

T
338.13
BAT
C-3

**Escuela Superior Politécnica del Litoral
Instituto de Ciencias Humanísticas y
Económicas
(ICHE)**

TEMA:

**EVALUACION ECONOMICA, FINANCIERA Y SOCIAL DEL CULTIVO
DE TILAPIA EN EL ECUADOR**

**Previo a la obtención del Título de:
ECONOMISTA CON MENCIÓN EN
GESTION EMPRESARIAL
Especialización - Sector Público**

**Presentado por:
Juan Carlos Bajaaná López
Ingrid J. Ruiz Avilés**

Guayaquil - Ecuador

- 2002 -

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Omar Maluk S.
Presidente del Tribunal.

Msc. María Elena Romero
Directora de Tesis

Msc. Sonia Zurita.
Vocal Principal

Msc. Federico Bocca
Vocal Principal

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS HUMANISTICAS Y ECONOMICAS**

**“EVALUACION ECONOMICA, FINANCIERA Y
SOCIAL DEL CULTIVO DE TILAPIA EN EL
ECUADOR”**

INGRID JENNIFER RUIZ AVILES

JUAN CARLOS BAJAÑA LOPEZ

DEDICATORIA

A Dios y a

Nuestros Padres.

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a los autores”



C.I.B.

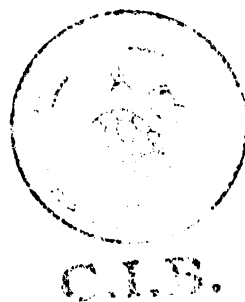


TABLA DE CONTENIDO

1	Producto	
1.1	Antecedentes.....	10
1.2	Especies cultivadas.....	14
1.3	Enfermedades y mortalidad.....	16
1.3.1	Enfermedades, Control y prevención.....	17
1.4	Sistemas de cultivos.....	20
2	Fase Técnica	
2.1	Proceso.....	24
2.1.1	Desove y Producción.....	24
2.1.1.1	Métodos de desove.....	25
2.1.2	Engorde y cultivo	
2.1.2.1	En estanques.....	26
2.1.2.2	En jaulas y corrales.....	30
2.1.2.3	En tanques y canales.....	32
2.1.3	Alimentación.....	33
2.1.3.1	Alimento.....	34
2.1.3.2	Nutrición.....	35
2.1.3.3	Técnicas de alimentación.....	48
2.1.3.4	Protocolo de alimentación.....	50

2.1.4	Cosecha y comercialización.....	53.
2.1.4.1	Presentación del producto.....	57
2.1.4.1.1	Tamaños de Grados.....	58
2.1.4.1.2	Formas de Presentación.....	58
2.1.4.1.3	Calidad.....	59
3	 Mercado local e internacional	
3.1	Producción y Oferta.....	60
3.2	Análisis de la oferta	61
3.3	Análisis de la demanda.....	65
3.4	Cuantificación de la demanda potencial.....	67
3.5	Precios.....	71
3.6	Nivel de competencia.....	74
3.7	Externalidades.....	75
4	 Requerimientos.....	76
4.1	Tamaño y localización.....	78
4.2	Infraestructura.....	80
4.3	Mano de obra.....	81
4.4	Maquinaria.....	83
4.5	Insumos.....	85
4.6	Otros.....	87

5	Análisis Financiero	
5.1	Inversiones.....	88
5.1.1	Activos Fijos.....	89
5.1.2	Activos Diferidos.....	89
5.1.3	Capital de trabajo.....	89
5.2	Financiamiento.....	89
5.2.1	Capital Social.....	89
5.2.2	Crédito.....	89
5.3	Presupuesto de Costos y gastos.....	90
5.3.1	Costos y gastos de producción.....	90
5.3.1.1	Mano de Obra.....	94
5.3.1.2	Materiales directos.....	94
5.3.2	Gastos Financieros.....	95
6	Análisis económico del proyecto.....	99
6.1	Flujo de caja.....	104
6.2	Valor Actual Neto.....	105
6.3	Período de recuperación del capital.....	106
6.4	Tasa Interna de Retorno	106
7	Conclusiones	111
8	Recomendaciones.....	114

9 Bibliografia.....115
10 Anexos.....116



C.I.B.

INTRODUCCION

El tema a continuación desarrollado trata sobre la creación de un proyecto de producción de tilapia en Manabí, Ecuador. Debido a que nuestro país cuenta con una infinidad de recursos naturales no explotados y en ocasiones mal utilizados, es necesario que busquemos alternativas de producción de especies llamadas “no tradicionales” que le generen al Ecuador ingreso de divisas y que con el pasar del tiempo dejemos de depender de las divisas provenientes del petróleo.

El objetivo de este proyecto, además de lo antes mencionado, es crear nuevas plazas de trabajo y captar capital de inversión para el mercado acuícola.



CAPITULO 1

1. PRODUCTO

1.1 ANTECEDENTES

Las tilapias (familia cichlidae) son nativas de África. Estas brindan alimento proteico de alto valor biológico, introducidas en una gran cantidad de países tropicales y subtropicales de todo el mundo en las últimas cuatro o cinco décadas de manera accidental o deliberada. En lo que se refiere a la acuicultura, este grupo de especies ha tenido una historia bastante dispareja. Los acuicultores de regiones tropicales, que experimentan muchos problemas para la reproducción controlada de peces, se entusiasmaron al principio por la disponibilidad de especies que podían reproducirse en casi cualquier tipo de cuerpo de agua. Al ser herbívoras u omnívoras, las especies de este grupo eran comparativamente fáciles de alimentar. Se descubrió que eran resistentes y podían cultivarse en agua dulce, salobre o incluso marina. Si bien la coloración oscura de los peces no era muy atractiva para algunos, los individuos

grandes fueron bien recibidos cuando se les presentó bajo diversos nombres como "peces de lago, "brema o marroja de agua dulce".

Debido a esas características favorables, las tilapias se consideraron ideales para la piscicultura rural. En los primeros intentos por establecer la piscicultura a un nivel de subsistencia en África orientada a mejorar la nutrición de las poblaciones rurales, las tilapias fueron la elección natural especialmente en Zaire. Sin embargo, algunas de las ventajas previstas resultaron ser verdaderas restricciones a la piscicultura lucrativa, en particular la reproducción abundante, que dio por resultado la sobrepoblación de pequeños cuerpos de agua estancada. La experiencia en Asia en los primeros días del cultivo de la tilapia, después de la introducción accidental de Tilapia Mozambique en Indonesia, provocó reacciones encontradas en países de esa región. Mientras los gobiernos de algunos países, como Tailandia, dieron apoyo activo para sembrar cada cuerpo de agua con esta especie, otros países, como la India, trataron de restringir su cultivo para impedir el posible escape de la especie hacia sistemas fluviales.

A pesar de algunas de las ventajas de la tilapia como probable especie para el cultivo en grande o pequeña escalas, pronto se advirtió que la técnica de cultivo para producir peces comercializables no era tan fácil como se creyó originalmente. Su maduración temprana y reproducción frecuente, en particular, en climas tropicales, afectaban el crecimiento a tal grado que a fin de producir peces adecuados para el consumo humano, se encontró que eran necesarias prácticas especiales de manejo y

alimentación de las poblaciones. Incluso, en regiones donde los peces pequeños eran aceptables como raciones individuales, las tilapias enanas sólo podían usarse como alimento para el ganado. En esa época hubo muy pocas granjas de tilapia lucrativas, y naturalmente el interés por el cultivo de esa especie mermó por algún tiempo.

En años recientes, la situación de la tilapia como especie cultivable ha vuelto a recibir atención, a consecuencia de los esfuerzos de los empresarios y técnicos acuicultores. El entusiasmo por la especie ha llegado tan alto que algunos comienzan a describir a la tilapia como “el pollo acuático del futuro”. Independientemente de que esto sea o no una exageración, resulta claro que en la actualidad se dispone de tecnologías funcionales para el cultivo de algunas especies o algunos de los híbridos de tilapia sobre una base lucrativa, si bien todavía quedan por resolverse muchos problemas.

El Ecuador es un país que tiene entre sus características, una variedad de pisos latitudinales que van desde el nivel del mar hasta los cuatro mil metros sobre el nivel del mar, lo que otorga diversos tipos de clima y condiciones ecológicas que se ven influenciadas por dos factores: la naturaleza y las condiciones externas de los proyectos que el gobierno nacional ejecuta en varios sectores del país. Uno de éstos, es el Embalse de la Esperanza, formado por la afluencia de los ríos Carrizal, Cañas y Barro, con una capacidad de embalse de 400.000 metros cúbicos de agua para el riego y agua potable. Desde el punto de vertedero de la presa, aguas arriba, en la prolongación de éstos ríos hay aproximadamente 15 kilómetros en los que se ha desarrollado de manera natural una variedad de tilapia, consumida en la actualidad en

gran parte por la población de la zona o llevada a las empacadoras de Guayaquil donde se comercializa. Como una alternativa por el daño ocasionado a la población del cantón Bolívar con la elaboración del Embalse de la Esperanza, se fue progresivamente reproduciendo la tilapia de agua dulce y la vieja, nativas de estos sectores. La reproducción de estas especies (tilapia – viejas) de agua dulce, se desarrolla de manera natural en lugares donde reúna los requisitos climáticos indispensables, que están entre los 15 y 30 grados centígrados, empezando su período de producción a partir de los seis meses y medio, cuando ya adquieren una madurez sexual total.; la captura se realiza de manera artesanal sin la supervisión de la Subsecretaría de Pesca.

