como requisito parcial para optar por el título de
Licenciado.

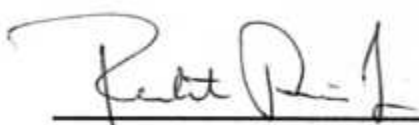
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio,

24 de julio del 2002

Esta tesis fue aprobada por la comisión del Programa de Licenciatura de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Licenciado.

Miembros del tribunal Examinador

M.Sc. Daniel Briceño L.
Director de tesis



M.Sc. Federico Bolaños
Sub-Director de la Escuela de Biología



M.Sc. Gerardo Umaña
Miembro del Tribunal



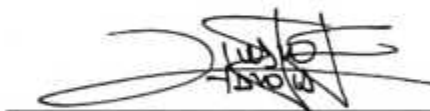
Lic. Ruth Vargas C.
Miembro del Tribunal



Dra. Margarita Silva B.
Miembro del Tribunal.



Alvaro Otárola F.
Postulante



Ciudad Universitaria, Rodrigo Facio, 24 de julio del 2002

Dedicatoria

A mamá y papá.

A mi esposa e hijos por todo su apoyo y sacrificio.

Agradecimiento

A mi director de tesis M.Sc Daniel Briceño, por su tiempo y ayuda oportuna para la culminación de este trabajo.

A los asesores M.Sc Federico Bolaños, M.Sc Daisy Arroyo, M.Sc. Gerardo Umaña, Dra Margarita Silva y a la Ing. Ruth Vargas, por todo su tiempo y colaboración.

Al M.Sc. Herbert Nanne Echandi, Presidente Ejecutivo del INCOPECA, por permitir la realización de esta tesis en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez.

A la Lic Myrna López, por su aporte al presente trabajo de investigación.

A los compañeros Lic. Efraín Durán y Lic. Oscar Fajardo por su colaboración en la realización de esta investigación.

Al personal de la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, a quienes agradezco su constante colaboración en el trabajo de campo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera pusieron su granito de arena para la culminación de esta tesis.

INDICE DE CONTENIDOS

	PAGINA
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
2.1 La acuicultura a nivel mundial	4
2.2 Desarrollo de la piscicultura en Costa Rica.	5
2.3 Tilapia: distribución y taxonomía.	10
2.4 Biología de la tilapia.	12
2.4.1 Hábitos reproductivos.	12
2.4.2 Hábitos alimenticios	12
2.5 Tipos de cultivo.	13
2.5.1 Sistema extensivo.	13
2.5.2 Sistema semi-intensivo.	13
2.5.3 Sistema intensivo.	13
III. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo general.	15
3.2 Objetivos específicos.	15
IV. MATERIALES Y METODOS.	16
4.1 Área de estudio.	16
4.2 Estanques para investigación.	17
4.3 Diseño experimental	19
4.4 Sistema de cultivo.	19
4.5 Alimentación.	20
4.6 Parámetros físico-químicos	20

4.7 Muestreo de peces	21
4.8 Análisis estadístico	23
4.9 Análisis económico	23
V. RESULTADOS	24
5.1 Factores físico- químicos	
5.1.1 Temperatura	24
5.1.2 Oxígeno	27
5.1.3 Penetración de la luz.	30
5.1.4 pH	33
5.2 Crecimiento de los peces	34
5.3 Análisis económico I	40
5.3.1 Extrapolación del ensayo	41
5.3.1.1 Costos de Inversión y depreciación	41
5.3.1.2 Costos de operación	43
5.3.1.3 Valor de la producción.	46
5.3.1.4 Estado de resultados	47
5.3.1.5 Flujo de caja	48
5.3.1.6 Punto de equilibrio	49
5.3.1.7 Análisis de sensibilidad	50
5.4 Análisis económico II	51
VI. DISCUSIÓN	55
6.1 Factores físicos y químicos	55
6.2 Crecimiento de los peces	57
6.3.1 Análisis económico I	59
6.3.2 Análisis económico II	61
VII. CONCLUSIONES	63
VIII. RECOMENDACIONES	64
IX. BIBLIOGRAFÍA	66
X. APÉNDICE	73

ÍNDICE DE CUADROS

	TÍTULO	Página.
CUADRO 1.	Temperatura promedio, valor máximo, mínimo, diferencia a.m. y p.m. para cada tratamiento, durante la investigación sobre crecimiento con tilapia nilotica, blanca y stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez., Cañas Guanacaste, 1998-1999.	25
CUADRO 2.	Oxígeno promedio, valor máximo, mínimo, diferencia a.m. y p.m. para cada tratamiento, durante el tiempo de investigación sobre crecimiento con tilapia nilotica, blanca y stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez., Cañas Guanacaste, 1988-1999.	28
CUADRO 3	Medición de turbidez del agua promedio, valor máximo, mínimo, para cada tratamiento, durante el tiempo de investigación sobre crecimiento con tilapia nilotica, blanca y stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez., Cañas Guanacaste, 1998-1999.	31
CUADRO 4	PH promedio, valor máximo, mínimo para cada tratamiento, durante el tiempo de investigación sobre crecimiento con tilapia, nilotica, blanca y stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, Cañas Guanacaste, 1998-1999.	33
CUADRO 5.	Valores promedio de peso, tasas de crecimiento absoluto y específico, factor de conversión y % de mortalidad total para cada tratamiento y para todo el período de cultivo, durante la investigación sobre crecimiento con tilapia nilotica, blanca y stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez., Cañas Guanacaste, 1998-1999.	34

CUADRO 6.	Resumen de resultados de crecimiento por fase, durante la investigación sobre crecimiento con tilapia nilotica, blanca y stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuicola Enrique Jiménez Núñez, Cañas G, Guanacaste, 1998-1999.	35
CUADRO 7.	Criterios usados para la realización del análisis económico con base a un cultivo de tilapia intensivo de 0.52 hectáreas.	40
CUADRO 8.	Gastos de inversión inicial en colones.	42
CUADRO 9.	Cálculo de la depreciación, de infraestructura a utilizar en un cultivo de 0.52 hectáreas intensivo de cultivo de tilapia.	43
CUADRO 10.	Presupuesto por concepto compra de alevines de tilapia (en colones) a utilizar en un cultivo de 0.52 hectáreas intensivo de tilapia.	44
CUADRO 11.	Presupuesto de mano de obra directa (en colones), a utilizar en un cultivo de 0.52 hectáreas intensivo de tilapia.	44
CUADRO 12.	Presupuesto de compra de alimento (en colones), a utilizar en un cultivo de 0.52 hectáreas intensivo de tilapia.	45
CUADRO 13.	Presupuesto de gastos de producción (en colones), a utilizar en un cultivo de 0.52 hectáreas intensivo de tilapia.	45
CUADRO 14.	Proyección de ventas, a 5 años para un cultivo de tilapia de 0.52 hectáreas sistema intensivo.	46
CUADRO 15.	Estado de ganancias y pérdidas proyectado para un periodo de 5 años, años para un cultivo de tilapia de 0.52 hectáreas sistema intensivo.	47
CUADRO 16.	Flujo de caja proyectado a 5 años, para un cultivo de tilapia de 0.52 hectáreas sistema intensivo.	48
CUADRO 17.	Análisis del punto de equilibrio, para un cultivo de tilapia de 0.52 hectáreas sistema intensivo.	49
CUADRO 18.	Análisis de sensibilidad, para un cultivo de tilapia de 0.52 hectáreas sistema intensivo.	50
CUADRO 19.	Criterios usados para el análisis de la estructura de costos con base en la venta del producto fuera de la finca, como producto fresco eviscerado.	51

CUADRO 20. Gastos de inversión inicial en colones para el cultivo de tilapia en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua, modelo de comercialización fuera de la finca.	52
CUADRO 21. Estado de ganancias y pérdidas proyectado a cinco años, modelo de comercialización fuera de la finca.	54
CUADRO 22. Flujo de caja proyectado a 5 años, modelo de comercialización fuera de la finca.	54

INDICE DE FIGURAS

	TITULO	PAGINA
FIGURA 1.	Ubicación de la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste.	16
FIGURA 2.	Estanques de investigación, estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste.	18
FIGURA 3.	Variación de la temperatura del agua en promedios quincenales para cada tratamiento.	26
FIGURA 4.	Variación de la concentración de oxígeno disuelto, en promedios quincenales para cada tratamiento.	29
FIGURA 5.	Variación de la profundidad de lectura del disco Secchi en promedios quincenales para cada tratamiento.	32
FIGURA 6.	Variación del crecimiento absoluto por día, en promedios quincenales para cada tratamiento.	36
FIGURA 7.	Tasa de crecimiento específica en promedios quincenales para cada tratamiento.	37
FIGURA 8.	Factor de conversión alimenticio acumulado en periodos de 42 días para los tres tratamientos.	38
FIGURA 9.	Variación del peso promedio por tratamiento durante el periodo de experimentación.	39

RESUMEN

La investigación se realizó en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, ubicada en Cañas, Guanacaste, en el período comprendido entre el mes de agosto de 1998 hasta mayo de 1999.

El objetivo fue evaluar el crecimiento de la tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), la tilapia Stirling (variedad mejorada de la Nilótica) y el híbrido Blanco (*O. niloticus* x *O. aureus*), en tres etapas de desarrollo bajo cultivo intensivo en estanques de tierra.

Se utilizaron seis estanques de tierra de 200 m³ cada uno en donde se distribuyeron las diferentes repeticiones aleatoriamente usando una determinada numeración por estanque.

El modelo de producción que se utilizó, se basa en ciclos de cultivo, cada uno de los cuales presenta, tres etapas: pre-cría, engorde I y engorde II, con recambios de agua diarios por estanque del 30 al 40 % según la etapa de cultivo.

En la etapa de pre-cría se sembraron peces masculinizados los cuales tenían un peso de 2 g a una densidad de 10 peces por m³. Cuando estos alcanzaron un peso promedio de 90-100 g fueron clasificados y pasados a la etapa de engorde I a una densidad de 6 peces por m³, hasta alcanzar un peso de 240-250 g. En la etapa de engorde II los peces se sembraron a una densidad de 4.5 peces por m³ hasta lograr los 450-500 g, lo anterior para la tilapia Nilótica, Stirling y Blanca.

Para la alimentación en la etapa de pre-cría, se utilizó alimento en polvo de 42 % de proteína cruda, para las etapas de engorde I y II se usó concentrado al 30 % de proteína cruda. Los factores que se determinaron durante la investigación fueron: temperatura, oxígeno, pH, y turbidez del agua y parámetros biológicos como tasa de crecimiento específica, factor de conversión alimenticio, mortalidad, tasa de crecimiento real y biomasa.

Además se realizó un análisis económico basándose en una proyección para un módulo de producción de 0.52 hectáreas, con tilapia Nilótica la que según la presente investigación tiene mayor peso final y mejor factor de conversión alimenticio. En este análisis se contemplaron los principales indicadores económicos como son: el valor actual neto

(VAN), tasa interna de retorno (TIR) , relación beneficio costo y el flujo de caja, la anterior para un modelo de comercialización en finca bajo el concepto de pesca recreativa y otro para comercialización fuera de la finca como tilapia fresca eviscerada.

Como resultado de esta investigación se encontró que los parámetros físico- químicos no mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, encontrándose estos dentro de los rangos óptimos para el cultivo de la especie.

Los valores de peso al final de la etapa de engorde II, para la tilapia Nilótica y Stirling mostraron diferencias significativas (545 y 541.5 gramos respectivamente) con respecto a la tilapia Blanca (464 gramos).

El factor de conversión alimenticio acumulado durante el tiempo de experimentación para la tilapia Nilótica (1.14) mostró diferencia significativa con respecto al de la tilapia Stirling y la Blanca (1.56 y 1.57 respectivamente).

La mortalidad al final del ensayo, para la tilapia Nilótica fue de 61.8 % de 62.8 % para la Stirling y de 57.3 % para la tilapia Blanca, no encontrándose diferencias significativas entre los tres tratamientos. Sin embargo en la etapa de Pre-cria para las tres tipos de tilapia se observo la mayor mortalidad (31 % Nilótica, 30 %, Stirling y un 29 % para la Blanca).

Los resultados del análisis económico para la comercialización dentro de la finca bajo el concepto de pesca recreativa fueron positivos, con una tasa interna de retorno de un 65 % valor actual neto de 4,700,859 una relación beneficio costo de 1.93, por lo que es viable económicamente.

Los resultados del análisis económico para la comercialización fuera de finca como tilapia fresca eviscerada fueron negativos para el valor actual neto -4,068,164 y la tasa interna de retorno de -6 y con una relación beneficio costo baja de 1.10, lo cual hace al proyecto no viable económicamente.

1-INTRODUCCIÓN

El cultivo de peces tiene un aporte muy importante a la producción mundial de alimento y continua creciendo en forma vertiginosa. Además de esta contribución a la producción mundial, la industria genera oportunidades de empleo y ayuda a generar divisas en las naciones en desarrollo (FAO, 1995 a).

En Costa Rica, en los diez últimos años, la acuicultura, ha ido adquiriendo una importancia cada vez mayor, no sólo como una alternativa de producción de proteína de origen acuático, sino desde el punto de vista empresarial. Esta mayor relevancia, se relaciona por un lado con la estabilidad de la producción a que han llegado muchas de las pesquerías importantes o su decrecimiento y por otro lado, por los costos mayores que implica la extracción comercial de las especies involucradas (Incopesca, 1999).

En la actualidad la acuicultura en Costa Rica, está casi totalmente dominada por la acuicultura de tipo continental de agua dulce, con énfasis en el cultivo de tilapia. Esta última especie con producciones que sobrepasan las 8000 toneladas al año, destinadas a mercados internacionales, en filete.

Ha sido muy importante para el desarrollo de los diferentes sistemas de cultivo de tilapia de uso en la actualidad, tanto el aporte en investigación de la empresa privada como el esfuerzo realizado por otras instituciones relacionadas con la actividad, tanto a nivel nacional como internacional.

En la década de los años ochenta, estos esfuerzos fueron dirigidos a estudios de crecimiento sobre tilapia en estanques de tierra y fertilización con productos naturales con aplicación práctica a una tecnología de cultivo más de tipo extensivo, Bolaños(1979), Calderón et al (1984), Dickman (1982), Gonzáles et al (1987) y Porras (1986).

En década de los años 90 se realizaron una serie de investigaciones tendientes a evaluar el crecimiento de la tilapia para cultivos de tipo semi-intensivo y super-intensivo, bajo la modalidad de cultivo en estanques de tierra y jaulas flotantes. Dentro de estos trabajos destacan los llevados a cabo por Vargas (1991), Umaña (1991), Molina (1995), Soto (1998) y Durán (1998 a).

Estas investigaciones fueron de mucha importancia ya que en la actualidad dichas tecnologías de cultivo de tilapia son las que se están aplicando, con una tendencia a disminuir el espacio de cultivo y aumentar la producción por área.

Paralelamente al mejoramiento de la tecnología de cultivo, el INCOPESCA, a través de la cooperación del gobierno de México, importó en 1995 una variedad mejorada de la tilapia Nilótica llamada, Stirling, y un híbrido blanco, con el fin de validar el crecimiento de éstas, con respecto a la tilapia Nilótica que es la que se cultiva mayormente en Costa Rica.

En esta investigación se evalúa el crecimiento de la tilapia: Nilótica, Stirling, y Blanca hasta un peso promedio de 500 gramos, bajo el modelo de producción

intensivo bajo de cultivo en estanques de tierra propuesto por Berzak (1992), el cual fue desarrollado por el programa PRADEPESCA, en la estación Enrique Jiménez Núñez.

II. ANTECEDENTES.

2.1 La acuicultura a nivel mundial.

La acuicultura es el sistema de producción de alimento que ha tenido la mayor tasa de crecimiento en el mundo en la última década. Para 1998 se presentaba en ambiente de agua dulce un predominio del cultivo de peces (98%) y de crustáceos, en agua salobre los principales grupos de cultivo fueron crustáceos (37 %), peces (35 %), moluscos (7 %) y plantas acuáticas (1 %). En ambiente marino el mayor grupo de cultivo fueron los moluscos (47 %), plantas acuáticas (44 %) seguido por cultivo de peces (8 %) y de crustáceos (1%) (FAO,1988 d). La producción mundial de la tilapia cultivada, sobrepasó en 1995 la cifra de 500 000 ton / métricas, siendo la segunda especie más cultivada, superada solamente por la carpa. La producción se sigue incrementando, ya que la demanda de la tilapia cultivada continua creciendo (Lovshin y Popma, 1995). En América Latina y el Caribe, este crecimiento ha sido del orden de un 14,5 % promedio anual entre 1984 a 1994, o sea de 121373 ton a 472429 ton, respectivamente (FAO, 1997 b).

Los principales productores acuícolas de Latinoamérica en 1994 tomando en cuenta diferentes especies de cultivo, fueron Chile (190 000 ton), Ecuador (100 000 ton), México (70 000 ton), Brasil (30 000 ton), Colombia (25 000 ton) y Cuba (25 000 ton) (FAO, 1997 c).

Dentro de este vertiginoso crecimiento de la acuicultura a nivel mundial, la tilapia está ocupando uno de los primeros lugares, ya que se presenta como una verdadera alternativa de producción de proteína sana y barata, dado sus altos

rendimientos, mayor crecimiento que el de otras especies, posee carne de excelente calidad y un sabor de muy buena aceptación en el mercado.

Para el área Centroamericana, Hernández (1995) reporta para 1994 una producción de 5325 ton/ métricas. De este total, Costa Rica es el mayor productor con 3 500 ton/ métricas, siendo Costa Rica el líder en Latinoamérica en la exportación de tilapia fresca en filete al mercado norteamericano (Berman,1997), seguido por Honduras con 1825 ton/ métricas. En los lagos de Nicaragua y el Salvador para ese mismo año se dio una captura de 5 000 ton/ métricas, lo que indica una producción total de tilapia en el Istmo de 10 325 ton/ métricas, para el año 1994.

2.2 Desarrollo de la piscicultura en Costa Rica.

El desarrollo de la acuicultura en Costa Rica, como en otros países de América Latina, se orientó hacia la adaptación de tecnologías sencillas en áreas rurales, para el cultivo de especies introducidas, específicamente tilapia. Se pensaba en desarrollar alternativas para la producción de proteína animal de bajo costo que al mismo tiempo favorecieran el desarrollo socioeconómico en las zonas rurales. Así, esta naciente acuicultura se empezó a desarrollar con la introducción en 1963 de *Oreochromis mossambicus* y *Sarotherodon melanopleura*, importados desde el Salvador por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (Ruiz,1980).

Los primeros esfuerzos organizados los realizó el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en 1965, suministrando semilla y capacitación a personas

interesadas en desarrollar la actividad, en 1966 el Centro de Diversificación Agrícola de Turrialba, importó las especies de *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis aureus* nuevamente de El Salvador, este último brindó asistencia técnica organizada a pequeños piscicultores de la zona (Nanne, 1993).

Es importante mencionar que por medio de la colaboración de la Misión Técnica Agrícola de la República de China (Taiwán) se importaron nuevas especies de tilapia, incluyendo *Oreochromis hornorum*, *O. niloticus*, tilapia roja, y tilapia dorada, traídas de diferentes lugares tales como Taiwán, México, Panamá y Cuba (Ruiz, 1980).

Todo este esfuerzo se fortaleció en 1974, con la creación del Departamento de Acuicultura dentro de la Dirección General de Recursos Pesqueros y de Vida Silvestre del Ministerio de Agricultura y Ganadería (Nanne, 1993)

El objetivo principal del Departamento de Acuicultura consistió en promover el desarrollo de la piscicultura a nivel nacional. Esto se realizó sobre todo con la creación y ampliación de la infraestructura básica de las estaciones experimentales (ASBANA, 1979-1980).

En 1977 se construyó la estación Acuicola Enrique Jiménez Núñez, propiedad del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en la provincia de Guanacaste. Aquí se generó información sobre el cultivo de diferentes híbridos de tilapia y sobre sistemas de policultivo de tilapia con otras especies de peces y moluscos (Ruiz, 1980). En ese mismo año se inicia la construcción de dos estaciones

mediante un convenio con la Asociación Bananera Nacional, hoy CORBANA. Estas estaciones, localizadas en la provincia de Limón, jugaron un papel muy importante en la investigación y producción de diferentes tipos de híbridos de tilapia (Nanne, 1993).

En 1979, se construye la Estación Acuícola Los Diamantes, provincia de Limón. Esta estación se utilizó en la investigación de sistemas de cultivo intensivo de tilapia roja. Además, la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), con la asesoría técnica del MAG, desarrolló un proyecto en Nueve Millas de Limón, que generó la tecnología para el cultivo intensivo de diferentes híbridos de tilapia en sistemas de jaulas flotantes en las lagunas litorales del Atlántico costarricense. Unos años más tarde, JAPDEVA adquirió la finca en donde operó por corto tiempo la "Compañía Piscícola del Caribe", la cual produjo tilapia comercialmente (Nanne, 1993).

En 1981, se construyó una pequeña Estación Acuícola en Cuestillas de San Carlos, en la Finca del Centro Agrícola Cantonal. Esta estación ha servido como centro demostrativo y de producción de alevines de tilapia para toda la zona (Durán, 1995).

En 1986 se inició el proyecto piloto "Fomento de la Acuicultura", por medio del programa de cooperación técnica entre el gobierno de Costa Rica (MAG) y el gobierno de Alemania (GTZ), con el siguiente objetivo: "Probar y presentar un programa adecuado para el desarrollo de la acuicultura en la zona Atlántica y en

el Embalse Arenal, y llegado el caso, también de la pesca en dicho Embalse (Shodjai et al., 1989).

Con dicho proyecto se estableció en el Embalse Arenal, una unidad de investigación que funcionó durante tres años y de donde se generó la tecnología de cultivo intensivo de tilapia en jaulas flotantes, como una alternativa para el uso múltiple de este reservorio (Nanne, 1993).

A raíz de esta iniciativa se establecieron dos proyectos importantes de cultivo de tilapia en jaulas flotantes en el Embalse Arenal, la Asociación de Productores de Tilapia (ASPROTILAPIA), localizada en Puerto San Luis de Tronadora y la Cooperativa de Productores de Tilapia (COOPEHUETAR NORTE) ubicada en la zona de la Fortuna (Durán, 1995).

En febrero de 1988 se crea el Centro de Investigación y Producción Acuícola Ojo de Agua de Dota, con el fin de impulsar la acuicultura de aguas frías como una alternativa de producción para las zonas altas del país (Otárola, 1997).

En 1994 mediante la Ley 7384 de la Asamblea legislativa de la República de Costa Rica, se decreta la creación del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA) al cual le compete coordinar el sector pesquero y acuícola promoviendo y ordenando la pesca, la caza marítima, la acuicultura e investigación, fomentar la conservación y el uso sostenible de los recursos biológicos del mar y de la acuicultura, así como normar el aprovechamiento racional de los productos pesqueros y acuícolas. En materia de acuicultura, como

principales logros, el INCOPESCA ha orientado sus esfuerzos hacia el campo de la extensión y el servicio a los cultivos de trucha y tilapia, mercadeo, y diagnóstico del sector productivo de tilapia y trucha. (Incopesca, Plan Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Pesquero, 1995).

El mayor productor de tilapia en Costa Rica es Aqua Corporación Internacional, S.A., una empresa privada surgida en 1986 y dedicada al cultivo de la tilapia *Oreochromis niloticus* (Berman, 1997).

Debido al auge de la actividad en 1992 comienza a trabajar el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Pesca para el Istmo Centroamericano (PRADEPESCA) el cual, a través del Proyecto Regional del fortalecimiento de la acuicultura, trabajó para que los países del istmo tuvieran los adecuados medios de investigación destinados a promover el desarrollo de la actividad. En el caso de Costa Rica, las actividades se orientaron a mejorar la infraestructura y las condiciones de trabajo de la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez. En esta estación se generaron las investigaciones y la validación de un módulo de producción de cultivo intensivo de tilapia comercial, así como ensayos de nutrición cuyos resultados económicos sirvieron para promover el incremento de tales cultivos mediante la transferencia de tecnología al sector productivo (Durán, 1998).

Después del cultivo de camarones peneidos el cultivo de tilapia se ha convertido en una de las actividades más importantes de la Acuicultura en Centro América y en algunos casos se contempla como una de las alternativas de producción de la

industria camaronera dado los problemas de enfermedades que se vienen confrontando (Pérez, 1996).

2.3 Tilapia: distribución y taxonomía.

Tilapia es un término genérico utilizado para designar un grupo de especies de peces de valor comercial pertenecientes a la familia Cichlidae, la expresión se deriva de la palabra nativa de Bechuana (Africa) " tlape " que significa pez, (Toledo, 1998).

Los Cíclidos se clasifican en el Orden Perciformes y habitan aguas dulces y salobres de Africa, el Medio Oriente, las zonas costeras de la India, América Central, del Sur y el Caribe. Sin embargo, las verdaderas tilapias son sólo nativas de Africa y el Medio Oriente. En este momento, debido a su introducción por el hombre, están presentes en la zona tropical y subtropical de todo el mundo, incluyendo Asia y Oceanía (Pullin & McConnell, 1982).

De acuerdo a la clasificación de Berg, modificada por Trewavas (1983), las tilapias se clasifican de la siguiente manera:

Phylum:	Chordata.
Subphylum:	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
Serie	Pisces
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidei
Familia	Cichlidae

Género 1) **Tilapia.**

Especie: a) **rendalli**
b) **zilli**

2) **Oreochromis**

Especie: a) **aureus**
b) **niloticus**
c) **mossambicus**
d) **urolepis hornorum**

3) **Sarotherodon**

Especie: a) **galilaeus**
b) **linnelli**
c) **melanopleura.**

2.4 Biología de la tilapia

2.4.1 Hábitos reproductivos.

Los Cíclidos muestran un comportamiento reproductivo especializado muy relacionado con su compleja biología evolutiva. Una característica distintiva de los géneros que integran el grupo de las tilapias es el referido al tipo de cuidado que los progenitores brindan a sus crías. En los Géneros *Sarotherodon* y *Oreochromis*, las hembras incuban los huevos en la boca y una vez nacidos, cuidan a la descendencia por un tiempo adicional (incubadores bucales). Por otra parte, otro grupo de estas especies realiza la incubación sobre un sustrato fijo en el fondo, o construyendo un nido sobre ellos; estas pertenecen al Género *Tilapia* (Bardach et al, 1972).

Las tilapias jóvenes pueden madurar con un tamaño de 6 o 7 cms, con una edad de 3 meses y de ahí en adelante tendrán crías cada 4 a 9 semanas si se presentan las condiciones óptimas. El desove puede efectuarse en estanques, tanques y en otros tipos de cultivo (Pullin & Lowel, 1982; Coll, 1986).

2.4.2 Hábitos alimenticios.

Su régimen de alimentación es extremadamente variable, dependiendo del tamaño y la edad, los microhabitats ocupados por el pez y el tiempo del año.

Los alevines tienen un régimen de alimentación muy diverso, extrayendo pequeñas partículas orgánicas de los sedimentos, fitoplancton, diatómeas, perifiton, zooplancton y organismos bénticos (Pullin & Lowel. 1982).

Los adultos son omnívoros, alimentándose de vegetación, algas azul verdosas y fitoplancton (Salas & Yang, 1993).

2.5 Tipos de Cultivo.

Existen varios sistemas para el cultivo de la tilapia: cultivo extensivo, semi-intensivo, intensivo y cultivo de tilapia en jaulas.

2.5.1 El sistema extensivo: se maneja en estanques de tierra con una superficie de agua de 1000 a 20 000 m². El pez es sembrado a una densidad de 0.5- 1.5 peces / m² y son cosechados cuando alcanzan un peso entre 250 y 400 g. Muchas veces la tilapia se siembra en policultivo con otras especies como la carpa, cachama o guapote. Por lo general no se utiliza alimento artificial, debido a la abundancia de alimento natural. El caudal de agua es el necesario para compensar las pérdidas por evaporación y filtración de los estanques (Berman, 1997).

2.5.2 El sistema semi-intensivo: utiliza una combinación de alimento natural y un suplemento de alimento concentrado. Bajo este sistema se colocan 1 a 2 peces por m².

Entre los fertilizantes más recomendados están, los excrementos de cerdo (cerdaza) y de gallina (gallinaza). Además se adiciona a los peces alimentos complementarios en dosis máxima de 3 % de la biomasa total del estanque (Salas & Yang, 1993).

2.5.3 El cultivo intensivo: según Durán (1995, a) utilizando estanques de tierra se siembran de 5 a 50 peces / m² con producciones de 4000 a 25 000 Kg/ha/año. Berman (1997) comunica que en este sistema se utilizan estanques de 100 a 1000 m² y el recambio de agua es muy frecuente, dependiendo directamente del

número de peces por unidad de área. La alimentación es con base a alimento concentrado.

En algunos países se practica el sistema de cultivo Super- intensivo de tilapia en jaulas. Se utilizan jaulas de 10- 100 m³ en embalses y lagos. La siembra se realiza con peces de 10 a 50 gramos y para el caso de cultivo de tilapia en jaulas en el lago Arenal, Costa Rica y Lago Atitlán en Guatemala se informa de densidades de siembra de 100 y 150 peces / m³, respectivamente (Molina, 1995; Castillo, 1995).

III . OBJETIVOS:

3.1- OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el crecimiento de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), la tilapia Stirling (variedad mejorada de la tilapia Nilótica) y del híbrido Blanco (*O. niloticus* x *O. aureus*) en tres etapas de desarrollo bajo cultivo intensivo en estanques de tierra.

3.2- OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar el crecimiento de las tilapias nilótica, stirling y blanca en tres etapas distintas: Precría, Engorde I y Engorde II.
- Determinar los valores de conversión de alimento para cada etapa de crecimiento.
- Evaluar la mortalidad para cada etapa de cultivo.
- Realizar un análisis económico del cultivo intensivo de tilapia en estanques de tierra.

IV- MATERIALES Y METODOS.

4.1- AREA DE ESTUDIO:

La Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez está situada al nordeste de país, en la costa Pacífica, a 19 kilómetros de la ciudad de Cañas, provincia de Guanacaste y a 200 kilómetros de la Ciudad de San José, se localiza en Taboga distrito de Cañas. Geográficamente se ubica entre las coordenadas 419-412 y 254-259 de las hojas cartográficas de Cañas (3147II) y Abangares (3146I) del Instituto Geográfico Nacional o a $10^{\circ} 20'$ latitud norte y $86^{\circ} 08'$ longitud oeste.



Figura 1. Ubicación de la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste.

La altura media sobre el nivel del mar es de 10 m, el río Higuierón recorre la finca de norte a sur.

Esta estación fue construida en 1977 con fines de producción, investigación y extensión y en la actualidad pertenece al INCOPESCA.

El suelo es arcilloso y con poca filtración. El terreno donde está instalada la estación tiene 32.9 hectáreas. Cuenta con 4.4 ha de espejo de agua, distribuido en 40 estanques con tamaños de 30 a 5000 metros cuadrados.

4.2-Estanques para realización de la investigación.

Se utilizaron seis estanques de tierra de aproximadamente 10 metros de ancho por 20 metros de largo y 1 metro de profundidad. Los estanques están distribuidos en paralelo con un canal de abastecimiento de agua en el centro y los desagües al lado opuesto (Figura 2) . El agua que abastece a éstos proviene del río Higuierón, la cual es captada 4 Km antes de la estación por un canal de cemento.



Figura 2. Estancos de investigación, estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste.

4.2.1-Preparación de los estanques.

Los estanques utilizados en la investigación se acondicionaron, para lo cual se limpió el fondo, se repararon las entradas y salidas del agua donde colocaron cedazos de 4 milímetros, para impedir el ingreso de peces indeseables y la salida de los peces en estudio.