La pesca se realiza por pescadores artesanales del sector, organizados en la Asociación 13 de Noviembre, formada por 70 socios que realizan sus faenas en turnos rotativos y de acuerdo a la demanda que tienen en la actualidad. La cantidad que se captura es de aproximadamente 100 a 120 quintales diarios, de lunes a sábado. De esta captura, unos 20 quintales son para consumo de los mercados de Calceta, Tosagua, Chone, Portoviejo, etc., el resto, se lo lleva en carros refrigerados o en camionetas con hielo a las empacadoras de Guayaquil. En los alrededores de Calceta, existen 100 hectáreas de humedales que pueden dedicarse en gran escala a sembrar tilapia, utilizando la técnica, los conocimientos de reproducción necesarios; con miras a formar una empacadora. Este proyecto produciría beneficios al sector, ya que al aumentar la producción de tilapias, activa el aparato económico y genera fuentes de trabajo.



1.2 ESPECIES CULTIVADAS DE TILAPIA

Thys (1969) describió cuando menos 77 especies (además de varias subespecies) de Tilapia, mientras que Jhingran y Gopalakrishnan (1974) enumeran 22 especies que se han utilizado en piscicultura experimental o a escala industrial. Existe considerable confusión sobre la situación taxonómica de muchas de ellas. Debido a la superposición de características morfológicas, los taxónomos han intentado dividir el género Tilapia como base principalmente en su comportamiento reproductivo, el cual coincide también de manera aproximada con los hábitos alimentarios macrofitófagos, micrófagos y omnívoros. Así las especies que desovan en un sustrato, las cuales construyen nidos sobre el fondo de los cuerpos de agua y ovipositan en ellos, retienen el nombre genérico Tilapia, mientras que las especies que incuban los huevecillos fecundados en la boca de la madre o del padre se agrupan en un nuevo género *Sarotherodon* (que significa “con dientes de cepillo”) (Trewavas, 1982). Más tarde se constituyó un nuevo género *Oreochromis* para incluir las especies que desovan en nidos sobre el fondo de los cuerpos de agua pero que incuban los huevecillos en la boca de la madre. Mientras que en la mayoría de los casos las especies de *Tilapia* tienen dientes relativamente grandes y se alimentan de macrofitas, las especies de *Sarotherodon* tienen dientes finos y se alimentan de algas unicelulares y filamentosas. Sin embargo, los hábitos alimentarios son muy flexibles y no constituyen un carácter diagnóstico de definitivo. No hace mucho se propusieron otras dos clasificaciones, una de las cuales incluye cinco géneros -*Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis*, *Tristromella* y *Danakilia*-, y la otra un solo género,

Tilapia, con siete subgéneros: *Heterotilapia*, *Pelmatilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis*, *Nyasalapia*, *Alcolapia* y *Neotilapia*, (Fishelson y Yaron, 1983). Estos análisis de la clasificación no han resuelto la confusión y otros taxónomos prefieren seguir usando el amplio género *Tilapia* para todas las especies. Para la acuicultura comercial, las especies más importantes de tilapia son *T. Rendalli*, *T. Zilli*, *T. Mossambica*, *T. Hornorum*, *T. Nilótico*, *T. Aurea* y *T. Melanotheron*. Al parecer, otras dos especies, *T. Andersonii* y *T. Spilurus*, también revisten alguna importancia. Se piensa que en la actualidad se utilizan muy pocas variedades puras de estas especies en las granjas piscícolas y que ha ocurrido hibridación en muchas regiones.

Los nombres de las variedades más conocidas son las siguientes:

COMUN	CIENTIFICO
Mozambique	T. Mozambique
Del Nilo	T. Nilótica
Azul	T. Aurea
Tilapis	T. Honorum

Si bien se trata esencialmente de especies tropicales que no pueden sobrevivir a temperaturas menores de 10° C, las tilapias se han introducido para su cultivo comercial en regiones subtropicales e incluso en zonas templadas para su cultivo en interiores en condiciones de temperatura controlada.

Tilapia Aurea



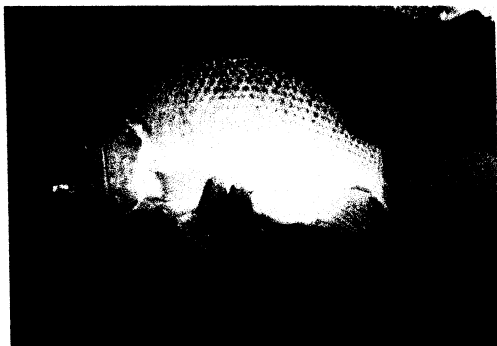
Tilapia (Alevines)



Tilapia Nilótica (Nuestro Producto)



Tilapia Stirling



Tilapia Nilótica



Tilapia Blanca



Tilapia Nilótica





En 1999 USA importó cerca de US\$ 82' (56% más que en 1998).

De Enero a Junio 2000 se ha importado Tilapia por un valor de US\$ 46.4'

1.3 ENFERMEDADES Y MORTALIDAD

De manera comparativa existen pocos informes acerca de enfermedades y mortalidad por infecciones en granjas de tilapia en los trópicos. Muchos de los organismos patógenos descritos a partir de las poblaciones silvestres sólo indican posibles infecciones en condiciones de cultivo. Además de una posible resistencia natural a la enfermedad, las prácticas de cultivo de baja densidad, podrían haber ayudado a reducir el estrés y la consecuente susceptibilidad a las enfermedades. Sin embargo, incluso en el cultivo a baja densidad las altas cargas orgánicas crean condiciones propicias para que poblaciones bacterianas significativas florezcan e infecten a los peces. Varios protozoarios y bacterias patógenas se han observado en especies de tilapia, pero muy pocos de ellos pueden considerarse como causa de preocupación. Al



C.I.B.

parecer algunas de las enfermedades conocidas sólo ocurren en regiones subtropicales y templadas, donde el mantenimiento en invierno de alevines causa gran estrés.

Entre las causas de mortalidad por factores ambientales, la más importante es la anorexia debida a proliferaciones explosivas de algas como *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, etc. Una reducción repentina de la temperatura, como resultado de cambios ambientales o de la entrada de agua a una temperatura por abajo del nivel de tolerancia de unos 11° C puede crear problemas, incluyendo mortalidad.

1.3.1 ASPECTOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES

La creciente importancia de la tilapia-cultura en los países de América Latina queda demostrada de manera fehaciente por las últimas cifras publicadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, las cuales indican una producción de entre 29.000 y 31.000 toneladas métricas durante el bienio 1990 a 1992 (FAO, 1994).

Sin embargo, y tal como ocurre en otras áreas de la acuicultura, el cultivo de tilapias se halla muy susceptible a los efectos adversos de enfermedades microbianas, parasitarias, nutricionales y otros procesos patológicos que suelen presentarse en las granjas y demás centros de producción de esas especies ícticas. Hace 25 años, Roberts & Sommerville (1982) señalaron que dos de los principales motivos por los cuales las enfermedades de las tilapias son menos conocidas que las de otras especies

cultivadas son los siguientes: en términos generales, las tilapias son cultivadas en países que no cuentan con buenas facilidades para el diagnóstico ictiopatólogico, por lo que se hace difícil la debida investigación y estudio de los problemas de esa índole que surjan, y el cultivo intensivo de tilapias aún representa una actividad acuícola relativamente novedosa a nivel mundial. Lo afirmado por Roberts y Sommerville en 1.982 aún tenía plena vigencia en el año 1997, pero en los últimos años se han realizado estudios más especializados, logrando determinar algunas enfermedades que afectan a la tilapia, entre ellas:

1.3.2 ENFERMEDADES MICROBIANAS

Por enfermedades microbianas, se contemplan aquellos procesos patológicos provocados por virus, bacterias u hongos. Entre las principales enfermedades de este tipo tenemos: Linfocistis, Epiteliocistis, Setipcemia Hemorrágica Bacteriana, Columnaris, Columnaris en aguas saladas, Tuberculosis, Estreptococcicosis, Dermatomicosis¹

1.3.3 ENFERMEDADES PARASITARIAS

- **Protozoos curados:** Ichthyoptirius multifiliis, Chilodenella sp., Tricodínidos, Ciliados peritricos sésiles²

¹, ², ³, ⁴Las explicaciones detalladas de las enfermedades antes mencionadas se pueden leer en el Anexo 1

- **Protozoos flagelados:** Ichthyobodo necator, Trypanoplasma sp., Piscinoodinium pillulare³
- **Protozoos mixospóreos:** Myxobolus sp.⁴
- **Monogénicos:** Gyrodactylus sp., Cichlidogyrus sp., Neobenedia sp.⁵
- **Digénicos:** Diplostomum sp., Clinostomum y Euclinostomum sp.⁶
- **Cestodes:** Ophiotaenia y ophiovalipora spp., Proteocephalus sp., Lytocestoides spp.⁷
- **Nematodos:** Contraecum sp., Otros nemátodos⁸
- **Crustáceos:** Lernaea y Opistholernaea spp., Ergasilus y Paraergasilus sp., Argulus y Dolops sp.⁹

1.4 SISTEMAS DE CULTIVOS (FORMAS DE CULTIVO)

A través del tiempo se han desarrollado diferentes sistemas de acuicultura, sea en ambiente marino, de agua salobre o dulce de superficie, para el cultivo de una amplia variedad de tilapias. Los sistemas pueden ser de base terrestre o de base acuática. Los sistemas de base terrestre comprenden principalmente estanques, arrozales y otras instalaciones construidas sobre tierra firme. Los estanques constituyen los sistemas de acuicultura más comunes, pudiendo variar desde pequeños, rudimentarios, con equipos de alimentación por gravedad, hasta los grandes

^{5, 6, 7, 8, 9} Las explicaciones detalladas de las enfermedades antes mencionadas se pueden leer en el Anexo 1

geométricos, contruidos empleando maquinarias y que implican un sofisticado régimen de gestión del agua. Tilapias y carpas, especies de peces ampliamente cultivados, crecen comúnmente en estanques de agua dulce.