Con el fin de desinfectar y eliminar otros organismos los estanques se trataron con cal viva (CaO) a razón de 16 kg por estanque y dejados al sol por 15 días. Luego se llenaron con 30 centímetros de agua y se fertilizaron con gallinaza a razón de 80 Kg por estanque. Al cabo de 10 días se llenaron con agua hasta un metro de altura y se realizó la siembra de los alevines.

4.3 Diseño experimental.

La investigación se realizó con las tilapias (Nilótica, Stirling y Blanca) con dos repeticiones cada una. La distribución de las diferentes repeticiones en los estanques se asignó aleatoriamente usando una determinada numeración por estanque.

4.4 Sistema de cultivo.

El modelo de producción que se aplicó fue el que recomendó Berzak (1992) para cultivo intensivo en dicha estación y que fue validado con tilapia nilótica en el año de 1995. Este modelo se basa en ciclos de cultivo, cada uno de los cuales presenta, tres etapas: pre-cría, engorde I y engorde II, con recambios de agua diarios por estanque del 30 al 40 % según la etapa de cultivo.

En la etapa de pre- cría se sembró peces masculinizados los cuales tenían un peso de 2 g, a una densidad de 10 peces por m^3 . Cuando estos alcanzaron un peso promedio de 90-100 g fueron clasificados y pasados a la etapa de engorde I a una densidad de 6 peces por m^3 , hasta alcanzar un peso de 240 -250 g. En la etapa de

engorde II los peces se sembraron a una densidad de 4.5 peces por m^3 hasta lograr los 450-500 g, que es el peso de comercialización en fresco, en el mercado nacional.

4.5 Alimentación.

Para la alimentación en la etapa de pre-cría, se utilizó alimento en polvo de 42 % de proteína, para las etapas de engorde I y II se usó concentrado al 30 % de proteína. Los peces fueron alimentados cuatro veces al día desde las 8 a.m. hasta las 2 p.m., con intervalos de 2 horas entre cada comida. La dosis de alimentación se calculó usando la tabla de Berzak (1992).

4.6 Parámetros físico-químicos.

Los factores que se determinaron durante la investigación fueron: temperatura, oxígeno, pH, y turbidez del agua. La temperatura y el oxígeno disuelto se determinaron con un medidor (YSI) dos veces al día (7: 00 a.m. y 2 p.m). El pH se midió con un medidor marca Hach, y con el disco Secchi se determinó la profundidad de penetración de la luz en la columna de agua. Estas dos últimas mediciones se hicieron a las 12 horas. Dichos parámetros se registraron individualmente para cada uno de los 6 estanques.

4.7 Muestreo de peces.

En las tres etapas, se llevaron a cabo muestreos cada 14 días. Para tal efecto se escogieron al azar 100 peces de la población de cada estanque, los cuales fueron pesados individualmente utilizando una balanza semi-analítica portátil (Ohaus, modelo L2000).

Con los datos de los muestreos se hizo un análisis para calcular los siguientes parámetros:

4.7.1-Tasa específica de crecimiento:

$$TEC = [(Ln Pf - Ln Pi) / d] * 100.$$

Donde:

TEC = Tasa específica de crecimiento (% del peso corporal por día).

Ln = Logaritmo natural.

Pf = Peso promedio final.

Pi = Peso promedio inicial.

D = Número de días del período.

4.7.2- Factor de conversión alimenticia:

$$FCA = A / (Bf - Bi).$$

Donde :

FCA = Factor de conversión alimenticio.

A = Alimento consumido.

Bf = Biomasa final.

Bi = Biomasa inicial.

4.7.3-Tasa de crecimiento real:

$$\text{TCR} = (\text{Pf} - \text{Pi}) / d$$

Donde:

TCR = Tasa de crecimiento real (gramos por día por pez).

Pf = Peso promedio final.

Pi = Peso promedio inicial.

D = Días.

4.7.4-Biomasa estimada:

$$B = Pp * N / 1000$$

Donde:

B = Biomasa estimada. (Kilogramos totales).

Pp = Peso promedio.

N = Número de peces estimado.

4.7.5-Mortalidad durante el período de investigación:

$$M = Ni - Nf$$

Donde:

M = Mortalidad.

Ni = Número de peces por estanque al inicio.

Nf = Número de peces por estanque al final.

4.8-ANALISIS ESTADISTICO.

Se realizó un análisis de variancia de una vía con un test de rango múltiple según Tukey. Para lo anterior se usó el paquete estadístico AQUA (Gunther, 1991)

4.9 ANALISIS ECONOMICO.

De los tres tipos de tilapia en estudio, se escogió, la tilapia Nilótica que fue la que al final del ensayo, dio mejores resultados, en cuanto a crecimiento, factor de conversión, menor mortalidad, con el objetivo de llevar a cabo un análisis de costos y de posibles ganancias, con base en la comercialización en la finca de la tilapia como pesca recreativa y fuera de esta vendiendo el pescado fresco eviscerado, en centros de población aledaños al proyecto de cultivo. Este análisis se hizo, basándose en un módulo de producción de cultivo intensivo, con una proyección para un proyecto con un espejo de agua de 0.52 hectáreas, en estanques de tierra.

En dicho análisis se contemplaron los principales indicadores financieros como son: valor actual neto (V.A.N.), tasa interna de retorno (T.I.R.), relación beneficio/ costo (B/C), además de que se presentaron los flujos de caja. Todos los cálculos se realizaron usando una hoja electrónica Excel 97 y se usó como referencia para montar estos, el libro Antología de Gestión Financiera (López, 2000).

V- RESULTADOS.

5-1 Factores físico-químicos:

5.1.1 Temperatura.

La temperatura se muestra en el cuadro 1, donde se da el valor promedio para todo el período, valor máximo y mínimo y la diferencia entre los valores de la mañana y de la tarde para cada uno de los tratamientos. Se observó que la temperatura del agua en la tarde fue aproximadamente $3,8^{\circ}\text{C}$ más alta que la de la mañana.

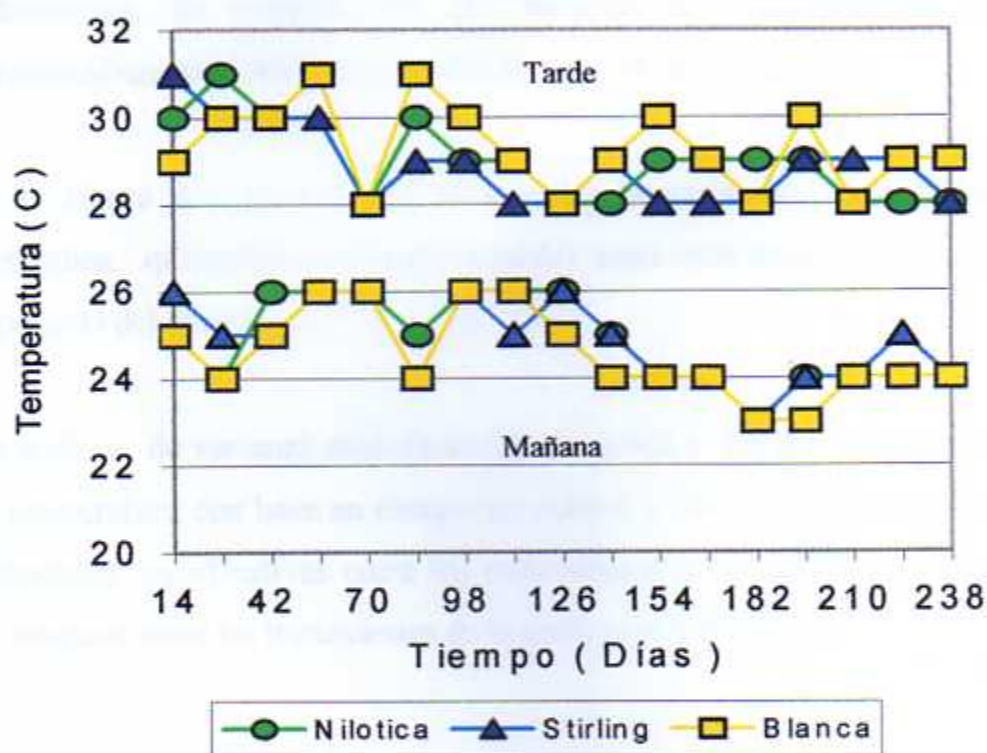
En la figura 3 y apéndice I se muestra la variación de la temperatura en promedios quincenales (mañana y tarde) para cada tratamiento durante todo el periodo del ensayo.

Un análisis de varianza multifactorial se aplicó a los promedios quincenales de temperatura con base en tiempo de cultivo y hora del día, no mostrándose diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.98847$) ni tampoco entre los promedios de la tarde con respecto a los de la mañana ($p = 0.739280$).

CUADRO 1. Temperatura promedio, valor máximo, mínimo, diferencia a.m. y p.m. para cada tratamiento, durante la investigación sobre crecimiento con tilapia Nilótica, Blanca y Stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez., Cañas Guanacaste, entre agosto de 1998 y 1999.

PARÁMETRO	TRATAMIENTOS		
	Nilótica	Stirling	Blanca
Temperatura promedio °C	26±1,97	27±2,21	27±1,86
Máxima °C	31±2,76	31±2,83	31±1,41
Mínima °C	23±1,45	23±0,71	23±1,41
Diferencia a.m-p.m °C	8	8	8

Fig.3 Variación de la temperatura del agua mañana y tarde, en promedios quincenales para cada tratamiento, durante la evaluación de crecimiento para tres grupos de tilapia desde agosto del 1998 hasta abril de 1999.



5.1.2 Oxígeno.

Los valores del oxígeno se muestran en el cuadro 2, donde se presenta el oxígeno promedio para todo el período, valor máximo y mínimo y la diferencia entre los valores de la mañana y de la tarde para cada uno de los tratamientos. Se observó que el oxígeno del agua en la tarde fue aproximadamente 2 mg por litro más alto que el de la mañana.

En la figura 4 y apéndice II se muestra la variación del oxígeno en promedios quincenales (Mañana y tarde) para cada tratamiento durante todo el periodo del ensayo.

Un análisis de varianza multifactorial se aplicó a los promedios quincenales de temperatura con base en tiempo de cultivo y hora del día, no mostrándose diferencias significativas entre los tratamientos de la mañana ($p = 0.987280$) ni tampoco entre los tratamientos de la tarde ($p = 0.998540$).

CUADRO 2. Oxígeno promedio, valor máximo, mínimo, diferencia a.m. y p.m. para cada tratamiento, durante el tiempo de investigación sobre crecimiento con tilapia Nilotica, Blanca y Stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez., Cañas, Guanacaste, entre agosto de 1998 y 1999.

PARÁMETRO	TRATAMIENTOS		
	Nilotica	Stirling	Blanca
Oxígeno promedio (mg/l)	4.83±0,43	4.82±0,50	4.75±1,02
Máximo (mg/l)	6.95±0,07	6.82±0,57	6.85±0,21
Mínimo (mg/l)	3.20±0.42	3.32±0,24	3.15±0,36
Diferencia a.m-p.m (mg/l)	3.75	3.07	3.7

Fig.4 Variación de la concentración de oxígeno disuelto en promedios quincenales para cada tratamiento, durante la evaluación de crecimiento para tres grupos de tilapia desde agosto del 1998 hasta abril de 1999.



5.1.3 Penetración de la luz.

En el cuadro 3 se presentan para cada tratamiento los valores del disco de Secchi de todo el periodo de experimentación, además se muestran los valores máximos y mínimos. Los valores en promedios quincenales para cada tratamiento se presentan en la figura 5 y apéndice III.

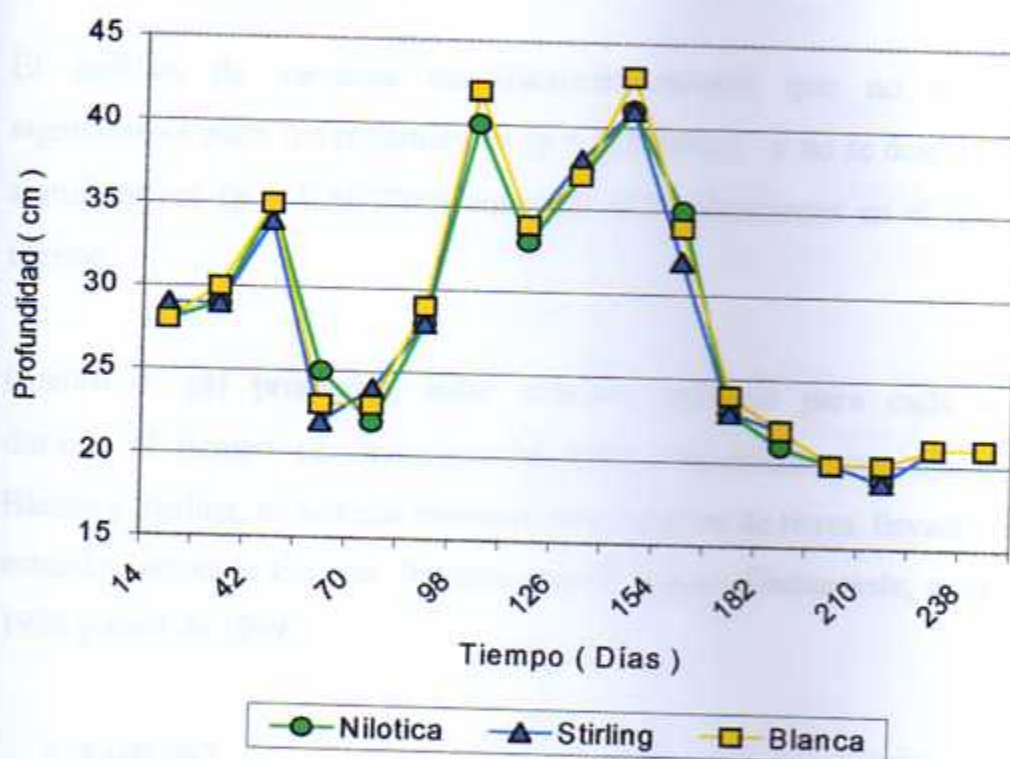
El análisis de varianza multifactorial que se aplicó a los promedios quincenales muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos con un $p = 0.968870$ pero que sí hay diferencias significativas con respecto a la variación en el tiempo ($p = 0.01245$). $P < 0.005$.

Estas variaciones, entre agosto del 1998 y en abril del 1999, muestran un comportamiento cíclico muy ligado a arrastre de sedimentos por el río Higueraón así como a prácticas agrícolas que se realizan en la zona especialmente con el cultivo del arroz.

CUADRO 3. Medición de la turbidez del agua promedio, valor máximo, mínimo, para cada tratamiento, durante el tiempo de investigación sobre crecimiento con tilapia Nilotica, Blanca y Stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, Cañas Guanacaste, entre agosto de 1998 y abril de 1999.

PARÁMETRO	TRATAMIENTOS		
	Nilótica	Stirling	Blanca
Medición de Secchi (cm)	28±2,16	28±2,00	29±2,00
Máximo (cm)	41±1,41	42±1,45	37±2,17
Mínimo (cm)	19±2,24	19±2,83	20±1,89

Fig 5. Variación de la profundidad de lectura del disco Secchi en promedios quincenales para cada tratamiento, durante la evaluación de crecimiento para tres grupos de tilapia desde agosto del 1998 hasta abril de 1999.



5.1.4. pH.

En el cuadro 4 se presenta para cada tratamiento, los valores promedio de pH, para todo el periodo de investigación, con los valores máximos y mínimos.

El apéndice IV muestra en promedios quincenales las mediciones del pH para los tres tratamientos.

El análisis de varianza multifactorial mostró que no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($p = 0.766900$) y no se detectó diferencias significativas ($p = 0.667800$) entre las determinaciones en el transcurso del tiempo.

Cuadro 4: pH promedio, valor máximo, mínimo para cada tratamiento, durante el tiempo de investigación sobre crecimiento con tilapia, Nilotica, Blanca y Stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez., Cañas Guanacaste, entre agosto de 1998 y abril de 1999.

PARAMETRO	TRATAMIENTOS		
	Nilotica	Stirling	Blanca
pH promedio	7.12±0,31	7.13±0,32	7.06±0,34
Máximo	7.5±0,71	7.6±0,85	7.6±0,35
Mínimo	6.8±0,42	6.8±0,28	6.7±0,42

5.2-Crecimiento de los peces.

En el cuadro 5 se muestran los valores promedios iniciales y finales de los parámetros de crecimiento para cada uno de los tratamientos.

Los promedios iniciales de peso no presentaron diferencias significativas, mientras que los valores finales de peso y factor de conversión resultaron estadísticamente diferentes, en tanto que el índice de condición, tasa de crecimiento absoluta y específica, y la mortalidad no fueron estadísticamente diferentes.

Cuadro 5. Valores promedio de peso, tasas de crecimiento absoluto y específico, factor de conversión y % de mortalidad total para cada tratamiento y para todo el período de cultivo, durante la investigación sobre crecimiento con tilapia Nilotica, Blanca y Stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez., Cañas Guanacaste, entre agosto de 1998 y abril de 1999.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS		
	Nilotica	Stirling	Blanca
Pesos inicial (g)	2.0 ^(a)	2.0 ^(a)	2.3 ^(a)
Pesos finales (g)	545 ^(a)	541.5 ^(a)	464 ^(b)
T.C.A. (g / día)	2.29 ^(a)	2.27 ^(a)	1.95 ^(a)
T.C.E (% PC/ día)	2.36 ^(a)	2.35 ^(a)	2.22 ^(a)
F.C.A. (g / g)	1.14 ^(a)	1.56 ^(b)	1.57 ^(b)
% Mortalidad	61.8 ^(a)	62.8 ^(a)	57.3 ^(a)

Valores con el mismo sufijo no son significativamente diferentes.

Análisis de varianza con prueba de Tukey al 0.095 %.

Cuadro 6. Resumen de resultados de crecimiento por fase, durante la investigación sobre crecimiento con tilapia Nilotica, Blanca y Stirling, en sistema intensivo en estanques de tierra, llevado a cabo en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, Cañas Guanacaste, entre agosto de 1998 y abril de 1999.

FASE	PRE-CRÍA			ENGORDE I			ENGORDE II		
	Nilotica	Stirling	Blanca	Nilotica	Stirling	Blanca	Nilotica	Stirling	Blanca
Peces cosechados	2760±58	2800±62	2840±60	1968±85	1992±76	1584±96	1548±91	1488±41	1602±89
Peso de Cosecha (gramos)	94±20	91±7	117±13	256±2.6	216±8.3	213±5.8	545±3	541±13	464±8.5
Biomasa final (Kg)	259.4±5	255±6.5	332±7.5	504±13	425±8	424±7	863±11	837±6	743±8.7
Tasa de Crec Especifico.	3.99±0.5	3.84±0.7	3.98±0.4	1.99±0.5	1.66±0.1	1.58±0.3	1.08±0.1	1.56±0.1	1.09±0.07
Tasa de Crec Absoluto.	1.01±0.1	0.98±0.1	1.20±0.4	2.29±0.3	2.16±0.2	1.74±0.08	3.56±0.8	3.68±0.2	2.9±0.3
Factor de conversión	0.99±0.3	1.32±0.2	0.98±0.3	1.25±0.3	1.66±0.02	1.81±0.08	1.18±0.2	1.72±0.1	1.93±0.2
Mortalidad	31±0.7	30±1.4	29±2.1	18±0.8	18±1.8	17±0.7	12±2	14±2.5	11±2
Días de cultivo	98			56			84		

En el cuadro de resumen de resultados por fase de cultivo (Cuadro 6) se puede observar que para las tres especies se obtuvo un mayor crecimiento específico en la fase de Pre-cría, el cual fue disminuyendo hasta la fase de Engorde II. La tasa de crecimiento absoluto mostró y comportamiento inverso a la tasa de crecimiento específica, aumentando la ganancia en gramos en días por pez hacia la última fase o Engorde II (Fig 6).

La mortalidad va disminuyendo desde la fase de Pre-cría hasta Engorde II (fig 7) y los tiempos de cultivo son de 98 días para la fase de Pre-cría, 56 días para la fase de Engorde I y de 84 días para la fase de Engorde II, para un total de 238 días de cultivo hasta llegar a la talla comercial de 545,5 gramos que alcanzo la tilapia nilotica.

Fig. 6. Variación del crecimiento absoluto por día, en promedios quincenales para cada tratamiento, durante la evaluación de crecimiento para tres grupos de tilapia desde agosto del 1998 hasta abril de 1999.

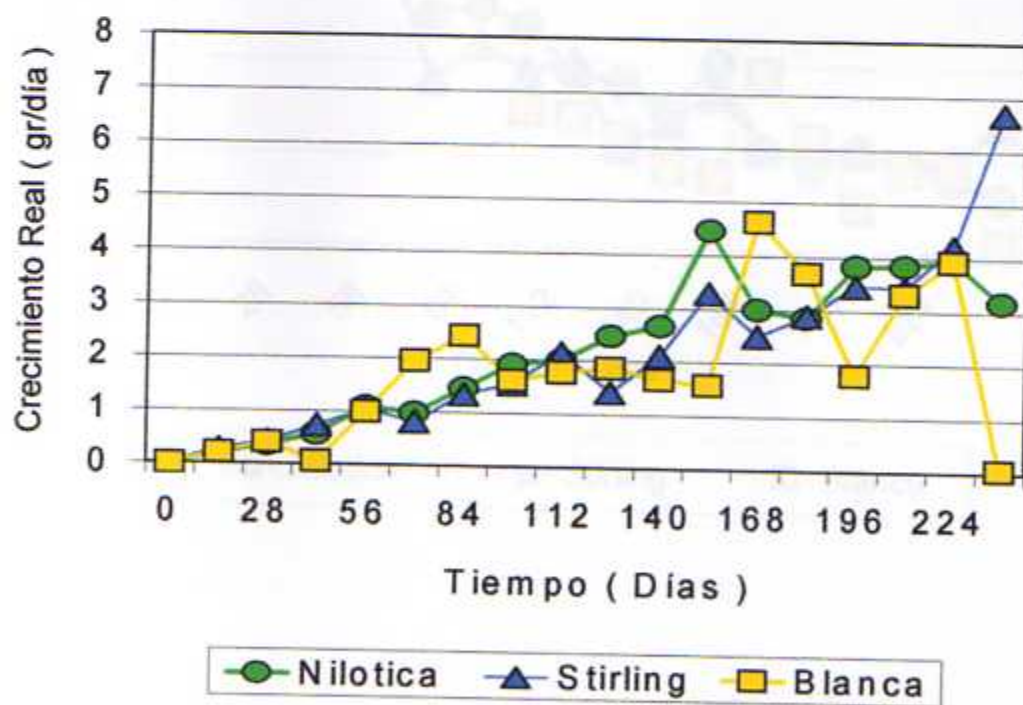


Fig. 7. Tasa específica de crecimiento en promedios quincenales para cada tratamiento, durante la evaluación de crecimiento para tres grupos de tilapia, desde agosto del 1998 hasta abril de 1999.

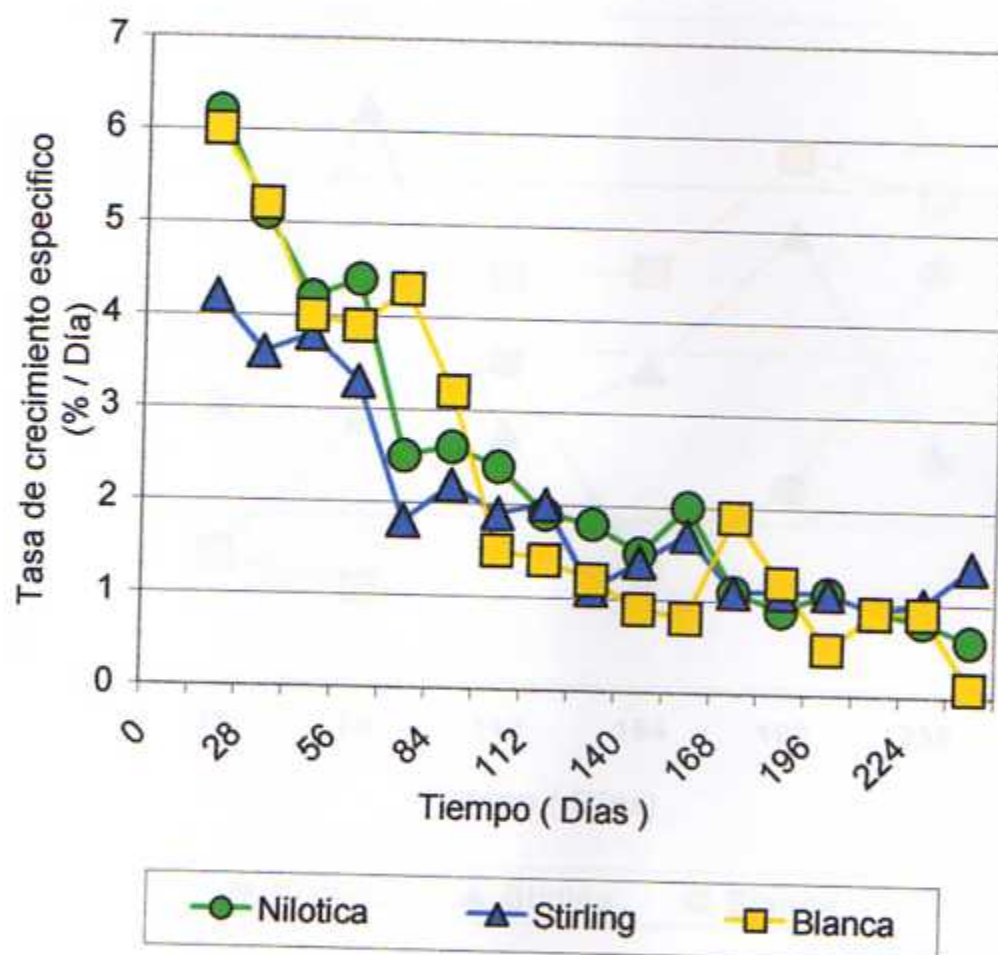


Fig. 8. Factor de conversión alimenticio acumulado en períodos de 42 días para cada tratamiento, durante la evaluación de crecimiento para tres grupos de tilapia desde agosto del 1998 hasta abril de 1999.

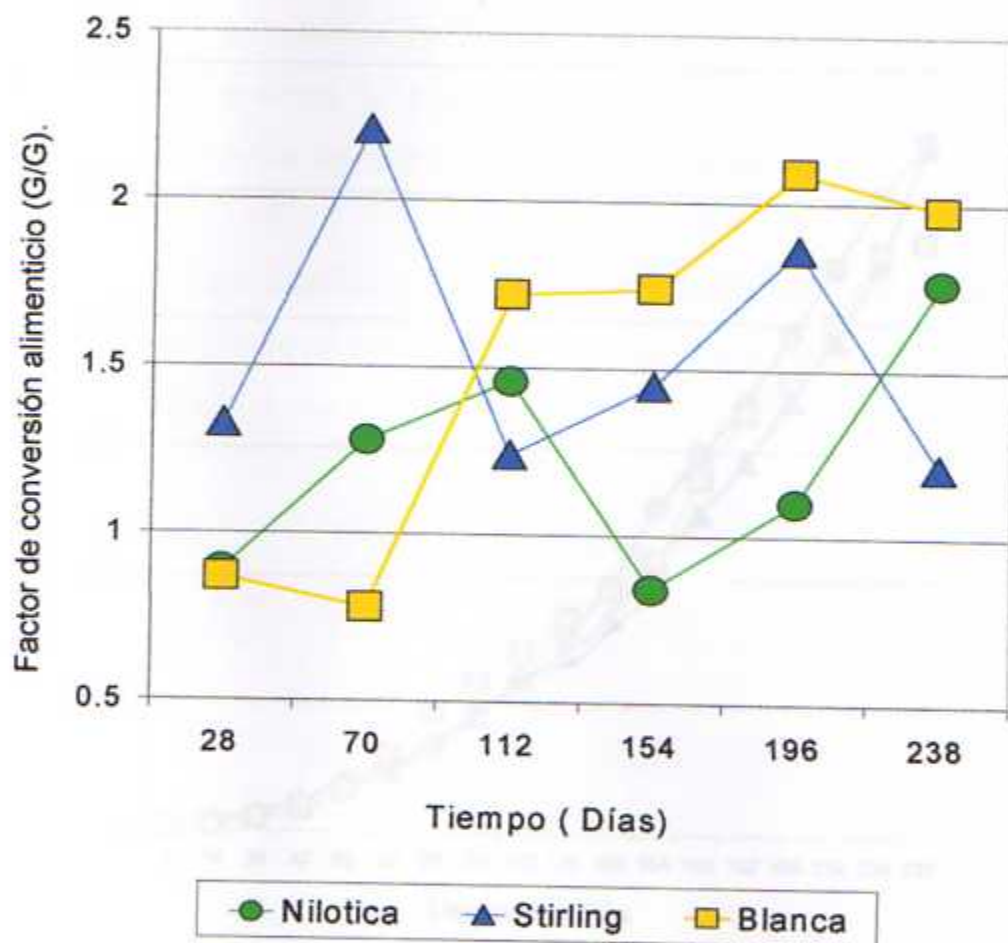
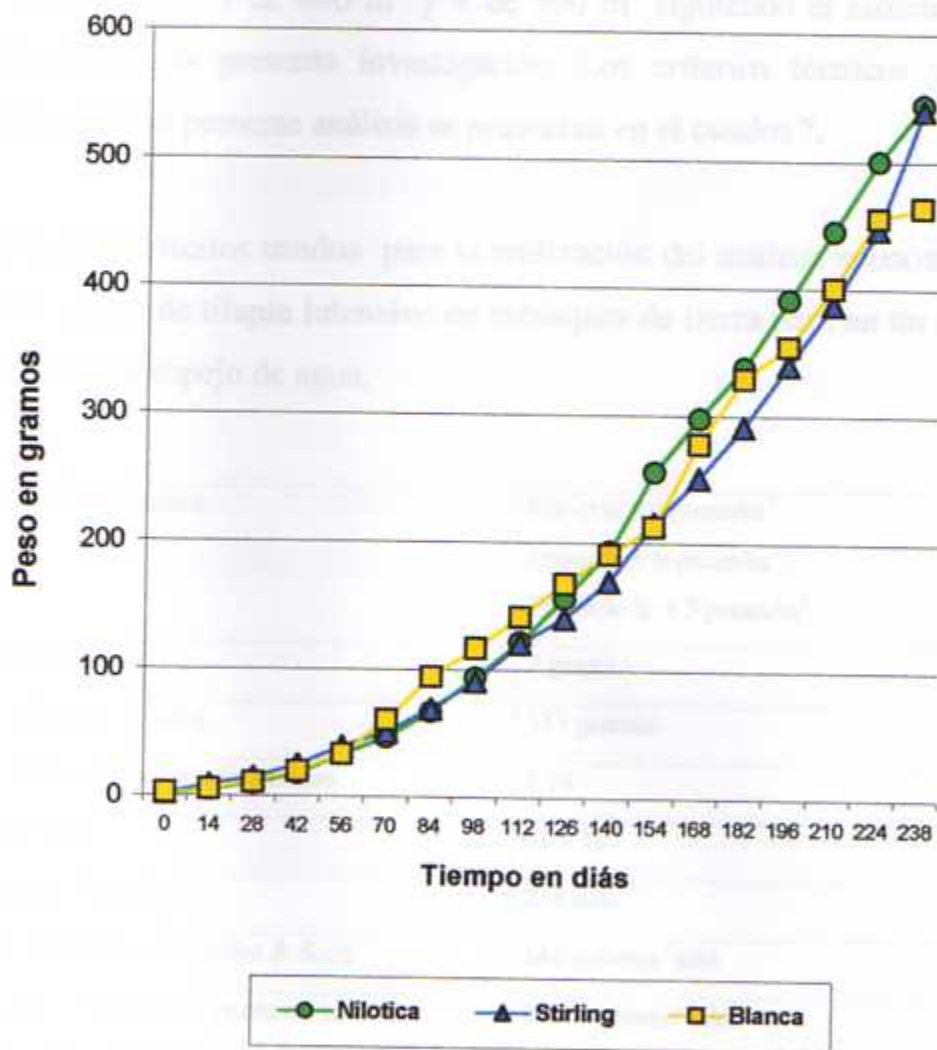


Fig. 9. Variación del peso promedio por tratamiento durante el período de experimentación, durante la evaluación de crecimiento para tres grupos de tilapia desde agosto del 1998 hasta abril de 1999.