Los sistemas de base acuática incluyen recintos, corrales, jaulas y balsas, y se sitúan habitualmente en costas protegidas o aguas interiores. Los recintos son formados mediante el cierre de una bahía natural, con una barrera sólida, de red o malla. Corrales y jaulas son estructuras cerradas, hechas con estacas, redes y mallas. Los corrales descansan en el fondo de la masa de agua, mientras que las jaulas permanecen suspendidas de postes o balsas que flotan en la superficie del agua. Las tilapias son eurihalinas y se desarrollan bien en aguas salobre y salada. *T. Zilli* y *T. Mossambica* pueden desarrollarse incluso en aguas hipersalinas con más de 42 partes por mil de sal. Al parecer los híbridos rojos de tilapia se desarrollan mejor en ambientes salobres y marinos. Las especies como *T. Aurea* y *T. Zillii* no se reproducen a altas salinidades, pero *T. Mossambica* lo hace incluso a valores de 49 partes por mil (Popper y Lichatovich, 1975).

El sistema de cultivo más común y ampliamente practicado en el caso de tilapia es de estanques rústicos y encierros similares. Dado que esta especie sobrevive en espacios restringidos, se han utilizado todos los tamaños de estanques, incluso de menos de 100 m². En el cultivo de estanques se han hecho intentos por controlar la sobrepoblación introduciendo cierta cantidad de depredadores (2 a 10% de la población de tilapia), como: *Emichromis fasciatus*, *Ates niloticus*, *Clarias lazera*,

Micropterus salmoides, *Channa striata* y *Cichla ocellaris*. En estanques de agua salobre y de agua salada, como depredadores se han utilizado *Elops hawaiiensis* y *Dicentrarchus* spp. Con objeto de reducir la reproducción e incrementar la producción, en muchas granjas de tilapia se realiza el cultivo monosexual de machos. Las técnicas de separación de sexos, o de producción de poblaciones mono-sexuales por hibridación o por inversión sexual, no se han perfeccionado al grado necesario para asegurar la ausencia completa de hembras. La presencia de unas cuantas hembras en un estanque puede causar la reproducción incontrolada.

En muchas regiones, la tilapia se produce principalmente por poli cultivo. Se ha utilizado como especie compatible con varios peces de agua dulce, incluyendo carpas, lisa gris, *Clarias lazera*, *Heterotis niloticus* y el carácido amazónico llamado tambaqui (*Colossoma macropomum*). El monocultivo intensivo de tilapia en estanques en interiores se practica en climas fríos, por ejemplo en China, utilizando agua caliente en invierno. El mantenimiento de los alevines durante la temporada fría y la siembra de estanques abiertos en la primavera es también una práctica común en regiones templadas. La viabilidad económica de estos sistemas depende en gran medida del valor de la especie en el mercado local. El cultivo de tilapia "en jaula", tanto en agua dulce como en agua salada ha recibido considerable atención no sólo para la producción más intensiva sino también como una forma de controlar el desove natural y la sobrepoblación. Si bien en muchas regiones esto aún se encuentra apenas en una fase experimental o piloto, existen algunas operaciones comerciales exitosas, por ejemplo en Filipinas y Costa Rica. El cultivo de tilapia en corrales en aguas



C.I.B.

abiertas de lagos se practica en Filipinas, También se realiza el cultivo en estanques y en canales, aunque a escala muy limitada, a fin de producir peces comerciables para consumo humano o para cebo.

En algunos de los países del sudeste asiático, especialmente Filipinas y Tailandia, el cultivo de tilapia en arrozales se practica en una escala considerable. Para obtener peces comercializables en el corto período de cultivo del arroz o entre cultivos, deben emplearse poblaciones mono-sexuales. Asimismo, las tilapias han figurado como importantes especies en los sistemas de piscicultura integrada con la cría de animales domésticos en varios países de Asia y África. En algunos países se ha emprendido la siembra de aguas abiertas para mejorar o crear pesquerías comerciales. Un éxito notable es el establecimiento de poblaciones que se automantienen en lagos y embalses de Sri Lanka y en el lago Kinneret (Tiberíades) de Israel . También se ha emprendido la siembra en aguas abiertas, en lagos o embalses del este de África (Kenia, Tanzania, Uganda, Ruanda, Zambia, Zimbabwe, etc.) y en el centro de Florida (Estados Unidos). La siembra de tilapias en presas de conservación fue una práctica común en países del centro este de África, últimamente Israel ha adoptado la siembra de embalses de riego de 15 a 24 ha de superficie.

CAPITULO 2

2. FASE TÉCNICA

2.1 PROCESO

La producción de tilapias atraviesa por las siguientes fases:

- Desove y producción de semilla
- Engorde y cultivo
- Alimentación
- Cosecha y comercialización

2.1.1 DESOVE Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Resulta un tanto paradójico el hecho de que se presenten problemas en la producción en masa de semilla de un grupo de especies que desovan con facilidad, en una fase temprana del desarrollo y con frecuencia. Mas es cierto, una de las principales restricciones para el cultivo comercial en gran escala de tilapia es la escasez de

semilla. Algunas de las especies alcanzan la madurez a la temprana edad de tres meses, y en condiciones de temperatura favorables se reproducen en ciclos sucesivos a intervalos de 4 a 6 semanas. El resultado es la producción continua de alevines, pero es difícil para el piscicultor obtener la semilla suficiente de la talla necesaria en cualquier momento dado. La práctica tradicional de cosechar los estanques de tilapia a intervalos regulares durante el periodo de cultivo, a fin de extraer los peces más grandes y de permitir que los alevines y los juveniles (producidos por desove natural) alcancen la talla comercial antes de la siguiente cosecha, solo da por resultado el alargamiento de un periodo de cultivo y la freza incontrolada en los estanques.

Este sistema tiene además la desventaja de que una buena proporción de la población no cosechada consistirá en individuos así seleccionados por su lento crecimiento. Si dicha población se utiliza para la producción posterior de semilla, existe la probabilidad de que esta característica de crecimiento lento se transmita genéticamente a la descendencia.

En regiones subtropicales y templadas, el desove suele limitarse al verano. Aun aquí, dependiendo del intervalo de temperatura preferido para el desove (usualmente de 20 a 30° C), los peces desovarán varias veces y sobre-poblarán los estanques con alevines de diferentes tallas. De este modo, el problema de la sobrepoblación y el enanismo se presenta también en estas regiones, aunque no en la misma magnitud que en los trópicos.

2.1.1.1 Métodos de desove

Se han hecho intentos por crear un sistema de producción de alevines adecuado para tilapias. Campbell (1978) describió un método relativamente simple para producir grandes cantidades de semilla T. Nilótica utilizando estanques rústicos con 600 m² de superficie y unos 0.4 m de profundidad.

Se introducen en un estanque hembras de unos 700 g de peso y machos de 200 a una densidad promedio de un pez por cada 2 m² y en una proporción de sexos de un macho por cuatro o cinco hembras. Los animales se alimentan con una dieta rica en proteínas durante aproximadamente un mes, tiempo para el cual ya habrán empezado a desovar. Los reproductores se transfieren entonces a un segundo estanque, donde se les alimenta igual que en el primer estanque. También en el primer estanque se continúa la alimentación durante otro mes, hacia fines del cual los alevines habrán alcanzado una talla aproximada de 4 cm, y en promedio unos 5000 alevines quedan disponibles para la cosecha. Para este tiempo ya habrá ocurrido el desove en el segundo estanque y los reproductores pueden transferirse de regreso al primer estanque para otro desove.

Se informa que la producción mensual por este método es de unos 4.2 alevines por m², o de 10.4 alevines por hembra.

Existen muchos métodos de desove, utilizados por diversos países. Dichos métodos están detallados en el anexo2.

2.1.2 ENGORDE Y CULTIVO

2.1.2.1 Engorde en estanques

El cultivo de tilapias generalmente se orienta hacia la producción de peces de talla comercial de por lo menos 300 g. Cuando el engorde se basa en alevines no separados por sexo, esto sólo puede lograrse en bajas densidades de cría y con fertilización y alimentación intensivas, de modo que la mayor parte de la población alcance una talla aceptable antes de que madure sexualmente y ayude a reproducirse. Para este fin se ha recomendado una densidad de población baja, de 3000 a 5000 por ha (Hepher y Pruginin, 1981). Se efectúan dos o tres cosechas al año, y después de cada una los estanques se desaguan por completo. Ya se ha mencionado la posibilidad de utilizar depredadores para controlar los alevines producidos por el desove natural, pero quizá debido a la escasa disponibilidad de alevines de depredadores, esta práctica aún no se ha generalizado.

Para el engorde con buenos resultados es necesario sembrar alevines o juveniles producidos recientemente y no los individuos atrofiados de un cultivo anterior, que se reproducirían antes y causarían sobrepoblación y enanismo de las poblaciones. El cultivo comercial de tilapia en estanques de agua dulce en Filipinas se basa principalmente en *T. nilótica*. Los acuicultores que logran buenos resultados siembran unos 20.000 a 30.000 alevines por ha. Los estanques se fertilizan con estiércol de pollo y fosfato de amonio. Se proporciona alimentación complementaria con salvado de arroz finamente molido, y algunos piscicultores lo mezclan con

estiércol de pollo desecado. La cosecha selectiva comienza después de cuatro meses de cultivo, y se completa en cinco meses. Se informa que la producción promedio es de unas 2 t/ha por cultivo. Con las poblaciones completamente masculinas se eliminan muchos de los problemas del cultivo de tilapia, tanto en aguas tropicales como en subtropicales. Pueden cultivarse a un mayor tamaño de 400 a 600 g para satisfacer los requerimientos de los consumidores. Este mayor periodo de engorde se compensa con los mayores precios que alcanzan en el mercado las tilapias grandes. Las densidades de siembra de poblaciones híbridas o completamente masculinas dependen del nivel de insumos y del manejo. Incluso a bajas densidades de siembra de 3000 a 5000 por ha, con alimentos complementarios ricos en proteína se han registrado aumentos de peso individuales hasta de 3 a 5 g al día. Con poblaciones totalmente masculinas de híbridos de *T. nilótica* x *T. hornorum* con peso individual entre 60 y 63 g sembradas a una densidad de 10.0000 /ha y cultivadas por un periodo de seis meses, se han obtenido rendimientos de 2.8 t/ha de *T. nilótica* y 3.2 t/ha de híbridos (Lovshin, 1977). El peso promedio de los peces fue de alrededor de 240 g. A densidades de siembra de 13 000 a 31 000 por ha de híbridos con peso de 22 a 25 g se han registrado producciones anuales de 5.6 a 12 t/ha (de peces con peso hasta de 495 g) (Lovshin, 1982). Con densidades de población de 20 000/ha y alimentación intensiva se ha logrado la producción hasta de 25 t/ha al año (Hepher y Pruginin, 1982). En tales cultivos de alta densidad es necesario airear los estanques, cuando menos por la noche.



C.I.B.

En Israel, se cultivan de manera común poblaciones completamente masculinas de tilapia (*T. nilótica* y *T. aurea*) en sistemas de poli-cultivo con carpa común, lisa y carpa plateada. Se cree que esta combinación contribuye a la utilización máxima de los alimentos y mejora el régimen químico (concentraciones de oxígeno disuelto, amoníaco y nitrito) en los estanques, debido a un balance adecuado de las comunidades de fitoplancton y los detritos; también se piensa que contribuye a la rapidez de crecimiento de algunas de las especies, particularmente la carpa común (Sarig 1983). La proporción de tilapia varía mucho entre granjas, pero suele ser mayor que la de lisa y carpa plateada, y sólo es superada por la de carpa común. En varias granjas se escoge un buen porcentaje de carpa hacia el final del periodo de cultivo y se sustituye por tilapia, que pasa a ser la especie predominante. El rendimiento anual en muchas granjas con sistema de poli cultivo puede ser de 7.5 a 10.7 toneladas al año. La tilapia podría representar entre el 9 y el 53% de la producción, con un promedio aproximado de 25%. En experimentos realizados en Brasil se ha demostrado la factibilidad del poli-cultivo de híbridos de tilapia (*T. nilótica* x *T. hornorum*) con tambaqui (*Colossoma macropomum*). A una densidad de población de 10 000 tambaquis por ha y de 3000 a 5000 híbridos de tilapia por ha, con alimentación basándose en gránulos comprimidos para pollo (17% de proteína) a razón de 3% del peso corporal al día, se ha logrado una producción promedio de 7.5 t/ha de tambaqui y 2.9 t/ha de tilapia (Lovshin, 1982). En algunas regiones de China se practica el poli- cultivo de *T. Mossambica* - y recientemente también de *T. Nilotica* - con carpa china, pero la tilapia es sólo una especie secundaria. En invierno, reproductores y alevines se crían en interiores (en invernaderos) a temperaturas de 17

a 20° C. En primavera se transfieren a estanques exteriores bien fertilizados. En cuatro o cinco meses de cultivo pueden lograrse rendimientos de 1100 kg/ha sin alimentación complementaria, y de 1900 kg/ha con ella. Si bien las especies de tilapia pueden dividirse en macrófagas y micrófagas, en condiciones de cultivo en estanques presentan hábitos alimentarios flexibles. Los detritos constituyen buen porcentaje de su alimento.

La fertilización de tilapia en estanques está planeada para incrementar la producción global de alimento en estanques. La experiencia hasta el momento parece indicar una mayor eficiencia de la fertilización con abono orgánico que con fertilizantes inorgánicos. Los abonos orgánicos incrementan la cantidad de detritos en estanques, lo cual estimula la proliferación de bacterias y zooplancton. En estanques abonados se han obtenido altos rendimientos de tilapia, incluso con altas densidades y sin alimentación complementaria.

En Brasil, estanques poblados con poblaciones completamente masculinos de híbridos de tilapia a densidades de 8000/ha (25 g de peso corporal promedio) y fertilizados con 500 kg/ha de estiércol de pollo a la semana produjeron un rendimiento promedio de 1.35 t/ha después de 189 días de cultivo. La talla promedio en el momento de la cosecha fue de 186 g (Lovshin y da Silva, 1975). El alto rendimiento de tilapia en la acuicultura integrada con la cría de cerdos y patos refleja las ventajas del abonado orgánico en estanques de tilapia.

2.1.2.2 Cultivo en jaulas y en corrales

Coche (1982) realizó un análisis muy extenso de los intentos de cultivo en jaulas en diferentes países. El temprano interés por el cultivo de tilapia en jaulas se basó en la suposición de que el desove natural no ocurriera en las jaulas o, si ocurría, la descendencia no permanecería en las jaulas de modo que no habría sobrepoblación, como en los estanques. Más tarde se reconoció el valor del cultivo en jaulas en aguas abiertas; particularmente lagos eutróficos, zonas costeras y ríos. Si bien existe interés generalizado, la mayor parte del cultivo en jaulas que se practica en la actualidad sigue realizándose en una escala experimental, con pocas excepciones como algunas regiones de Filipinas, Costa de Marfil, Costa Rica y El Salvador. Las especies comúnmente usadas son *T. mossambica*, *T. nilótica* y *T. aurea*. Las jaulas se utilizan principalmente para engorde, y las larvas o los alevines necesarios se producen en instalaciones basadas en tierra, como estanques, cisternas, etc., o bien en hapas colocadas en lagos. Como ya se dijo, pueden utilizarse jaulas especiales de doble pared para el desove de tilapia en aguas abiertas. En Filipinas se emplean jaulas fijas y flotantes en las aguas abiertas de lagos para el engorde de tilapia. Las jaulas fijas se usan en lagos eutróficos someros y las flotantes, en lagos profundos. La densidad de población varía con el tamaño de la jaula, pero en el caso de jaulas flotantes es común colocar hasta 25 alevines de 3 a 4 cm por cada m². No suele practicarse la alimentación artificial, excepto en aguas con baja productividad. En seis meses, de febrero a julio, los alevines alcanzan una talla de 200 a 250 g, y en nueve meses, de agosto a abril, de 250 a 350 g. La rapidez de crecimiento depende en gran medida de la productividad primaria del lago y de las prácticas de manejo, que incluyen la

densidad de jaulas en el lago y la distancia entre jaulas. La densidad de población de *T. Nilotica* en jaulas fijas varía de 15 a 50 alevines m^2 , y la duración del cultivo, de 4 a 12 meses. La rapidez de crecimiento depende de la productividad del lago. Sin alimentación complementaria, en Laguna de Bay (Filipinas) alevines de 5 cm en densidades de 15 por m^2 alcanzaron pesos de 150 a 180 g en cuatro meses. La producción promedio de 3.5 a 7 kg/m^3 en peces de 100 a 150 g se ha reducido mucho en años recientes como resultado de sobrepoblación de jaulas en el lago (Coche, 1982). El cultivo de tilapia en corrales sólo se practica en Laguna de Bay, Filipinas. Para la construcción de los corrales de tilapia se utilizan los materiales de corrales abandonados de sabalote, pero se prefieren corrales de menor tamaño (0.5 a 1 ha). Los corrales se siembran a densidades de 20 a 50 alevines por m^2 , y el alimento consiste en salvado de arroz o de trigo a razón de 2 o 3% del peso corporal al día. La rapidez de crecimiento varía con la productividad del lago, y en aguas productivas pueden alcanzarse pesos de 170 a 250 g en cuatro a cinco meses, aun sin alimentación complementaria. Uno de los principales problemas del cultivo de tilapia en corrales es la dificultad para capturar la especie cultivada, es decir, *T. nilótica*. Se ha informado que la proporción de cosecha con red barredera y redes agalleras es de apenas 15 a 30%.

2.1.2.3 Cultivo en tanques y en canales

El interés por el cultivo de tilapia en tanques y en canales se originó con los experimentos para determinar la idoneidad de la tilapia como cebo para la pesca de

atún. En trabajos experimentales realizados en Hawai, se demostró que eran posibles el desove y la cría de alevines en tanques tipo canal de 4500 l (6 x 0.9 x 0.9 m). Los trabajos posteriores sobre el cultivo en tanques se encaminaron principalmente a la rehabilitación ambiental, como en el caso de la Granja Baobab cerca de Mombasa, Kenia, donde se crearon grandes canteras de caliza por la excavación de suelos coralinos para la manufactura de cemento.

En la Granja Baobab, los alevines se colocan en un sistema de canales de dos niveles, a razón de 1000 a 2000 por m³. Se clasifican periódicamente, y los de rápido crecimiento, que constituyen 70 a 90% de los machos, se introducen en el nivel inferior. Los alevines con peso de 50 a 75 g se transfieren a una serie de tanques de producción circulares con capacidad aproximada de 20 m³, y reciben regularmente gránulos comprimidos que contienen 20 a 35% de proteína.

En los tanques se mantiene un gasto continuo de 0.5 a 1.0 l/min por Kg, adecuado para satisfacer el requerimiento de oxígeno y eliminar los productos de desecho. La densidad de población es de 200 a 500 por m³. En unas tres semanas, alrededor del 70% de la población alcanza los 250 g y puede comercializarse. Cada tanque puede producir cuatro cultivos al año, con rendimientos de 100 a 200 kg/m³ al año. Según Balarin y Haller (1983), la unidad más económica en las condiciones de Kenia es 75 a 100 t, con rendimiento esperado sobre el capital de alrededor del 25% de la inversión total.