5.3-Análisis económico I. Comercialización dentro de la finca

El análisis económico se realizó a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación tomando como base la tilapia nilotica, que fue la que según los parámetros de crecimiento (Cuadro 5 y 6), mostró mayores rendimientos. Este análisis se realizó para un área de 0.52 hectáreas, dividida en 8 estanques, 4 de 800 m³ y 4 de 500 m³ siguiendo el sistema de cultivo utilizado en la presente investigación. Los criterios técnicos y biológicos usados para el presente análisis se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Criterios usados para la realización del análisis económico, basado en el cultivo de tilapia intensivo en estanques de tierra para en un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Densidad de siembra:	Pre-cría: 10 peces/m ³ . Engorde I: 6 peces/m ³ . Engorde II: 4.5 peces/m ³ .
Peso de siembra	2 gramos
Peso final de cosecha.	545 gramos
Factor de conversión alimenticio	1.14
Mortalidad	61.8 %
Duración del cultivo.	238 días
Costo del alimento Aguilar & Solís	144 colones/ kilo.
Precio de venta de los peces en la finca, como pesca recreativa.	1000 colones/ kilo.

Dólar: \$360 10/7/2002

5.3.1 Extrapolación del ensayo a 0.52 hectáreas.

5.3.1.1 Costos de inversión y depreciación.

Como se puede observar en el cuadro 8, los costos totales de inversión inicial suman 7,179,150 colones.

El aporte del productor es de Q2,000,000 por el terreno y el monto a financiar se plantea con base en 5,000,000 de colones del Fideicomiso del Incopesca, el cual tiene una tasa de interés del 16.5 % y un plazo de pago de la deuda de cinco años donde se cancela todo, ó sea el capital financiado más los intereses.

El productor tendría un aporte de capital de Q 4,126,122 que sería utilizado como capital de trabajo, para un costo total del proyecto de Q11,305,272.

Cuadro 8. Gastos de inversión inicial en colones para el cultivo de tilapia intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Concepto	Descripción	Invers.inicial	Aporte	Financ.	Interés Anual
Estanques engorde	5200 m ³	2,050,000		2,050,000	16.5%
Estanque pesca	1000 m ³	425,000		425,000	16.5%
Cuarto de pesado	8 m ²	175,000		175,000	16.5%
Bodega	10 m ²	220,000		220,000	16.5%
Toma de agua	4m ²	100,000		100,000	16.5%
Parqueo	1500 m ²	437,500		437,500	16.5%
Senderos	1.2 kilómetros	368,000		368,000	16.5%
Servicios sanitarios	4 unidades	350,000		350,000	16.5%
Equipo de pesca	30 unidades	275,000		275,000	16.5%
Red	1 unidad	80,000		80,000	16.5%
Romana	1 unidad 25 kg	25,000		25,000	16.5%
Baldes	30 unidades	21,000		21,000	16.5%
Terreno	1 hectárea	2,000,000	2,000,000		
Imprevistos (10%)		652,650		473,500	
Total inversión inicial		7,179,150			
Ranchos	6 unidades	900,000			
TOTAL INVERSION		8,079,150			
TOTAL APOORTE			2,000,000		
TOTAL A FINANCIAR				5,000,000	

Cuadro 9. Cálculo de la depreciación de la infraestructura y el equipo para un proyecto del cultivo de tilapia intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Concepto	Monto	Vida útil	Deprec. anual	Deprec. al 5° año	Valor al 5° año
Estanques engorde	2,050,000	10 años	205,000	1,025,000	1,025,000
Estanque pesca	425,000	10 años	42,500	212,500	212,500
Cuarto de pesado	175,000	8 años	21,875	109,375	65,625
Bodega	220,000	20 años	11,000	55,000	165,000
Toma de agua	100,000	15 años	6,667	33,333	66,667
Parqueo	437,500	5 años	87,500	437,500	0
Senderos	368,000	5 años	73,600	368,000	0
Servicios Sanitarios	350,000	10 años	35,000	175,000	175,000
Romana	25,000	10 años	2,500	12,500	12,500
Ranchos	900,000	20 años	45,000	180,000	720,000
DEPRECIACION ANUAL			530,642		
TOTAL DEPRECIACION 5° AÑO				2,608,208	
VALOR DE LOS ACTIVOS AL 5° AÑO					2,442,292

5.3.1.2 Costos de operación.

Los costos de operación se representan a continuación. Como se puede observar son costos anuales proyectados a 5 años, en donde se toma en cuenta el presupuesto para la compra de alevines (Cuadro 10), el costo de la mano de obra directa (cuadro 11), el costo de la compra de alimento (cuadro 12) y el presupuesto de los gastos de producción (cuadro 13).

Cuadro 10. Presupuesto por concepto compra de alevines de tilapia (en colones). para el cultivo de tilapia intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Detalle	I Año	II Año	III Año	IV Año	V Año
Cantidad de alevines	64,000	64,000	64,000	64,000	64,000
Precio por alevín **	16	18	20	22	24
Total de compras	1, 024,000	1, 152,000	1, 280,000	1, 408,000	1, 536,000

Dólar: ₡360 10/7/2002.

** Incremento de un 10%. Anual.

Cuadro 11. Presupuesto de mano de obra directa (en colones). para el cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Detalle	I Año	II Año	III Año	IV Año	V Año
1 Operario - 2 operarios a partir II Año**	780,000	1,716,000	1,887,600	2,076,360	2,283,984
Cargas sociales 22%	171,600	377,520	415,272	456,799	502,476
Prest Legales, Aguinaldo, Vacaciones. 20.82%	162,396	357,271	392,998	432,298	475,525
1 Técnico 2 visitas mensuales **	120,000	132,000	145,200	159,720	175,680
COSTO TOTAL	1,233,996	2,582,791	2,841,070	3,125,177	3,437,666

Dólar: ₡360 10/7/2002.

**Incremento de un 10 % anual.

Cuadro 12. Presupuesto de compra de alimento (en colones) para el cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Detalle	I Año	II Año	III Año	IV Año	V Año
Cantidad de kilogramos	7,595	12,445	12,445	12,445	12,445
Precio por kilogramo **	144	158	174	191	210
Total de compras	1, 093,680	1, 966,310	2, 165,430	2, 376,995	2, 613,450

Dólar: ₡360 10/7/2002.

**Incremento de un 10 % anual.

Cuadro 13 Presupuesto de gastos de producción (en colones) para el cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra, para un área de cultivo de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Detalle	I Año	II Año	III Año	IV Año	V Año
Alimento (concentrado)	1,093,680	1,966,310	2,165,430	2,376,995	2,613,450
Fertilizante y otros **	30,800	33,880	37,400	40,400	44,000
Canon de agua**	24,000	26,400	29,040	31,920	35,040
TOTAL GENERAL	1,148,480	2,026,590	2,231,870	2,449,315	2,692,490

Dólar: ₡360 10/7/2002.

**Incremento de un 10 % anual.

5.3.1.3. Valor de la producción.

Para llevar a cabo la estimación de ventas, se trabajó con el monto que cobran normalmente en este tipo de proyectos de pesca recreativa, como es el caso específico del proyecto del señor Marco Gene Salazar, localizado en San Juan de Platanar de Pérez Zeledón, en donde dicho monto es de 1000 colones por kilo de tilapia pescada. Es importante destacar que el precio por kilo, es por el pez entero con todo y vísceras por lo que el productor no pierde el 18 % correspondiente a éstas. (Otárola, 1999)

El sistema de cultivo que se analiza involucra dos cosechas al año I, por lo cual en este, se obtiene un volumen de producción de 6662 kilos. Para los siguientes cuatro años el volumen de producción es de 13324 kilos por cada año, ya que a partir del segundo año se obtienen cuatro cosechas por año.

Las ventas netas alcanzan un valor de 6,662,000 colones para el primer año y de 14,656,400 colones para cada uno de los siguientes cuatro años. Todo lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Proyección de ventas para el cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra para un área de cultivo 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Detalle	I Año	II Año	III Año	IV Año	V Año
Pez entero Kg	6,662	13,324	13,324	13,324	13,324
Precio/kg (¢1000)**	1000.00	1100.00	1210.00	1331.00	1464.01
Subtotal	6,662,000	14,656,400	16,122,040	17,734,244	19,507,668
VENTAS NETAS	6,662,000	14,656,400	16,122,040	17,734,244	19,507,668

**Incremento de un 10 % anual.

5.3.1.4. Estado de resultados.

Cuadro 15. Estado de ganancias y pérdidas proyectado para un periodo de 5 años para el cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS					
VENTAS	6,662,000	14,656,400	16,122,040	17,734,244	19,507,668
TOTAL DE INGRESOS	6,662,000	14,656,400	16,122,040	17,734,244	19,507,668
COSTO PRODUCCION					
MANO DE OBRA	1,233,996	2,582,791	2,841,070	3,125,177	3,437,666
MATERIA PRIMA	1,024,000	1,152,000	1,280,000	1,408,000	1,536,000
GASTOS DE PRODUCCION	1,148,480	2,026,590	2,231,870	2,449,315	2,692,490
IMPREVISTOS 10%	340,648	576,138	635,294	698,249	766,616
TOTAL COSTO PRODUCCION	3,747,124	6,337,519	6,988,234	7,680,742	8,432,772
UTILIDAD BRUTA EN VENTAS	2,914,876	8,318,881	9,133,806	10,053,502	11,074,897
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
DEPRECIACIONES	485,642	530,642	530,642	530,642	530,642
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS	485,642	530,642	530,642	530,642	530,642
GASTOS FINANCIEROS					
INTERESES	773,514	648,589	501,419	328,042	123,793
TOTAL GASTOS FINANCIEROS	773,514	648,589	501,419	328,042	123,793
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	1,655,721	7,139,650	8,101,745	9,194,819	10,420,462
IMPUESTO RENTA 30%	496,716	2,141,895	2,430,524	2,758,446	3,126,139
UTILIDAD NETA	1,159,005	4,997,755	5,671,222	6,436,373	7,294,324
RENTABILIDAD NETA	17%	34%	35%	36%	37%
RENTABILIDAD BRUTA	44%	57%	57%	57%	57%

Dólar: ₡360 10/7/2002.

5.3.1.5 Flujo de caja.

Cuadro 16. Flujo de caja proyectado a 5 años, para el cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Concepto	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
FINANCIAMIENTO	5,000,000					
Inversión inicial	-7,179,150					
Capital de Trabajo	-3,747,124					
INGRESOS						
Ingresos por ventas		6,662,000	14,656,400	16,122,040	17,734,244	19,507,668
TOTAL INGRESOS		6,662,000	14,656,400	16,122,040	17,734,244	19,507,668
EGRESOS						
Mano de obra		1,233,996	2,582,791	2,841,070	3,125,177	3,437,666
Compra de alevines		1,024,000	1,152,000	1,280,000	1,408,000	1,536,000
Otros Gastos de producción		1,148,480	2,026,590	2,231,870	2,449,315	2,692,490
Intereses		773,514	648,589	501,419	328,042	123,793
Depreciación		485,642	530,642	530,642	530,642	530,642
Imprevistos 10%		466,563	694,061	738,500	784,118	832,059
SUBTOTAL DE EGRESOS		5,132,195	7,634,673	8,123,501	8,625,294	9,152,649
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		1,529,805	7,021,727	7,998,539	9,108,950	10,355,019
IMPUESTO SOBRE LA RENTA (30%)		458,942	2,106,518	2,399,562	2,732,685	3,106,506
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO		1,070,864	4,915,209	5,598,978	6,376,265	7,248,513
Construcción ranchos			900,000			
Pago de deuda-amortización		701,557	826,482	973,653	1,147,029	1,351,278
Depreciación		485,642	530,642	530,642	530,642	530,642
Valor residual del terreno						2,000,000
Valor residual de los activos						2,442,292
Valor residual de Capital Trabajo						3,747,124
Intereses		773,514	648,589	501,419	328,042	123,793
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-5,926,274	1,628,462	5,267,957	5,657,385	6,087,920	10,993,961
VALOR ACTUAL NETO (V.A.N)			4,700,859			
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)			65%			
RELACION BENEFICIO COSTO (B/C)			1.93			

5.3.1.6 Punto de equilibrio.

La estimación del punto de equilibrio es muy importante ya que nos muestra el punto exacto en nuestro proyecto, donde los costos son iguales a los ingresos. Nos dice el número mínimo de kilos que tenemos que vender para sostener el negocio en un punto donde no hay utilidad ni pérdida (cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis del punto de equilibrio para un proyecto de cultivo de tilapia en sistema intensivo, en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Concepto	I Año	II Año	III Año	IV Año	V Año
Precio de Venta=P	1,000	1,100	1,210	1,331	1,464
Ventas totales en Kg	6,662	13,324	13,324	13,324	13,324
Total de ingresos	6,662,000	14,656,400	16,122,040	17,734,244	19,506,336
Costos Variables Totales	3,747,124	6,337,519	6,988,234	7,680,742	8,432,772
Costos Variables Unitarios=V	562	476	524	576	633
Margen de Contribución	2,914,876	8,318,881	9,133,806	10,053,502	11,073,564
Costos Fijos Totales=F	414,883	1,825,633	464,383	464,383	464,383
Total Costos Fijos+ Costos Var.	4,162,007	8,163,153	7,452,618	8,145,125	8,897,155
Utilidad antes de impuestos	2,499,993	6,493,247	8,669,422	9,589,119	10,609,181
Punto de equilibrio=X	948	2,924	677	615	559
Prueba					
$(P \times X) - F - (V \times X)$	0	0	0	0	0

Dólar: ₺360 10/7/2002.

5.3.1.7 Análisis de sensibilidad.

Con el fin de valorar el grado de elasticidad del proyecto se llevó a cabo este análisis en donde se trabajó sobre la base de dos criterios económicos negativos, reducir en un 20 % el precio de venta y aumentar en un 20 % los costos de producción, esto con el propósito de evaluar la reacción de los indicadores económicos, Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de retorno (TIR) y la relación beneficio costo (B/C), lo cual se puede apreciar en el cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis de Sensibilidad para un proyecto de cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua.

Supuestos	VAN	TIR	B/C
Reducir un 20% en el precio de venta	1,190,254	39%	1.55
Aumentar 20% los costos de producción	3,951,956	59%	1.82

5.4 Análisis económico II. Comercialización fuera de la finca

El análisis económico se realizó a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación tomando como base la tilapia nilotica, que fue la que según los parámetros de crecimiento (Cuadro 5 y 6), mostró mayores rendimientos. Este análisis se realizó para un área de 0.52 hectáreas, dividida en 8 estanques, 4 de 800 m³ y 4 de 500 m³ siguiendo el sistema de cultivo utilizado en la presente investigación. Los criterios técnicos y biológicos usados para el presente análisis se presentan en el cuadro 19.

Cuadro 19 Criterios usados para el análisis de la estructura de costos con base en la venta del producto fuera de la finca como producto fresco eviscerado.

Densidad de siembra:	Pre-cría: 10 peces/m ³ Engorde I: 6 peces/m ³ Engorde II: 4.5 peces/m ³ .
Peso de siembra	2 gramos
Peso final de cosecha	545 gramos
Factor de conversión alimenticio	1.14
Mortalidad	61.8 %
Duración del cultivo.	238 días
Costo del alimento Aguilar & Solís	144 colones/ kilo.
Precio de venta de los peces fuera de la finca.	750 colones/ kilo.
Distancia máxima para venta del producto.	100 kilómetros.
Perdida de producto por evisceración	18 %

5. Cuadro 20. Gastos de inversión inicial en colones para el cultivo de tilapia intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua, modelo de comercialización fuera de la finca.