2.1.3 ALIMENTACIÓN

Ya se ha mencionado la necesidad de cultivar tilapias hasta una talla comercial en corto tiempo. En los estanques de tilapia se ha utilizado una amplia variedad de alimentos, como hojas de plantas, salvado de arroz, semillas oleaginosas, tortas de semillas de las que se ha extraído el aceite en la industria aceitera , así como desechos de copra, mandioca y residuos de la industria cervecera. En algunos casos los piscicultores han utilizado alimentos para pollos (a menudo mezclados con ingredientes ricos en proteínas) o, raras veces, alimentos para trucha (más costosos). Pero en la mayoría de los casos los alimentos se preparan en la granja utilizando ingredientes disponibles en la localidad. Una formulación sencilla y económica empleada en Filipinas consiste en 65% de salvado de arroz, 25% de harina de pescado y 10% de harina de copra. Otra formulación probada en la República Centroafricana consiste en torta de semilla de algodón (82%), harina de trigo (8%), harina de sangre de bovino (8%) y fosfato di cálcico (2%). Coche (1982) cita las formulaciones de alimento con 20 a 22% de proteína utilizadas en Costa de Marfil, consistentes en 61 a 65% de residuos del pulido del arroz, 12% de moyuelo de trigo, 18% de torta de cacahuete, 4 a 8% de harina de pescado y 1% de conchas de ostras.

2.1.3.1 Alimentos

Hoy en día la tilapia puede ser considerada como una mercadería internacional ya que las exportaciones para Europa y Estados Unidos crecen rápidamente. Datos

colectados hasta el 30 de noviembre del 2000 muestran que las importaciones americanas de tilapia se incrementaron de 3389 t (US\$ 6,00 millones) en 1992 a 37 047t (US\$ 93,16 millones) en el 2000 (Alcestes et al, 2001). Los gastos por alimentación en la crianza de tilapias pueden representar del 60 al 70% de costo total de producción.

El alimento para tilapias tiene las siguientes características específicas:

1. Peletizado o extrusado
2. En función a la calidad y cantidad de sus nutrientes (aminoácidos, lípidos, minerales y vitaminas), puede ser nutricionalmente completo o suplementario de acuerdo con el tipo de cultivo empleado.
3. Debe tener una estabilidad en el agua de por lo menos 10 minutos.

El tipo y la cantidad de alimento suministrado puede variar con el sistema de cultivo, densidad de siembra, fase de crecimiento en la que se encuentran los animales, condiciones ambientales, condiciones de salud y de estrés.

La producción de alimento balanceado ha tenido un crecimiento sorprendente en los últimos 5 años y actualmente el alimento para especies acuáticas representa el 0,3% de la producción total del país. Considerando los datos del Comité de Organismos Acuáticos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Alimento Animal (COAq/ANFAL) en el año 2000, hubo una producción de cerca de 160 mil toneladas, en tanto que en los estados de nordeste, donde esta concentrada la carnicultura



C.I.B.

marina, consumieron alrededor de 35 mil toneladas de balanceado y en el cultivo de peces tropicales se consumió cerca de 120 mil toneladas. El cultivo de tilapias consume cerca del 40-45% de la producción de alimentos balanceados para peces tropicales en Brasil.

2.1.3.2 Nutrición

2.1.3.2.1 Nutrientes y exigencias nutricionales de las tilapias

Halver (1989), Lovell (1989) y Jauncey (1998) son buenas referencias para el estudio básico de la nutrición de los peces y de las tilapias. El comportamiento alimenticio de la tilapia indica que son animales con gran capacidad de aprovechar el alimento natural existente en la columna de agua. Generalmente las tilapias del género *Sarotherodon* y *Oreochromis* son omnívoros, que se alimentan de fitoplancton, perifiton y detritos, mientras que las del género *Tilapia* tienden a alimentarse de macrófitas (Jauncey, 1998).¹⁰

2.1.3.2.2 Energía

La energía es necesaria para la manutención de los procesos metabólicos y fisiológicos, para el crecimiento y reproducción, y para las actividades rutinarias del

¹⁰ Ver en Anexo 3.1

animal. Los peces usan con mayor eficiencia la energía proveniente del metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas que la mayoría de las aves y mamíferos ya que gastan menos energía en la excreción, no consumen energía regulando su temperatura corporal, ni para mantenerse en la columna de agua. Por tanto, la mayoría de la energía metabolizada la utilizan para su crecimiento.

Sin embargo, esta característica resulta parcialmente ventajosa ya que la variación de la temperatura incide directamente al consumo de alimento de los peces, afectando la relación de crecimiento, incremento de la biomasa, maduración sexual, conversión alimenticia, etc. La energía digestiva de los alimentos balanceados depende de la combinación de sus componentes, de su grado de molienda, o mezcla de las partículas, la mezcla de sus ingredientes y del tipo de proceso al que ha sido sometido. La forma más común de expresar valores energéticos en la acuicultura es a través de la energía digestiva (ED), que es la cantidad de energía digerida y absorbida. Experimentalmente la ED es cuantificada como energía ingerida menos la energía fecal. La tabla 02 relaciona algunos niveles de ED para algunos ingredientes usados en la preparación de balanceados para tilapias.¹¹

2.1.3.2.3 Proteínas y aminoácidos

Aproximadamente el 70% del peso seco de la materia orgánica del tejido de los peces está compuesto de proteínas. En consecuencia, el contenido proteico es uno de los

¹¹ Ver en Anexo 3.2

componentes más importantes de un balanceado para peces. Los peces no necesitan que su alimento esté compuesto de cadenas proteicas, sólo requieren que en su alimentación se encuentren los 20 aminoácidos esenciales y no esenciales que componen las proteínas. La proteína de la dieta es utilizada por los peces a través de la digestión, resultando en aminoácidos libres que se transportan por medio de la corriente sanguínea y distribuidos, por todo el organismo, reconstruirán proteínas específicas del tejido animal.

Los diez aminoácidos que no son sintetizados por los peces, son conocidos como aminoácidos esenciales y deben ser suministrados en la dieta en cantidades adecuadas. Los aminoácidos esenciales son los mismos para todos los peces y animales, lo que varía es la cantidad necesaria para cada especie. Las proteínas están presentes en todos los animales y vegetales con diferentes cantidades y composiciones de aminoácidos, sin embargo, su digestibilidad y composición varía con el tipo de ingredientes y con el tipo y grado de procesamiento, limitando así su uso en las formulaciones.

Tabla 03: Requerimientos esenciales de aminoácidos esenciales para tilapias.

Valores en porcentaje de proteína bruta.

Aminoácido	Requerimiento (%PB)
Arginina	4.2
Histidina	1.7



C.I.B.

Isoleucina	3.1
Leucina	3.4
Lisina	5.1
Metionina	2.7
Fenilalanina	3.8
Treonina	3.8
Triptofano	1.0
Valina	2.8

Fuente: Cámara de Acuicultura¹²

El nivel óptimo de proteína en la dieta varía con la especie, estado de desarrollo, temperatura del agua, consumo de alimento, frecuencia de alimentación, calidad de la proteína suministrada (composición de aminoácidos), cantidad de energía no proteica. Las fuentes proteicas mayormente utilizadas para la preparación de alimento para tilapias, es la harina de pescado, soya, gluten de trigo y gluten de maíz, ya que estos productos tienen un alto porcentaje de proteína bruta, contienen altos niveles de aminoácidos esenciales, están disponibles en grandes cantidades y son de un costo razonable. Otros ingredientes de origen animal como la harina de carne, harina de hueso, harina de residuos de aves, a pesar de poder ser utilizados como fuente de proteínas para tilapias, tienen su uso restringido debido a los recientes

¹² Tabla 3 fue modificada por la Cámara de Acuicultura a partir de los estudios de Jauncey realizados en 1998.

hechos ocurridos en Europa en relación a la Encefalopatía Espongiforme Bovina “enfermedad de las vacas locas”.

2.1.3.2.4 Lípidos y ácidos grasos

Los lípidos son un grupo bastante diverso de compuesto que tienen una función importante como fuente de energía. También son parte de las membranas de las células animales, son precursores de prostaglandinas y esteroides, transportan vitaminas y son fuente de ácidos grasos esenciales.

Las tilapias no parecen ser capaces de utilizar eficientemente altos niveles de lípidos como los salmónidos y las carpas, y los niveles recomendados para su uso en el balanceado están basados en poca información. Niveles decrecientes de 8-12% a 6-8% son sugeridos para la alimentación de tilapias con un peso menor a 25g (Jauncey, 1998). Los peces tropicales como la tilapia, generalmente tienen un requerimiento de ácidos linoleicos (18-2w6), que varía de 1% para alevines de tilapia nilótica (Takeuchi et al., 1983) a 2.5% para *Oreochromis aureus* (Stickney & McGeachin, 1984).

La tabla 04 demuestra por qué los aceites vegetales son preferentemente usados en la formulación de dietas balanceadas para tilapias con el objetivo de satisfacer los requerimientos de ácidos linólicos en estos animales.¹³

¹³ Ver en Anexo 3.3

2.1.3.2.5 Vitaminas y Minerales

Los minerales y las vitaminas tienen una importancia fundamental en la nutrición de los peces ya que participan en el crecimiento óseo muscular, en la formación del tejido sanguíneo y en diversos procesos fisiológicos y metabólicos esenciales para la reproducción, crecimiento y mantenimiento del animal.

2.1.3.2.6 Vitaminas

Las tilapias no sintetizan las proteínas y deben consumirlas de la dieta, aunque también pueden conseguirlas del alimento natural existente en la columna de agua debido a su habilidad de filtración. Sin embargo, los peces cultivados en sistemas intensivos (encierros y raceways) necesariamente deben ser alimentados con un balanceado nutricionalmente completo y con suplementos vitamínicos.

Los requerimientos mínimos para las 15 vitaminas esenciales ya fueron determinados para varias especies de peces (NRC, 1993). Generalmente la adición de vitaminas en la dieta varía entre 25 y 100% más que el valor requerido para prevenir síntomas de deficiencia. Scmittou (1997) recomienda que balanceados enriquecidos vitamínicamente para tilapias, bagre, carpa común, criados en criaderos y raceways, se tengan en cuenta las pérdidas de vitamina durante el procesamiento y las pérdidas normales de almacenamiento por 3 meses (tabla 05). También recomienda tener en cuenta los diferentes requerimientos vitamínicos del animal de acuerdo con su



especie, estado de desarrollo (especialmente entre 25 y 500g), tasa de crecimiento, estado de salud, estrés causado por las fluctuaciones normales del ambiente, biodisponibilidad y respuesta metabólica (crecimiento, resistencia a enfermedades, respuesta a los agentes estresantes).¹⁴

2.1.3.2.7 Minerales.

Los requerimientos de la mayoría de minerales para la tilapia son desconocidos. Los peces necesitan de hasta 22 minerales para la formación del tejido, procesos metabólicos y para mantener el equilibrio osmótico entre sus fluidos internos y el ambiente acuático.

Los minerales pueden ser clasificados dentro de dos grandes grupos, basados en la cantidad relativa necesaria:

- Macro-minerales: Calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloro y azufre.
- Micro-minerales: Hierro, yodo, manganeso, cobre, cobalto, zinc, selenio, molibdeno, flúor, aluminio, níquel, vanadio, sílica, estaño y cromo.

Los minerales: fósforo, magnesio, hierro, yodo, manganeso, cobre, zinc y selenio son considerados esenciales y deben estar presentes en las dietas. Las deficiencias minerales para los peces cultivados no están bien establecidas como las deficiencias vitamínicas. Se cree que entre los síntomas de deficiencia de minerales están la

¹⁴ Ver en Anexo 3.4

disminución de la tasa de crecimiento, pérdida del apetito y deformidades óseas. Entre las deficiencias minerales más comunes están las del calcio y fósforo que son los dos minerales mayormente requeridos y por lo tanto son los más estudiados. La mayoría de los peces de agua dulce absorben del agua cantidades suficientes de calcio. Sin embargo, se hace necesario proveer de un suplemento de fósforo en la dieta ya que su concentración en ambientes naturales de agua dulce y en los ingredientes de la dieta de origen vegetal es básico e insuficiente. El requerimiento de fósforo en la dieta varía poco entre especies de peces y se presenta como cantidad de fósforo disponible. Viola et al (1986) reporta un requerimiento de 0.7-1.0% para tilapias, dependiendo del tamaño del pez y de la formulación del balanceado¹⁵

2.1.3.2.8 Producción de balanceados para acuicultura

Los alimentos balanceados del mercado para tilapias pueden ser fabricados de acuerdo con diversos métodos y procesos, dependiendo de la intensidad del cultivo. En este trabajo se consideran solamente los aspectos relacionados con la producción de balanceados para el uso en cultivos mayores de 3000 Kg/ha. Las dietas balanceadas para tilapias pueden ser fabricadas con dos procesos principales: Peletización y Extrusión. La Peletización es un proceso de compactación mecánica que ocurre cuando la mezcla es presionada dentro de una cámara de presión y obligada a salir por unos orificios de un anillo externo (matriz). Los alimentos Peletizados tienen una alta densidad y se hunden. Otra característica de los alimentos

¹⁵ Ver en Anexo 3.5

peletizados para animales acuáticos es el requerimiento de aglutinantes, ya sean estos artificiales ó naturales para permitir una mayor estabilidad física una vez que esté en contacto con el agua. La fabricación de alimento extrusado para acuicultura es una tendencia mundial, debido a la mayor flexibilidad y eficiencia en el proceso (Bolting, 1991). Coelho (2000) estimó que más del 90% de las dietas destinadas a la alimentación de peces tropicales en 1999 en Brasil eran extrusadas. Ese porcentaje persiste hasta hoy. Las principales ventajas de un alimento extrusado son su alta estabilidad en el agua sin la necesidad del uso de aglutinantes, en su proceso ocurre una mayor gelatinización de los almidones, la inactivación de los factores antinutricionales, aumento de la digestibilidad, mejores condiciones sanitarias para la reducción de la carga bacteriana existente en la materia prima, obtención de productos de diferentes densidades con capacidad de flotar o de hundirse, mayor resistencia mecánica y menor producción de finos (Kearns, 1989). La desventaja en el proceso de extrusión de alimentos para peces es el elevado costo por la necesidad de implementar sistemas especiales para la adición de vitaminas en la dieta.

En la extrusión, la mezcla de materias primas es sometida a un proceso de precocido en los condicionadores, después es forzada a pasar por una rosca para llegar al cilindro extrusor. Dependiendo de la configuración de las roscas y los anillos se pueden obtener diferentes densidades de producto. La extrusión requiere del uso de equipos más sofisticados y mayor requerimiento de humedad, calor y presión (NRC, 1993). Recientes estudios demuestran que la extrusión mejora el valor nutricional de la harina de marrón de pescado comparado con el proceso de peletización (Akitomo



et al., 1992). El alimento extrusado flotante es de utilidad en la alimentación de peces ya que permite un monitoreo real de lo que los peces cultivados consumen efectivamente.

La molienda de los ingredientes es un proceso de gran importancia, tanto para alimentos extrusados como para los peletizados. De modo general, la industria de alimentos balanceados considera como norma el moler los ingredientes y tamizarlos a través de telas de 0.3 a 0.5mm. Tacon et al (1987) sugiere que los alimentos utilizados para la formulación de dietas deben tener un tamaño de partícula de máximo 0.25 mm para alimentos destinados a alevines y 0.5 mm para alimentos destinados al crecimiento y engorde.

2.1.3.2.9 Limitaciones de los ingredientes

La fabricación de dietas para tilapia debe, en primer lugar, considerar los requerimientos nutricionales de la especie; en segundo lugar, debe considerarse la fase de desarrollo en el que se encuentra el animal o el sistema de cultivo al que los animales están siendo sometidos y, por último, es importante considerar la disponibilidad y los costos de las materias primas que se desean usar. Muchos ingredientes usados en la fabricación de dietas para tilapias presentan características que limitan su uso. La Tabla 08 relaciona alguno de los principales ingredientes

utilizados en la fabricación de dietas para la acuicultura y sus principales limitaciones en cuanto a su uso en la alimentación de tilapias.¹⁶

2.1.3.2.10 Efecto de la temperatura sobre la alimentación de los peces

La temperatura afecta el consumo de alimento en las tilapias. Normalmente, una caída de 2°C a 5°C reduce en un 10-20% el consumo de alimento. Idealmente, la temperatura del agua en un criadero de tilapias debe estar en un rango de 25°C a 28°C.

La cantidad de alimento que debe ser ofrecida por día depende de la temperatura del agua (temperaturas medidas a una profundidad de 50 cm):

- Temperatura *f* 15 °C: alimente a una tasa del 1% una vez por día solamente 3 veces por semana.
- Entre 16-19°C: alimente con el 60% de la cantidad calculada una vez al día todos los días.
- Entre 20-23°C: alimente con el 80% de la cantidad calculada 1 o 2 veces por día todos los días.
- Entre 24-29°C: alimente con el 100% de la cantidad calculada con la frecuencia máxima recomendada todos los días.
- Entre 30-32°C: alimente con el 80% de la cantidad calculada una vez por día todos los días.

¹⁶ Ver en Anexo 3.6

- Temperaturas $\cong 33^{\circ}\text{C}$: no alimento. Si alimenta, ofrezca el 1% una vez al día, solamente 3 veces a la semana. Estas temperaturas deben ser evitadas.

2.1.3.2.11 Tabla referencial de alimentación.

Las tablas de alimentación deben ser usadas como referencia para las cantidades a ser suministradas a los peces. Su uso debe estar siempre asociado con el monitoreo de consumo, pues la cantidad de alimento consumido por las tilapias varía con las condiciones ambientales (temperatura, ph, amonio, etc.), condiciones de estrés y de salud, fase de desarrollo, densidad de siembra, etc.. Las dietas extrusadas son fáciles de monitorear ya que las sobras las encontramos en la superficie mientras que el alimento peletizado requiere de alguna técnica especial.

Tabla 09: Tabla referencial para la alimentación de tilapias.

Peso medio de peces (g)	% de biomasa	Frecuencia de alimentación (por día)
<5.0	7-10	4
5.0 a 20.0	4-6	4 a 3
20.0 a 100.0	3-4	3 a 2
100.0 a 200.0	2-3	2
200.0 a 400.0	1.5	1

Fuente: Lovshin, 1997.

2.1.3.3 Técnicas de alimentación

Normalmente, para la alimentación de las tilapias se toma como parámetro base el concepto de BIOMASA que se obtiene a través del número de peces existentes multiplicados por el promedio de su peso. Para que este cálculo de biomasa sea técnicamente útil se hace necesario el muestreo de los peces cada 30-45 días. La óptima cantidad de alimento que se les debe suministrar corresponde al 90% de la cantidad de alimento que consumirían para saciarse. Cantidades menores (Ej. 80%) resultan en una mejor conversión alimenticia pero con crecimiento reducido. Cantidades mayores (Ej. 100%) resultan en una mala conversión alimenticia pero mejor crecimiento. El suministro de alimento diario debe aumentar a medida que los peces van creciendo, por tanto la cantidad debe ser ajustada en intervalos aproximados de 7-14 días.