Concepto	Descripción	Invers.inicial	Aporte	Financ.	Interés Anual
Estanques engorde	5200 m ³	2,050,000		2,050,000	16.5%
Sala de proceso	12 m ²	398,950		398,950	16.5%
Bodega	10 m ²	220,000		220,000	16.5%
Toma de agua	4m ²	100,000		100,000	16.5%
Red	1 unidad	80,000		80,000	16.5%
Romana	3 unidad 25 kg	75,000		75,000	16.5%
Baldes	15 unidades	11,500		11,500	16.5%
Nevera	1 unidad	150,000		150,000	16.5%
Vehículo	1 unidad	1,460,000		1,460,000	16.5%
Terreno	1 hectárea	2,000,000	2,000,000		
Imprevistos (10%)		654,545		454,550	
Total inversión inicial		7,199,995			
TOTAL INVERSION		7,199,995			
TOTAL APOORTE			2,000,000		
TOTAL A FINANCIAR				5,000,000	

Cuadro 21. Estado de ganancias y pérdidas proyectado para un periodo de 5 años para el cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua, modelo de comercialización fuera de la finca.

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS					
VENTAS	4,097,130	9,013,686	9,915,055	10,906,560	11,997,216
TOTAL DE INGRESOS	4,097,130	9,013,686	9,915,055	10,906,560	11,997,216
COSTO PRODUCCION					
MANO DE OBRA	1,233,996	2,582,791	2,841,070	3,125,177	3,437,666
MATERIA PRIMA	1,024,000	1,152,000	1,280,000	1,408,000	1,536,000
GASTOS DE PRODUCCION	1,148,480	2,026,590	2,231,870	2,449,315	2,692,490
IMPREVISTOS 10%	340,648	576,138	635,294	698,249	766,616
TOTAL COSTO PRODUCCION	3,747,124	6,337,519	6,988,234	7,680,742	8,432,772
UTILIDAD BRUTA EN VENTAS	350,006	2,676,167	2,926,820	3,225,818	3,564,445
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
DEPRECIACIONES	413,035	458,035	458,035	458,035	458,035
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS	413,035	458,035	458,035	458,035	458,035
GASTOS FINANCIEROS					
INTERESES	773,514	648,589	501,419	328,042	123,793
TOTAL GASTOS FINANCIEROS	773,514	648,589	501,419	328,042	123,793
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	-836,543	1,569,542	1,967,366	2,439,741	2,982,616
IMPUESTO RENTA 30%	-250,963	470,863	590,210	731,922	894,785
UTILIDAD NETA	-585,580	1,098,680	1,377,156	1,707,819	2,087,831
RENTABILIDAD NETA	-14%	12%	14%	16%	17%
RENTABILIDAD BRUTA	9%	30%	30%	30%	30%

Cuadro 22. Flujo de caja proyectado a 5 años, para el cultivo de tilapia en sistema intensivo en estanques de tierra para un área de 0.52 hectáreas de espejo de agua, comercialización fuera de la finca .

Concepto	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
FINANCIAMIENTO	5,000,000					
INFRAESTRUCTURA	-7,199,995					
Capital de Trabajo	-3,747,124					
INGRESOS						
Ingresos por ventas		4,097,130	9,013,686	9,915,055	10,906,560	11,997,216
TOTAL INGRESOS		4,097,130	9,013,686	9,915,055	10,906,560	11,997,216
EGRESOS						
Mano de obra		1,233,996	2,582,791	2,841,070	3,125,177	3,437,666
Compra de alevines		1,024,000	1,152,000	1,280,000	1,408,000	1,536,000
Gastos de producción		1,148,480	2,026,590	2,231,870	2,449,315	2,692,490
Intereses		773,514	648,589	501,419	328,042	123,793
Depreciación		413,035	458,035	458,035	458,035	458,035
Gastos de comercialización		327,770	721,095	793,204	872,525	959,777
Imprevistos 10%		459,303	686,801	731,239	776,857	824,798
SUBTOTAL DE EGRESOS		5,380,098	8,275,901	8,836,838	9,417,952	10,032,560
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		-1,282,968	737,785	1,078,216	1,488,608	1,964,656
IMPUESTO SOBRE LA RENTA		-384,890	221,336	323,465	446,583	589,397
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO		-898,078	516,450	754,751	1,042,026	1,375,259
Pago de deuda-amortización		701,557	826,482	973,653	1,147,029	1,351,278
Depreciación		413,035	458,035	458,035	458,035	458,035
Valor residual del terreno						2,000,000
Valor residual de los activos						2,163,773
Valor residual del capital de trabajo						3,747,124
Intereses		773,514	648,589	501,419	328,042	123,793
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-5,947,119	-1,186,600	148,003	239,134	353,032	4,645,789
VALOR ACTUAL NETO (V.A.N)			-4,068,164			
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)			-6%			
RELACION BENEFICIO COSTO (B/C)			1.10			

VI-DISCUSIÓN.

6-1 Factores físicos y químicos.

Durante el período de experimentación la temperatura mínima se mantuvo siempre dentro del ámbito óptimo de crecimiento que se informa para el cultivo de tilapia, no así la temperatura máxima ya que en la presente investigación la temperatura se mantuvo entre 23 y 31. Ikenque & Kafufo (1992), informan que la tilapia crece en un amplio ámbito de temperaturas excepto a temperaturas menores de 18 °C. Autores como Balarin & Haller (1983) y Nash & Novotny (1995), informan un ámbito óptimo para el crecimiento de tilapia entre los 22 y 29 °C.

La temperatura máxima de 31°C que se alcanzó en esta investigación se sale del ámbito óptimo para el cultivo de tilapia según los autores arriba citados, pero esta se presentó en los tres tratamientos, factor que desde el punto de vista metabólico afectaría el crecimiento en igual sentido, no siendo esto determinante en cuanto a una mayor ventaja de crecimiento entre los diferentes tratamientos.

Los valores de oxígeno disuelto obtenidos fueron mayores de 3 mg/l, mínimo establecido para cultivo de tilapia, según Coche (1982). Durante el presente ensayo, la concentración de oxígeno disuelto siempre fue mayor que el mínimo requerido para el cultivo de tilapia (3.15 y 6.95 mg/l), lo que según Stoas (1993) puede ser considerado como ideal para propósitos de cultivo y obtener buenos índices de crecimiento.

El pH del agua osciló entre 6.7 y 7.6 durante el experimento. Estos valores se encuentran dentro del ámbito óptimo para el buen crecimiento de las tilapias, según Stoas, (1993), Boyd (1982) y Piper et al (1986) quienes recomiendan que para un buen crecimiento del pez, el pH debe de estar entre un ámbito de 6.5 a 9.0. El ámbito de pH obtenido durante la presente investigación es similar al logrado por Durán (1998) para una investigación con tilapia realizada en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, donde se utilizó el mismo sistema de cultivo y presenta una condición ideal para el crecimiento de tilapia en estanques. La turbidez del agua como se puede observar en la figura 3, varió considerablemente, dependiendo de la época del año. Se puede notar que se mantienen niveles oscilantes en donde los más bajos, menores de 25 cm corresponden a turbidez generada por sustancias húmicas como resultado del arrastre de las fuertes lluvias típicas de la época lluviosa. Estas aguas no son directamente dañinas para los peces, pero son poco productivas según Boyd (1982).

En el caso de las altas transparencias, mayores de 40 cm. se debieron a que el sistema de cultivo mantiene un recambio diario del agua de los estanques entre un 30 a 40 %, dependiendo de la etapa de cultivo. Estas lecturas de transparencia según Schimittou (1993) se alejan de los niveles para aguas eutróficas, presentándose aguas de alta visibilidad y un color café verdoso del agua que indica la presencia de diatómeas.

En este sentido se concuerda con Umaña (1991) quien manifiesta que la visibilidad Secchi es una medida muy cruda para medir productividad en estanques ya que no sólo depende de la cantidad de fitoplancton sino de otras fuentes de turbidez, como los sedimentos.

6.2 Crecimiento de los peces.

Tomando en cuenta todo el periodo de cultivo, *O. niloticus* fue superior en crecimiento sobre la tilapia stirling y a la tilapia blanca, sin embargo la diferencia de crecimiento con respecto a la tilapia stirling no fue significativa (cuadro 5). Tanto la tilapia nilótica como la stirling mostraron diferencias significativas con respecto al crecimiento de la tilapia blanca. Este comportamiento varió dependiendo de la etapa de cultivo. En pre-cría hasta el día 56 hay un mayor crecimiento de la tilapia Stirling, seguida por la tilapia Blanca y la Nilótica, a partir de este momento la tilapia blanca es la que muestra mayor crecimiento, hasta los 140 días cerca del final de la etapa de engorde I. En la etapa de engorde II la tilapia Nilótica es la que tiene mayor crecimiento, seguida por la tilapia Stirling y la Blanca (cuadro 6).

De los indicadores de crecimiento calculados como son TEC, FCA y TCR para todo el periodo de cultivo, sólo el factor de conversión alimenticio es estadísticamente significativo a favor de la tilapia Nilótica (1.14) en relación con la Stirling (1.56) y la Blanca (1.57). Estas tasas de conversión alimenticia son menores a las reportadas por Zavaglia (1994) para tilapia

nilótica la cual fue de 3.9, Lovshin y Tave (1989) con 2.14 y Durán (1998) con 1.83. para sistemas de cultivo similares al del presente ensayo.

Berman (1997) sin embargo logra un factor de conversión muy similar (1.56) al de la tilapia Blanca y la Stirling trabajando con tilapia nilótica. Bhikajee y Persand (1995) logran trabajando con tilapia roja un factor de conversión de 1.27 inferior al de la tilapia blanca y Stirling pero mayor que el obtenido para la tilapia Nilótica en este ensayo que fue de 1.14, valor menor que el señalado por Schmittou (1994) para Nilótica, que se encuentra en un rango de 1.20 a 1.50.

Las tasas de conversión alimenticia resultado de la presente investigación son buenas ya que están por debajo o muy cercanas a valores con los cuales se esta trabajando en la actualidad con la tilapia Nilótica, especie de mayor cultivo en el ámbito nacional. Inclusive dichas tasas presentan valores menores a los reportados por Molina (1995) y a Green (1997) trabajando con *Oreochromis aureus* en sistemas de jaulas flotantes con densidades de 100 peces/m³ los cuales fueron de 1.6 y 1.8 respectivamente.

El crecimiento en gramos por día reportado para cada una de tilapias estudiadas Nilótica (2.29), Blanca (1.95) y Stirling (2.27) es inferior al reportado por Durán (1995) para tilapia Nilótica que fue de 3.30 gramos por día, utilizando una tecnología de cultivo similar a la del presente ensayo.

Tanto la tilapia Nilótica, Stirling como la Blanca presentaron mortalidades altas durante todo su período de cultivo, 61.8, 62.8 y 57.3 respectivamente. Este porcentaje de mortalidad es mayor que el reportado por Rodríguez (1995) para un sistema de cultivo similar con tilapia Nilótica en el cual se obtuvo una mortalidad de 36 %. Lanza (1995) usando la misma tecnología de cultivo con tilapia Nilótica reportó una mortalidad de un 20 % para todo el período de cultivo.

La mortalidad tan alta con respecto a otros sistemas de cultivo similares tiene que ver con la posición geográfica de la finca, la cual se encuentra muy cercana a dos reservas nacionales como son Lomas de Barbudal y Palo Verde, por lo que fue frecuente observar depredación en los estanques, por aves como cormoranes, garzas y gavilanes.

6.3.1 Análisis económico I. Comercialización dentro de la finca.

Como se puede observar en el cuadro 15, el estado de resultados, las utilidades resultan positivas desde la primera cosecha, con una utilidad neta que va en aumento año con año. En el primer año la rentabilidad neta es de un 17 %, aumentando a un 34 % para el año 2, con un 17 % de diferencia con respecto al año 1. Para los años 3, 4 y 5 la rentabilidad neta aumenta un 1 % por año, obteniéndose 35, 36 y 37 % respectivamente. La rentabilidad neta de un 17 % en el primer año es de esperar ya que es en este año donde se realizan la inversión inicial en infraestructura y equipo.

Sobre la base del flujo de caja proyectado a 5 años, podemos decir que este es positivo durante todos los años, aún en el año 1 que es donde se realiza la inversión inicial en infraestructura y equipo.

El análisis del punto de equilibrio nos indica que el proyecto en el primer año tiene que vender como mínimo 948 kilos de tilapia para sostener el negocio, este es un punto neutro donde no hay utilidad ni pérdida. A partir de este punto de equilibrio como se nota en el cuadro 17, para los cinco años, podemos hacer nuestro proyecto rentable o no rentable según el número de kilos vendidos sea mayor o menor a lo que nos indica el punto de equilibrio Noel (1994).

El análisis de sensibilidad que se realizó con el fin de valorar la elasticidad del proyecto a cambios económicos adversos como una reducción en un 20 % del precio de venta y un aumento de un 20 % en los costos de producción, muestra que aún con estos supuestos que rara vez se dan de manera simultánea, el proyecto presenta (cuadro 18) indicadores financieros (VAN, TIR y B/C) que mantienen al proyecto con una buena rentabilidad.

Tomando en cuenta el cálculo del valor actual neto, el cual fue de 4,700,859, una tasa interna de retorno de un 65 % y una relación beneficio costo de 1.93 el proyecto financieramente debe aceptarse.

Este tipo de análisis económico a sido realizado con diferentes especies y bajo sistemas de cultivo diferentes como es el caso de Muñoz y Gunther (1993) con trucha Arco Iris, Durán (1998) y Lanza (1995) con tilapia Nilótica, los cuales obtuvieron los siguientes resultados en la relación beneficio costo respectivamente, 1.78, 1.27, 1.96. La relación beneficio costo de esta investigación de 1.93, es desde el punto de vista económico positiva y es similar o superior a la encontrada por otros autores para proyectos acuícolas como los que se nombraron anteriormente.

6.3.2 Análisis económico II. Comercialización fuera de la finca.

Como se observa el cuadro 21, estado de resultados, las utilidades resultan negativas solo para el año 1, con una rentabilidad neta que va en aumento año con año y que se inicia con un 12 % en el año 2, aumentado un 2 % en los años 3 y 4, con un 14, 16 respectivamente para finalizar con un 17% en el último año.

La relación beneficio costo de 1.10 es muy cercana a uno por lo que el margen de rentabilidad del proyecto es muy bajo.

Tomando en cuenta los indicadores económicos como son, el valor actual neto, el cual fue de -4,068,164 una tasa interna de retorno de un -6 % y una relación beneficio costo de 1.10, el proyecto no es viable económicamente.

La falta de factibilidad económica del presente modelo con base, en el análisis de los datos se debe a tres factores: 1- Se da una gran pérdida de producto por evisceración (18 %) 2-Los costos de comercialización bajan la rentabilidad del proyecto. 3- El precio del pescado fresco eviscerado es bajo.

Contrario a lo anterior en el modelo de comercialización del producto en finca se dan tres factores que son los que permiten la factibilidad económica de este modelo, los cuales son: 1-El pescado se vende con vísceras (no se pierde un 18 % por este concepto) 2- El producto se vende en la Finca (costos de comercialización mínimos) 3- El precio del producto es alto ya que se cobra el esparcimiento de los usuarios de la pesca recreativa.

VII-CONCLUSIONES.