Existen dos métodos que pueden ser utilizados para ajustar correctamente la alimentación diaria:

1. Método de cálculo.- para alimento peletizado o extrusado.
2. Método de la saciedad.- sólo para alimento extrusado.

1. Procedimiento por el método del cálculo:

- Determine el peso medio de los peces al momento de sembrar y a intervalos de 30-45 días usando muestras de, por lo menos 50 animales, pesándolo y luego

devolviéndolos inmediatamente al estanque. El peso medio es obtenido dividiendo el valor obtenido de la suma de los pesos por el número de animales.

- Determine la biomasa multiplicando el peso medio obtenido por el número estimado de peces existentes.
- Determine, a través de la tabla referencial, la tasa de alimentación adecuada para el tamaño de los peces.
- Calcule la cantidad de alimento a ofrecer usando la biomasa y multiplicándola por la tasa de alimentación encontrada en la tabla.
- Alimente con la cantidad calculada conforme a la frecuencia sugerida en la tabla por los próximos 7 días o hasta el próximo ajuste.
- Entre cada período de muestreo (cada 30-45 días aprox.) aumente la cantidad de alimento ofrecido por día en un 10 ó 15% cada semana.
- La cantidad de alimento diario que se debe suministrar puede ser dividida en dos o tres porciones iguales.
- Alimentar más, una vez por día, no resulta necesario para los peces adultos y alimentar más frecuentemente que lo recomendado en la tabla puede resultar económicamente ineficiente.

2. Procedimiento para el método de la saciedad (alimento extrusado):

- Estime la cantidad de alimento a suministrar diariamente basándose en el peso medio estimado con la biomasa total de los peces. Utilice la tabla referencial como guía.

- Alimente a los peces hasta que sacien de la siguiente manera:
- Ofrezca de una sola vez el 75% de la ración diaria.
- Espere a que toda la ración sea consumida y adicione más alimento en cantidades de aproximadamente 10% de la ración diaria.
- Repita este último procedimiento hasta que los peces dejen de alimentarse. El total de alimento suministrado es el punto de saciedad.
- Suministre esta cantidad de alimento durante los próximos 7 días.
- En el octavo día aumente la ración diaria alimenticia en un 10% y repita el procedimiento anteriormente descrito.
- Los procedimientos descritos son los mismos para cada alimentación sin importar si los peces son alimentados una o varias veces al día. Sin embargo, a medida que se aumenta la frecuencia de alimentación, la cantidad de alimento necesario para llegar a la saciedad en cada alimentación declina casi proporcionalmente. La cantidad de alimento requerido por día para tres alimentaciones diarias será apenas del 5-10% superior que la cantidad a ser ofrecida para una alimentación / día.
- Todo el alimento debe ser consumido en un espacio de tiempo de 5-10 minutos después de haberse suministrado. Ajustes durante la semana pueden ser necesarios en caso de observarse un exceso o falta de alimento.
- En ambientes ricos en nutrientes como estanques de criadero, los peces deben ser alimentados solamente durante el día, entre períodos de 2 horas después del amanecer y 2 horas antes de oscurecer, nunca por la noche.

2.1.3.4 Protocolos de alimentación

El cultivo de tilapias abarca una gran variedad de sistemas que exigen diferentes estrategias de planeamiento y manejo nutricional para obtener valores satisfactorios de rentabilidad y costos. La productividad en el cultivo de tilapias puede variar desde treinta a 400 Kg/ha para los sistemas extensivos que dependen exclusivamente del alimento natural, pasando por sistemas semi-intensivos, que utilizan estanques y tienen gran variabilidad en el manejo con productividades que van entre los 3000 y 20000 Kg/ha; llegando a los sistemas intensivos, como encierros y raceways con alto grado tecnológico empleado en la producción y productividades mayores de 150 Kg/m³ ó 1500 ton/ha. Lovshin (1997) caracteriza otros niveles de manejo para sistemas de cultivos de tilapias (tabla 10).

Tabla 10: Sumario de sistemas de cultivo de tilapias, de acuerdo con la productividad y características generales (fertilizantes, aireación, alimentación). Lovshin 1997.

Nivel	Producción (Kg/ha/cosec.)	Características generales
1	300-700	Extensivo, sin fertilización, aireación, renovación de agua ni alimentación
2	2000-6000	Semi-intensivo, fertilización orgánica, 5-10% recambio de agua, sin aireación
3	5000-10000	Intensivo, alimentación parcial con dietas balanceadas,



		recambio parcial de agua, aireación mecánica de emergencia
4	8000-15000	Intensivo, alimentación total con dietas balanceadas, sin recambio de agua, aireación rutinaria
5	20000-100000	Intensivo, alimentación total con dietas balanceada, recambio de agua parcial, aireación continua
6	70-200 Kg/m ³	Alto flujo de agua: Uno a tres recambios del volumen total por hora, sin aireación mecánica, alimentación total con dietas balanceadas
7	50-300 Kg/m ³	Vol.: 4-18m ³ , uso de alimento extrusado con una completa reducción de pérdidas, el local debe ser el apropiado
8	20-50 Kg/m ³	Vol. > 20m ³ , aireación mecánica y filtración biológica continua.

Fuente: Cámara de Acuicultura

Cualquiera que sea el sistema utilizado, el producto debe respetar la capacidad de carga de su sistema, es decir, la cantidad mayor (en biomasa) de peces que un determinado sistema puede mantener sin que se perjudique su crecimiento ni la salud de los animales y sin impactos negativos sobre las condiciones generales del ambiente. Generalmente la capacidad máxima de soporte puede ser estimada con el levantamiento detallado de las condiciones ambientales del lugar, al igual que con los registros de cultivos anteriores o la recolección de datos con otros piscicultores. El elevado rubro del balanceado en los costos de producción obliga a los fabricantes de balanceado a presentar varias alternativas para que estos puedan alcanzar los

resultados esperados. Al escoger el protocolo de alimentación debe considerarse la disponibilidad de los recursos financieros, hídricos y técnicos, también las condiciones climáticas de la región de cultivo y del mercado objetivo.

2.1.4 Cosecha y comercialización

Los programas de cosecha en el cultivo de tilapia dependen en gran medida de la semilla empleada y de las condiciones climáticas de la región. Si se cultivan exclusivamente machos en climas tropicales, la duración de la cría puede ajustarse conforme a la talla preferida por comercializar. Si se utilizan poblaciones sin clasificar, o si los híbridos o la población clasificada incluyen algunas hembras, la cosecha suele realizarse antes de que haya ocurrido demasiado desove natural. Cuando es posible desaguar estanques y arrozales, la cosecha de los peces presenta pocos problemas. La cosecha en jaulas es también bastante sencilla. La cosecha parcial en estanques suele realizarse con redes barrederas o jábegas, pero se han observado diferencias significativas en capturabilidad entre especies e híbridos. *T. hornorum* es una especie fácil de capturar, mientras que *T. nilótica* y *T. aurea* evitan la jábega colocándose de costado sobre el fondo del estanque, y se requiere pasar la red varias veces para capturar una buena proporción de la población. La captura es un problema importante en el cultivo en corrales. Los informes señalan que las poblaciones híbridas completamente masculinas de *T. nilótica* x *T. hornorum* se capturan con mucha mayor facilidad en estanques. En granjas rurales a pequeña escala, las capturas excedentes comercializables suelen venderse frescas a la puerta de

la granja o en los mercados rurales, cercanos. Las granjas grandes suelen transportar las capturas en hielo a mercados urbanos, e incluso algunas veces en estado congelado en el caso de mercados distantes. En mercados en los que la tilapia no es un pescado apreciado, a menudo debe presentarse en una forma con valor agregado y nombre diferente. La demanda por la tilapia mutante de color rojo se debió principalmente al hecho de que pudieron venderse filetes de esta con un nombre distinto (pargo o guachinango de agua dulce). En algunos países, como Costa Rica, se ha elaborado y enlatado tilapia en pequeña escala. En varias naciones en desarrollo, donde se ha introducido la tilapia, la experiencia parece indicar que es posible desarrollar mercados si pueden venderse pescados de cuando menos 200 a 250 g a precios competitivos. Los peces mayores, de 300 a 400 g, atraen más consumidores. El mercado que se ha desarrollado en Filipinas para la tilapia en las décadas de 1970 y 1980 ilustra este hecho.

Los aspectos económicos del cultivo de tilapia dependen en gran medida de la disponibilidad de mercados adecuados para el producto. En la piscicultura extensiva y la rural simple en escala pequeña, en las que la talla del producto no es un factor importante y no se requiere alimentación complementaria, la operación puede ser lucrativa cuando se aplican medidas apropiadas de manejo. En los sistemas semiintensivos o intensivos, sin embargo, los costos de alimentos, mano de obra y – en algunos casos- manejo del agua resultan bastante elevados y sólo pueden compensarse a través de precios adecuados del producto en el mercado. En la mayoría de los países africanos un buen porcentaje de los consumidores prefiere la

tilapia, de modo que ésta puede venderse a precios comparables a los de otros peces de alta calidad. Pero en otras partes del mundo, donde las tilapias son especies exóticas, se requiere considerable promoción. El factor más importante en el desarrollo de un mercado para la tilapia es la talla del pescado, y el principal objetivo de las mejoras recientes en las tecnologías de cultivo ha sido obtener productos de tamaño comercial en el menor tiempo posible.

2.1.4.1 EMPAQUE

El pescado entero fresco y los filetes, son empacados en una variedad de tamaños de cajas. Los filetes congelados IQF de alta calidad son ofrecidos en empaques al vacío. Los filetes sin piel, sin espinas tienen un rendimiento de 28 a 33% (dependiendo del corte).