- La estación Enrique Jiménez Núñez, presenta condiciones muy favorables en cuanto a calidad y cantidad de agua para el cultivo intensivo en estanques de tierra para los tres tipos de tilapia evaluada como son la Nilótica, Stirling y Blanca.
- La tilapia Nilótica, mostró un mayor crecimiento que la Stirling y la Blanca, bajo las condiciones climáticas que se presentaron en la estación Enrique Jiménez Núñez.
- El factor de conversión obtenido para los tres tipos de tilapia evaluados en esta investigación fue menor que el reportado por otros investigadores, para tilapia Nilótica y Aurea.
- Los resultados del análisis económico basándose en dos modelos de comercialización, indican que este modelo de producción de tilapia de manera intensiva en estanques de tierra es rentable, bajo el esquema de comercialización en finca como pesca recreativa.

VIII-RECOMENDACIONES.

- Al llevarse a cabo investigación en la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, es muy importante seleccionar el tiempo de duración de esta y los meses, debido a que hay prácticas agrícolas con el arroz (fangasa) que elevan mucho los niveles de turbidez del agua, lo que podría causar problemas de estrés en los peces y hacer estos más propensos a enfermedades, elevando la mortalidad y disminuyendo el crecimiento.
- Por estar esta estación cerca de dos reservas nacionales que tienen grandes poblaciones de aves y por la misma características de la zona boscosa donde se encuentra la estación, es imprescindible la colocación de barreras y mallas de protección en los estanques de investigación para impedir la depredación por mamíferos, aves y reptiles. Ya que los altos porcentajes de mortalidad reportados en la presente investigación están asociados a este problema.
- Realizar investigación bajo el mismo modelo de producción intensiva en estanques de tierra con la tilapia Nilótica, Stirling y Blanca bajo condiciones climáticas diferentes a las realizadas en la presente investigación para ver si hay variación en las condiciones de crecimiento.

- Realizar otras estructuras de costos basándose en sistemas de producción intensiva de tilapia como pilas circulares y rectangulares de cemento y jaulas.
- Evaluar el crecimiento de la tilapia Nilótica, Stirling y Blanca en sistemas de cultivo intensivo en estanques de cemento bajo diferentes condiciones climáticas.

Boyd, C. E. and Mc Leary, 1972. Aquaculture, the farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Science, Edit. John Wiley & Sons, New York, 364 pp.

1997. Producción intensiva de tilapia en agua dulce IV Simposio Centroamericano de Acuicultura Tecnológica (Tecnología), 1-59-63 pp.

1992. Informe de la consultoría sobre cultivo de tilapia (RADEPTSCA). Panamá 47 pp.

Al N. Portant 1995. Studies on the experimental control Mariculture cage for red tilapia in Myanmar. In Proceedings from the Ninth International Symposium on tilapia in aquaculture Orlando Florida, 405-413 pp.

1979. Estudios Preliminares sobre el cultivo de híbridos de tilapia *T. Mossambicus* x *T. Mozambicus* con gallineta y triple super híbrido en Costa Rica. Rev. Latinoamericana de Acuicultura 2: 22-28.

1991. Water Quality Management for Fish Pond Culture. Agriculture experimental station, Auburn, Alabama 10-25 pp.

IX-BIBLIOGRAFÍA

- ASBANA, 1979-1980. Tercer reporte anual de Diversificación agrícola Proyecto de tilapias. Pp 27-32.
- Balarin, D & D. Haller. 1983. Comercial Tank Culture Of Tilapia. In Proceedings of Internacional Simposium of Tilapia in Aquaculture. Nazareth Israel. Tel Avid university Press. P473-483.
- Bardach, J. Ryther and Mc Larney. 1972. Aquaculture, the farming and Husbandry of Freshwater and Marine organims. Science. Edit. Jhon Wiley & Sons, New york. 868 pp.
- Berman, Y 1997. Producción intensiva de tilapia en agua fluyente IV Simposio Centroamericano de Acuicultura Tegucigalpa Honduras. 1: 59-63 pp.
- Berzak, O. 1992. Informe de la consultoría sobre cultivo de tilapia PRADEPESCA. Panamá 47 pp.
- Bhikajejee, M S. Persand.1995 Studies on an experimental reistand Mariculture cage for red tilapia in Maurituis. In Proceedings from the fourth Internacional Symposium on tilapia in aquaculture. Orlando Florida.408-415 pp.
- Bolaños,J. 1979. Estudio Preliminar sobre el cultivo de híbridos de tilapia *T. Hornorum* x *T. Mossambicus* con gallinaza y triple super fosfato en Costa Rica. Rev. Latinoamericana de Acuicultura 2: 22-28.
- Boyd, C 1982. Water Quality Management for fish Pond Culture. Agriculture experimental station, Auburn, Alabama 10-25 pp.

- Calderón, P. , M. Mora J Cabrera y Y Astorga. 1984. Utilización de vinaza como fertilizante de estanques para cultivo de peces. Rev. Lat. Acuicultura, 22: 12-21.
- Castillo, J. 1995 Producción intensiva de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas en el lago Atitlán, Guatemala. En Galvez, N et al (eds) Primer Simposio Centroamericano sobre cultivo de tilapia. San José, Costa Rica. Convenio ALA/90/ 09. PRADEPESCA pp. 139-144.
- Coche, A. 1982 Cage Culture Of Tilapias. En The Biology and Culture of Tilapias. Editado por Pullin, R & Lowe-McConnell, R ICLARM, 7: 426 p.
- Coll, M. 1986. Acuicultura Animal. Segunda Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 629 pp.
- Dickman, M. Nanne H. 1982. Impact of tilapia grazing on plankton composition in artificial ponds in Guanacaste, province, Costa Rica. J. Freshwater Ecol. , 4: 94 – 100.
- Durán, E. 1995 a. Validación de *Oreochromis niloticus* en jaulas flotantes en el embalse del Arenal, Guanacaste. Informe final del proyecto al fortalecimiento de la Acuicultura. San José. Costa Rica. Convenio ALA/90/09. Pradepesca.
- Durán, E. 1995 b. Situación del cultivo de Tilapia en Costa Rica. 27-32 pp. En Galvez, N et al (eds) Primer Simposio Centroamerivano sobre cultivo de tilapia. San José, Costa Rica. Convenio ALA/90/09. Pradepesca.
- Durán, E. 1998. Validación de un modelo de producción intensiva de tilapia en estanques de tierra. Tesis de Licenciatura U.N.A., Heredia. Costa Rica. 48 pp.

- FAO. 1995 a. El Estado mundial de la Pesca y la Acuicultura. Ediciones FAO: Roma. Italia. 13, 14 pp.
- FAO. 1997 b. Consulta Técnica sobre nutrición y control de enfermedades en la acuicultura de América Latina. La Habana. Cuba Informe de Pesca (557) 21p.
- FAO. 1997 c. La pesca y la acuicultura en América Latina y el Caribe: situación y Perspectivas en 1996. Circular de Pesca (921) Roma 60p.
- FAO. 1998 d. El Estado mundial de la Pesca y la Acuicultura. Ediciones FAO: Roma. Italia. 13, 14 pp.
- González, N, S. León, R, R, Ruiz y E. Solís. 1987. Producción de Tilapia Híbrida (*T. hornorum* x *T. mosambica*) con gallinaza como fertilizante y el efecto de éste sobre la calidad del agua. Rev. Lat: Acui., 32: 23-34.
- Green, B. 1997. Inclusion of tilapia as diversification strategy for penaeid shrimp culture IV Simposio Centroamericano de Acuicultura. Honduras. 85-92 pp.
- Gunther, J. 1991. Programa AQUA de análisis estadístico. Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia.
- Hernández, A. 1995. Competividad en el cultivo comercial de tilapia. En Gálvez, N. et al (eds). Primer Simposio Centroamericano sobre cultivo de tilapia. San José, Costa Rica. Convenio ALA/90/90. PRADEPESCA. P.p 166-170.
- Ikenque, H. T. Kafufo. 1992 Modern Methods of Acuaculture in Japan. Ediciones Elsevier-kodansha LTD. Tokio Japón. 98- 101 pp.

- Incopesca, 1996. Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Pesquero. Documento institucional. San José, Costa Rica. 42 pp.
- Incopesca Departamento de Acuicultura. 1999. Documento Evaluación del Departamento de Acuicultura Mimeografiado. San José, Costa Rica. 4-6 pp.
- Lanza, W. 1995. Cultivo Intensivo de tilapia en estanques usando en orden decreciente 3 densidades de siembra alimentadas con ración comercial. Informe Final Proyecto al fortalecimiento de la Acuicultura. San José. Costa Rica. Convenio ALA/90/09. Pradepesca. 192-195 pp.
- López, J. 2000. Antología de Gestión Financiera. II edición. San José, Costa Rica. Editorial Mundi Press Pp. 102-139.
- Lovshin, L. D. Tave. 1989. Growth and yield o mixed.sex, young-of-the-year *Oreochromis niloticus* raised at two densities in earthen ponds in Alabama. Aquaculture, 89 (1990) 21-26 pp.
- Lovshin, L. L. and Popma. T. J. 1995. Commercial Produccion of tilapia fry an fingerlins. Situación del cultivo de tilapia en Panamá. Memoria del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia. Ed. Pradepesca, Incopesca, Acuacorporación y Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica: 95-101.
- Molina, H. 1995. Cultivo intensivo de tilapia aurea (*Oreochromis aureus*) en jaulas flotantes. En Galvez, N et al. (eds) I Primer Simposio Centroamericano sobre cultivo de tilapia. San José, Costa Rica. Convenio ALA/90/09. PRADEPESCA. pp. 145-146.

- Muñoz, V. E. Gunther J. 1993. Cultivo Intensivo de truchas en Costa Rica, análisis financiero de factibilidad. En Gunther, J y Kleijn, K. (eds). Actas del simposio de investigación acuícola en Centroamérica. Programa UNA/LUW Acuicultura y PRADEPESCA. p. 181.
- Nanne, H. 1993. Sector Acuícola, Antecedentes, situación actual y perspectivas del sector. Mimeografiado. 28 pp.
- Nash, C y A. Novotny. 1995. Production of Aquatic Animals. Fishes. World Animal science. C8: 133-152.
- Noel, d. 1994. Contabilidad Administrativa. Cuarta edición. Editorial McGraw Hill. Mexico. 131- 152 pp.
- Otárola, A. 1997. El cultivo de la Trucha Arco Iris. Incopesca, San José, Costa Rica. 44pp.
- Otárola A. 1999. El cultivo de la tilapia. Incopesca, San José, Costa Rica, 28 pp
- Piper, R. G, I. B. McEllmain, L.E. Orne, L.P. McCranen. 1986. Fish Hatchery Mangnemen. Us Departament of interior, Fish and Wildlife Service, Washimngton, D. C. 515 pp.
- Porras, A. 1986. Crecimiento de *Oreochromis aureus* a altas densidades de siembra utilizando fertilización orgánica a base de estiércol de cerdo. Pp. 173-181. En : Procedimiento del taller de trabajo sobre acuicultura en América Latina. Pudoc Wageningen, 1987. Organizado por I. F.S.
- Pérez, H. 1996. El cultivo de la tilapia en el Istmo Centroamericano. Boletín informativo, PRADEPESCA. Panamá 14-17 pp.

- Pullin, R. Y. R. Mc. Lowell, 1982. The Biology and culture of tilapias. ICLARM. Conference Proceedings. Internacional Center For Living Aquatic Resources Management, Manila, Philipines. 432 pp.
- Rodríguez, V. 1995. Cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* solo macho en la cooperativa El Jicaro, El Salvador. Informe Final Proyecto al fortalecimiento de la acuicultura. San José, Costa Rica, Convenio ALA/90/09. PRADEPESCA. 11-119 pp.
- Ruiz R. 1980. Introducción de la tilapia en Costa Rica. Aspectos fenotípicos y taxonómicos. Revista ASBANA. 12:16.
- Salas, A. y Yang. 1993. Mimeografiado. Manual Práctico sobre la crianza de tilapia. pp. 15-17,
- Shodjail, F., Nanne, H & Vargas W. 1989. Cultivo de *Oreochromis aureus* en jaulas flotantes en el embalse del Arenal, Costa Rica. Proyecto Fomento de la Acuicultura. 66 pp.
- Schmittou, H. R. 1993. High Density Fish Culture in Low Volume Cages. American Soybean Association. 45 pp.
- Soto, C. 1998. Evaluación del crecimiento de *Oreochromis niloticus* en estanques utilizando un sistema de cultivo intensivo. Tesis de Licenciatura. U.N.A. Heredia. Costa Rica pp. 53.
- Stoas, 1993. Fish Farming in Pond in the Tropics. Foundation for the Development of Agricultural Education and Training, Wageningen, The Netherlands.
- Toledo, S, J. 1998. Nutrición y alimentación de tilapia cultivadas en América Latina y el Caribe. Ed. Ministerio de la Industria Pesquera. La Habana. Cuba. 2-8 pp.

- Trewavas, E. 1983. A review of the Fish of genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. Bull. Br Mus. (Nat Hist.) Zool. Pp. 583.
- Umaña, E. 1991. Evaluación del crecimiento y factibilidad económica de *Oreochromis aureus* en estanques fertilizados, utilizando dos alimentos suplementarios en la Estación Enrique Jiménez Núñez. Tesis de Licenciatura U.N.A., Heredia, Costa Rica. 77 pp.
- Vargas, W. 1991. Evaluación del crecimiento y la factibilidad económica del cultivo de *Oreochromis aureus* en jaulas flotantes bajo dos dietas comerciales y una no comercial en el Embalse Arenal, Costa Rica. Tesis de Licenciatura UNA. Heredia. Costa Rica. 90 pp.
- Zavaglia, P. 1994. Comparative analysis of growth of *Oreochromis niloticus* in monosex fishculture experiments, with emphasis in sex-classification during the experiments: A critery based en the relative condition factor. In Proceedings from the fourth Internacional Symposium on tilapia in Aquaculture. Orlando Florida. 187-199 pp.

Temperatura promedio ($^{\circ}\text{C}$) en la mañana y en la tarde durante
las observaciones.

H	TRATAMIENTO				
	MAÑANA		TARDE		
	S	P	W	A	H
1.41	26.2 0.90	25.1 1.41	20.2 2.83	21.2 2.81	20.3 1.87
1.51	25.2 2.39	24.1 1.13	21.2 1.41	20.2 2.83	21.2 3.82
1.91	25.2 0.37	24.1 1.41	21.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.87
1.99	20.2 2.39	20.2 1.41	21.2 1.41	20.2 2.83	21.2 4.28
1.1.42	25.2 1.87	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41	20.2 1.41
1.2.41	24.2 3.86	24.2 1.87	20.2 1.41	20.2 1.41	21.2 4.28
1.3.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	21.2 4.28
1.4.41	25.2 0.71	21.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41	20.2 1.41
1.5.41	20.2 2.39	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
1.6.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
1.7.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
1.8.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
1.9.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.0.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.2.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.3.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.4.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.5.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.6.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.7.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.8.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
2.9.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41
3.0.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 1.41	20.2 2.83	20.2 1.41

APÉNDICE

APENDICE I. Temperatura promedio (° C) en la mañana y en la tarde durante el tiempo de experimentación.

TIEMPO	TRATAMIENTO					
	MAÑANA			TARDE		
DIAS	N	S	B	N	S	B
4	25 ± 1.41	26 ± 0.99	25 ± 1.41	30 ± 2.83	31 ± 2.83	29 ± 2.83
28	24 ± 2.83	25 ± 2.55	24 ± 1.13	31 ± 1.41	30 ± 2.83	30 ± 2.83
42	26 ± 0.85	25 ± 0.57	25 ± 1.41	30 ± 1.41	30 ± 1.41	30 ± 1.41
56	26 ± 2.83	26 ± 2.83	26 ± 1.41	31 ± 1.41	30 ± 4.24	31 ± 4.24
70	26 ± 2.12	26 ± 2.83	26 ± 1.41	28 ± 2.83	28 ± 1.41	28 ± 1.41
84	25 ± 1.41	24 ± 5.66	24 ± 2.83	30 ± 1.41	29 ± 4.24	31 ± 4.24
98	26 ± 1.41	26 ± 2.83	26 ± 0.57	29 ± 1.41	29 ± 4.24	30 ± 4.24
112	26 ± 1.12	25 ± 0.71	26 ± 2.12	29 ± 2.83	28 ± 1.41	29 ± 1.41
126	26 ± 1.70	26 ± 2.97	25 ± 1.98	28 ± 1.41	28 ± 2.83	28 ± 2.83
140	25 ± 1.41	25 ± 1.41	24 ± 1.41	28 ± 4.24	29 ± 2.83	29 ± 2.83
154	24 ± 1.41	24 ± 2.83	24 ± 1.98	29 ± 2.83	28 ± 2.83	30 ± 2.83
168	24 ± 0.42	24 ± 1.41	24 ± 0.14	29 ± 1.41	28 ± 1.41	29 ± 1.41
182	23 ± 1.41	23 ± 0.71	23 ± 0.71	29 ± 2.83	28 ± 1.41	28 ± 1.41
196	24 ± 1.41	24 ± 1.41	23 ± 0.99	29 ± 2.83	29 ± 2.83	30 ± 2.83
210	24 ± 2.83	24 ± 1.41	24 ± 2.69	28 ± 2.83	29 ± 1.41	28 ± 1.41
224	24 ± 0.28	25 ± 0.31	24 ± 1.41	28 ± 4.24	29 ± 2.83	29 ± 2.83
238	24 ± 1.41	24 ± 1.41	24 ± 3.54	28 ± 1.41	28 ± 1.41	29 ± 1.41

N: Nilotica.

S: Stirling.

B: Blanca.

APENDICE II. Variación del oxígeno disuelto (mg/l) promedio en la mañana y en la tarde durante el tiempo de experimentación.

TIEMPO	TRATAMIENTO					
	MAÑANA			TARDE		
DÍAS	N	S	B	N	S	B
14	3.40 ± 0.57	4.10 ± 0.85	3.80 ± 1.41	5.20 ± 0.28	5.25 ± 0.35	5.30 ± 0.42
28	3.50 ± 0.51	3.50 ± 0.14	3.60 ± 2.83	6.10 ± 0.28	4.30 ± 0.42	5.70 ± 0.28
42	4.00 ± 0.71	4.10 ± 0.14	4.00 ± 4.24	6.00 ± 0.28	5.25 ± 1.77	5.55 ± 0.78
56	3.60 ± 0.42	4.25 ± 0.49	3.51 ± 1.41	5.20 ± 0.35	4.50 ± 0.71	5.15 ± 0.35
70	3.20 ± 0.42	3.75 ± 0.35	3.15 ± 1.41	4.00 ± 0.71	4.00 ± 0.64	4.25 ± 0.35
84	3.90 ± 0.64	3.25 ± 0.35	3.27 ± 1.41	4.20 ± 0.28	4.15 ± 0.21	4.30 ± 0.21
98	3.70 ± 0.21	3.70 ± 0.42	3.55 ± 4.24	5.10 ± 0.42	5.10 ± 0.14	4.60 ± 0.57
112	3.90 ± 0.14	3.23 ± 0.38	3.10 ± 2.83	3.50 ± 0.71	2.70 ± 0.42	2.55 ± 0.49
126	4.00 ± 0.21	3.00 ± 0.57	3.60 ± 1.41	3.35 ± 0.57	4.60 ± 0.14	4.40 ± 0.85
140	4.85 ± 0.78	3.55 ± 0.21	4.50 ± 2.83	5.90 ± 0.14	6.40 ± 0.85	5.55 ± 0.78
154	4.55 ± 0.07	4.50 ± 0.42	3.30 ± 1.41	6.40 ± 0.14	6.50 ± 0.71	5.35 ± 0.49
168	3.35 ± 0.49	4.45 ± 0.78	3.70 ± 4.24	5.70 ± 0.42	4.90 ± 0.42	4.90 ± 0.14
182	5.50 ± 1.41	5.05 ± 0.07	4.97 ± 2.83	5.65 ± 0.49	6.55 ± 1.06	6.98 ± 0.03
196	5.40 ± 0.64	5.40 ± 0.76	5.01 ± 1.41	6.60 ± 0.21	6.40 ± 0.57	6.37 ± 0.52
210	5.05 ± 0.42	5.00 ± 0.71	4.70 ± 1.41	6.90 ± 0.14	6.00 ± 0.67	5.71 ± 0.41
224	5.40 ± 0.41	5.10 ± 0.17	4.85 ± 2.83	6.67 ± 0.24	6.05 ± 0.07	6.40 ± 0.28
238	5.05 ± 0.21	4.95 ± 0.55	4.70 ± 1.41	6.95 ± 0.07	6.55 ± 0.48	6.85 ± 0.21

N: Nilotica.

S: Stirling.

B: Blanca.

APENDICE III. Variación promedio en la profundidad de Secchi para cada tratamiento (Cm) durante el tiempo de experimentación..

TIEMPO	TRATAMIENTO		
DIAS	N	S	B
14	28 ± 1.41	29 ± 1.41	28 ± 2.83
28	29 ± 1.41	29 ± 1.41	30 ± 1.41
42	35 ± 1.41	34 ± 1.41	35 ± 1.41
56	25 ± 2.83	22 ± 1.41	23 ± 2.83
70	22 ± 2.83	24 ± 2.83	23 ± 1.41
84	28 ± 2.83	28 ± 2.83	29 ± 2.83
98	40 ± 1.41	42 ± 1.41	42 ± 2.83
112	33 ± 1.41	34 ± 2.83	34 ± 1.41
126	37 ± 2.83	38 ± 1.41	37 ± 2.83
140	41 ± 1.41	41 ± 1.41	43 ± 1.41
154	35 ± 2.83	32 ± 2.83	34 ± 1.41
168	23 ± 4.24	23 ± 2.83	24 ± 1.41
182	21 ± 1.41	22 ± 2.83	22 ± 1.41
196	20 ± 4.24	20 ± 1.41	20 ± 1.41
210	19 ± 1.41	19 ± 1.41	20 ± 2.83
224	21 ± 1.41	21 ± 1.41	21 ± 2.83
238	21 ± 1.41	21 ± 2.83	21 ± 1.41

N: Nilotica
S: Stirling
B: Blanca

APENDICE IV. Variaciones del pH para los diferentes tratamientos durante el tiempo de experimentación.

TIEMPO	TRATAMIENTO		
DIAS	N	S	B
14	7.3 $\pm$ 0.42	7.6 $\pm$ 0.85	7.1 $\pm$ 0.14
28	6.9 $\pm$ 0.57	7.1 $\pm$ 0.28	6.8 $\pm$ 0.28
42	7.4 $\pm$ 0.14	7.1 $\pm$ 0.42	6.9 $\pm$ 0.64
56	6.8 $\pm$ 0.42	7.3 $\pm$ 0.41	6.9 $\pm$ 0.57
70	7.2 $\pm$ 0.14	6.9 $\pm$ 0.14	7.1 $\pm$ 0.14
84	7.4 $\pm$ 0.14	7.2 $\pm$ 0.28	7.6 $\pm$ 0.35
98	7.5 $\pm$ 0.71	7.4 $\pm$ 0.34	7.6 $\pm$ 0.14
112	7.3 $\pm$ 0.42	7.2 $\pm$ 0.28	7.4 $\pm$ 0.41
126	7.2 $\pm$ 0.14	7.4 $\pm$ 0.28	7.3 $\pm$ 0.07
140	6.9 $\pm$ 0.14	7.1 $\pm$ 0.14	6.7 $\pm$ 0.42
154	7.3 $\pm$ 0.42	6.8 $\pm$ 0.28	6.9 $\pm$ 0.14
168	6.9 $\pm$ 0.14	7.2 $\pm$ 0.51	7.1 $\pm$ 0.27
182	7.2 $\pm$ 0.14	6.9 $\pm$ 0.07	6.9 $\pm$ 0.64
196	6.8 $\pm$ 0.28	7.1 $\pm$ 0.14	7.0 $\pm$ 0.64
210	7.2 $\pm$ 0.42	6.9 $\pm$ 0.42	6.8 $\pm$ 0.28
224	7.0 $\pm$ 0.71	7.2 $\pm$ 2.28	7.1 $\pm$ 0.57
238	7.2 $\pm$ 0.28	6.8 $\pm$ 0.28	6.9 $\pm$ 0.14

N: Nilotica

S: Stirling

B: Blanca

APENDICE V: Variación del peso promedio acumulado en gramos para los tratamientos durante el tiempo de experimentación.

TIEMPO DIAS	TRATAMIENTO		
	N	S	B
0	2.05 ± 0.07	2.0 ± 0.14	2.30 ± 0.42
14	4.90 ± 1.27	8.85 ± 0.07	5.30 ± 1.13
28	10.00 ± 0.35	14.70 ± 1.41	10.95 ± 2.33
42	18.00 ± 3.96	24.85 ± 1.62	19.30 ± 3.4
56	33.00 ± 6.9	39.30 ± 1.06	33.10 ± 5.09
70	46.75 ± 8.10	50.75 ± 2.75	60.50 ± 3.67
84	67.05 ± 6.15	69.50 ± 2.75	97.50 ± 3.67
98	93.85 ± 21	91.03 ± 6.82	117.00 ± 13.43
112	121.90 ± 9.31	120.97 ± 13.7	141.75 ± 14.07
126	156.30 ± 2.75	140.67 ± 8.87	167.76 ± 3.45
140	193.50 ± 2.02	170.00 ± 0.17	191.00 ± 3.31
154	256.00 ± 2.54	216.00 ± 8.27	213.00 ± 5.72
168	298.00 ± 20.64	251.00 ± 24.35	277.79 ± 12.6
182	337.95 ± 8.53	291.50 ± 11.76	329.42 ± 19.5
196	392.55 ± 2.33	340.00 ± 9.26	354.45 ± .31
210	445.33 ± 17.21	388.00 ± 14.63	400.02 ± 12.75
224	500.33 ± 45.88	447.00 ± 40.43	455.60 ± 17.25
238	545.00 ± 18.38	541.50 ± 13.43	464.00 ± 8.48

N: Nilotica

S: Stirling

B: Blanca

APENDICE VI. Tasa de crecimiento absoluto (T.C.A) promedio por día en gramos para los tratamientos, durante el tiempo de experimentación.

TIEMPO	TRATAMIENTO		
DIAS	N	S	B
14	0.20 ± 0.07	0.28 ± 0.03	0.21 ± 0.05
28	0.36 ± 0.04	0.42 ± 0.10	0.40 ± 0.08
42	0.57 ± 0.11	0.73 ± 0.25	0.60 ± 0.26
56	1.08 ± 0.12	1.03 ± 0.10	0.99 ± 0.45
70	0.98 ± 0.08	0.82 ± 0.24	1.96 ± 0.25
84	1.45 ± 0.14	1.34 ± 0.37	2.43 ± 0.17
98	1.91 ± 0.56	1.54 ± 0.55	1.61 ± 0.40
112	2.00 ± 0.21	2.14 ± 0.68	1.77 ± 0.31
126	2.46 ± 0.42	1.41 ± 0.43	1.86 ± 0.09
140	2.66 ± 0.15	2.10 ± 0.36	1.66 ± 0.11
154	4.46 ± 0.44	3.29 ± 0.23	1.57 ± 0.15
168	3.00 ± 0.21	2.50 ± 0.17	4.63 ± 0.53
182	2.85 ± 0.56	2.89 ± 0.63	3.69 ± 0.24
196	3.83 ± 0.44	3.45 ± 0.29	1.79 ± 0.14
210	3.84 ± 0.34	3.43 ± 0.46	3.30 ± 0.08
224	3.95 ± 0.28	4.21 ± 0.42	3.93 ± 0.59
238	3.17 ± 0.38	6.68 ± 1.38	0.60 ± 0.21

N: Nilotica

S: Stirling

B: Blanca

APENDICE VII. Tasa de crecimiento específico (T.C.E) en los tratamientos durante el tiempo de experimentación.

TIEMPO	TRATAMIENTO		
DIAS	N	S	B
14	6.22 ± 0.95	4.22 ± 0.38	5.96 ± 0.73
28	5.10 ± 0.42	3.62 ± 0.53	5.18 ± 0.12
42	4.20 ± 0.07	3.75 ± 0.004	4.05 ± 0.10
56	4.35 ± 0.57	3.27 ± 0.42	3.15 ± 0.13
70	2.47 ± 0.16	1.83 ± 0.53	4.31 ± 0.22
84	2.58 ± 0.89	2.25 ± 0.16	3.19 ± 0.32
98	2.40 ± 0.57	1.93 ± 0.66	1.53 ± 0.11
112	1.87 ± 0.54	2.03 ± 0.36	1.37 ± 0.25
126	1.78 ± 0.81	1.08 ± 0.27	1.20 ± 0.15
140	1.53 ± 0.23	1.35 ± 0.28	0.93 ± 0.21
154	2.00 ± 0.20	1.71 ± 0.18	0.78 ± 0.28
168	1.09 ± 0.21	1.07 ± 0.46	1.90 ± 0.32
182	0.90 ± 0.20	1.10 ± 0.21	1.22 ± 0.36
196	1.05 ± 0.43	0.94 ± 0.16	0.52 ± 0.22
210	0.92 ± 0.38	0.91 ± 0.27	0.87 ± 0.21
224	0.84 ± 0.39	1.01 ± 0.10	0.92 ± 0.09
238	0.61 ± 0.02	1.36 ± 0.41	0.13 ± 0.06

N: Nilotica

S: Stirling

B: Blanca

APENDICE VIII. Variación del factor de conversión alimenticia (F.C.A) para los tratamientos durante el tiempo de experimentación.

TIEMPO	TRATAMIENTO		
DIAS	N	S	B
14	0.70 $\pm$ 0.08	1.22 $\pm$ 0.66	0.75 $\pm$ 0.21
28	0.89 $\pm$ 0.19	1.33 $\pm$ 0.15	0.87 $\pm$ 0.12
42	0.56 $\pm$ 0.05	1.07 $\pm$ 0.15	1.16 $\pm$ 0.38
56	1.11 $\pm$ 0.30	1.11 $\pm$ 0.20	1.04 $\pm$ 0.16
70	1.28 $\pm$ 0.22	2.21 $\pm$ 0.20	0.78 $\pm$ 0.24
84	1.07 $\pm$ 0.19	1.29 $\pm$ 0.30	0.68 $\pm$ 0.43
98	0.81 $\pm$ 0.23	1.04 $\pm$ 0.25	1.35 $\pm$ 0.14
112	1.46 $\pm$ 0.30	1.24 $\pm$ 0.27	1.72 $\pm$ 0.24
126	1.29 $\pm$ 0.22	2.20 $\pm$ 0.21	1.90 $\pm$ 0.03
140	1.30 $\pm$ 0.08	1.78 $\pm$ 0.33	2.42 $\pm$ 0.31
154	0.84 $\pm$ 0.68	1.45 $\pm$ 0.39	1.74 $\pm$ 0.09
168	1.13 $\pm$ 0.21	2.01 $\pm$ 0.36	1.27 $\pm$ 0.40
182	1.31 $\pm$ 0.21	2.02 $\pm$ 0.90	1.70 $\pm$ 0.12
196	1.10 $\pm$ 0.07	1.86 $\pm$ 0.63	2.09 $\pm$ 0.28
210	1.14 $\pm$ 0.23	2.04 $\pm$ 0.08	2.06 $\pm$ 0.05
224	1.19 $\pm$ 0.08	1.70 $\pm$ 0.35	1.86 $\pm$ 0.11
238	1.76 $\pm$ 0.28	1.21 $\pm$ 0.62	1.98 $\pm$ 0.15

N: Nilotica

S: Stirling

B: Blanca

APENDICE IX. Tabla de alimentación usada en la presente investigación.

Ración de alimento en porcentaje, que se aplica sobre el total de la biomasa de peces en el estanque.

Intervalo de peso	% ración de alimento por día
1-5	10
5.1-10	6.3
10.1-20	5.2
20.1-50	4.6
50.1-70	3.3
70.1-100	2.8
100.1-150	2.2
150.1-200	1.7
200.1-300	1.5
300.1-400	1.3
Mayor de 400.	1.2