EMPAQUE PARA FILETES CONGELADOS DE TILAPIA

Tamaño (Onzas Filete)	Tamaño de Empaque	Dimensiones de Empaque (Pulgadas)	Volumen de Empaque
1 - 3	4 / 10 lb	18.75 x 10.75 x 9	1.050
3 - 5			
5 - 7			
7 - 9			

- Cada producto es empaçado de manera individual
- Las cajas master están hechas de cartón corrugado parafinado

2.1.4.2 DETALLES DEL ALMACENAJE

- Los filetes frescos pueden durar de 7 a 10 días si son bien helados.
- Los filetes congelados en empaques al vacío pueden ser mantenidos por un año a una temperatura mínima de 10°F (-12°C) o menos.

2.1.4.3 CANALES DE DISTRIBUCION Y VENTA

Para el productor de USA:

- Mercado de tilapia viva (live market)
- Minoristas especializados
- Tiendas de comida sana (health food stores)
- Tiendas de comida orgánica (organically grown food stores)

Para el productor extranjero:

- **Distribuidores**
 - a) Especializados (de fresco y congelado)
 - b) Masivos (amplia gama de productos)

- **Mayoristas**

- a) Supermercados (50 a 500 toneladas)
- b) Hipermercados (amplia gama, bajo margen)

- **Cadenas de Restaurantes**

Compran directamente a productores

- **Minoristas especializados**

Los Angeles, New York, Miami

- **Cruceros**



2.1.4.4 Presentación del Producto

2.1.4.4.1 Tamaños y Grados

Lo tamaños usuales son:

- Tilapia entera viva tamaño para consumo: 1 a 1 ½ libras. Puede ser más pequeño o un poco más grande de acuerdo a las preferencias de los consumidores.
- Filetes sin piel y sin hueso: tamaño promedio por caja 10 libras.

El estudio realizado se basa en el filete de tilapia de 5-7 onzas por ser el peso más comercial del mercado estadounidense.

2.1.4.4.2 Formas de presentación

En los mercados internacionales, especialmente en el norteamericano se puede entregar de varias formas.

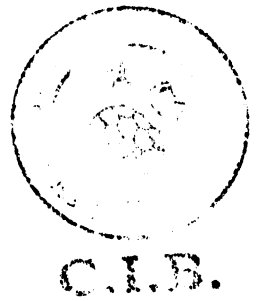
- Tilapia entera viva.- Se utiliza para la reventa y para la presentación en vitrinas de restaurantes con el fin de garantizar su frescura.
- Pescado entero destripado.- Se vende la tilapia entera, con cabeza y escamas para distinción y calidad del producto.
- Filetes.-
 - ✦ Con hueso o sin él, depende del comprador..
 - ✦ Las variedades de piel roja se venden con la piel, que es comestible cuando se cocina
 - ✦ El peso del producto después de darle forma en comparación al de la tilapia viva es:
 - Entera limpia 90%
 - Filete con piel y sin hueso 35 o 40%
 - Filete sin piel y sin hueso 28-33%

Toda la tilapia es aprovechable, pues su osamenta y víceras son utilizadas en la elaboración de harina de pescado, mientras que su piel, si es tratada, puede usarse en

talabartería. La forma de presentación que hemos escogido es el filete de tilapia fresca debido a que somos el primer proveedor de este cíclido a Estados Unidos en dicha presentación.

2.1.4.4.3 Calidad

Usualmente los procedimientos de evaluación de la calidad del pescado se basa en el código SEA (USA). La apariencia de la carne fresca de tilapia es de un color blanco natural o marfil con cierta translucidez e iridiscencia en la superficie de la piel. El color de la carne congelada no varía siendo igual al de la carne fresca. La tilapia procesada debe ser bien cortada y estar libre de decoloración o manchas de sangre que indiquen mal manipuleo. El olor de la tilapia cruda es neutral o ligeramente suave.



CAPITULO 3

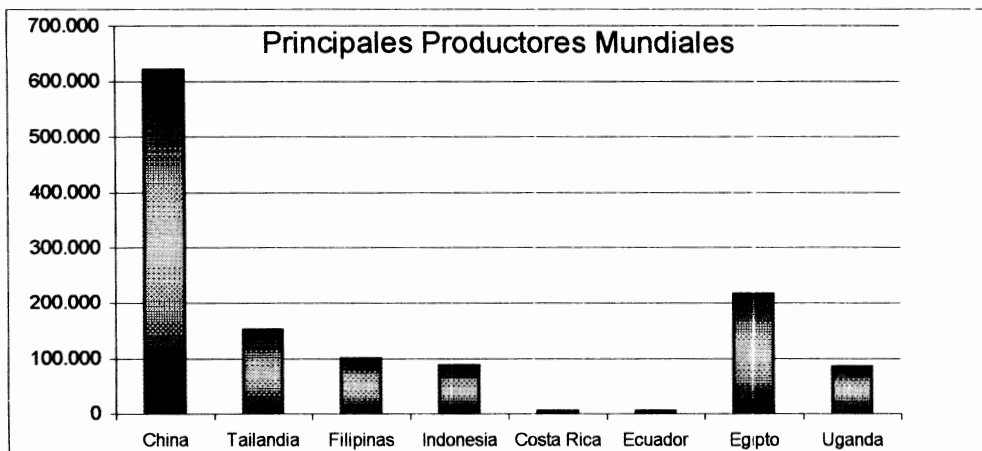
3. Mercado local e internacional

3.1 Producción y Oferta

ABASTECIMIENTO PARA EL COMERCIO MUNDIAL

Latino América	Filetes Frescos
Asia	Entera Congelada
	Filetes congelados
EE.UU	Viva
	Entera fresca

Entre los países productores de tilapia tenemos: China, Egipto, Tailandia, Filipinas, Indonesia, Uganda, Costa Rica, Ecuador, Jamaica, Honduras, Colombia, Belice, Chile, El Salvador, Kenia, Malasia, México, Nicaragua, Panamá, Vietnam, Zimbawe. Los principales países exportadores de este producto al mercado de Estados Unidos son Indonesia, China, Ecuador y Costa Rica.



Fuente: Página web de la FAO

En nuestro país la oferta de tilapia ha ido creciendo a un buen ritmo según las estadísticas proporcionadas por la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, la inversión en grandes granjas de tilapia no muestra síntomas de detenerse por ahora, y si consideramos que los norteamericanos se comen solamente 10.000¹⁷ toneladas de filetes de tilapia, comparado con las 100.000 toneladas de bagre o salmón, hay bastante espacio para seguir creciendo.

La producción ecuatoriana de tilapias en el año 1999 alcanzó las 4400 toneladas.¹⁸ Por el lado de los filetes frescos las importaciones de los Estados Unidos en el 2000

¹⁷, ¹⁸ Departamento de Pesca de los Estados Unidos

fueron de 7501 toneladas, casi todo esto procedente de América Latina (98.10%)¹⁹. La exportación de filetes frescos del Ecuador cubrió el 43.35% de la demanda de Estados Unidos, con vías a alcanzar niveles superiores a las 4.000 toneladas según registros del departamento de Pesca de Estados Unidos. Por el lado de los congelados en el negocio de la tilapia, China inunda el mercado con un animal de relativa buena calidad. El crecimiento de su producción alcanzó niveles estratosféricos, de 620.148 toneladas en el año 2000; seguido de Tailandia con una producción de 151.647 e Indonesia con 86.930 toneladas, mientras que el Ecuador produjo aproximadamente 450 toneladas.²⁰ La oferta mundial de tilapia desde el año 1995 ha tenido una tendencia al crecimiento del 20% con respecto al año anterior (según los registros que descansan en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros), haciendo que los precios caigan ligeramente, es decir, los precios de la tilapia se han mantenido sorpresivamente fuertes.

3.2 Análisis de la oferta

Para realizar la cuantificación de la oferta de tilapia del Ecuador se han utilizado los datos de la producción nacional total, (obtenidos en la Subsecretaría de Pesca). Se han considerado 11 años, desde 1990 hasta 2001, por medio de una regresión lineal, cuyos regresores son la producción mensual de tilapia y las variables de estacionalidad de abril y noviembre, meses en que se tiende a tener el mismo

¹⁹ Datos tomados de la página Web de la FAO

²⁰ Datos tomados de la página Web de la FAO

porcentaje de producción con respecto al total anual producido. Con estos criterios se obtuvo la siguiente función de oferta:

$$O = -88.75492546 * @SEAS(4) + 60.3218254 * @SEAS(11) + 0.8342709163 * O(-1) + 0.08461241216 * O(-7) + 0.3546860616 * O(-24)$$

Dependent Variable: O

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 1992:01 2001:10

Included observations: 118 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
@SEAS(4)	-88.75493	16.27208	-5.454429	0.0000
@SEAS(11)	60.32183	15.98854	3.772815	0.0003
O(-1)	0.834271	0.040425	20.63734	0.0000
O(-7)	0.084612	0.034247	2.470617	0.0150
O(-24)	0.354686	0.064278	5.517992	0.0000
R-squared	0.963708	Mean dependent var		205.8068
Adjusted R-squared	0.962423	S.D. dependent var		237.0340
S.E. of regression	45.94832	Akaike info criterion		10.53436
Sum squared resid	238571.1	Schwarz criterion		10.65176
Log likelihood	-616.5273	F-statistic		750.1588
Durbin-Watson stat	1.914536	Prob(F-statistic)		0.000000

Se utilizaron en el modelo dos variables de estacionalidad y tres variables exógenas que resultan significativas y que explican el comportamiento de la oferta.

Phillips-Perron Test Equation		Method: Least Squares	
Dependent Variable: D(O)		Sample(adjusted): 1990:03 2001:10	
PP Test Statistic	-10.90512	1% Critical Value*	-4.0259
		5% Critical Value	-3.4424
		10% Critical Value	-3.1456

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Lag truncation for Bartlett kernel:	4	(Newey-West suggests: 4)
Residual variance with no correction		3573.195
Residual variance with correction		3412.482

Para que la serie sea estacionaria (test de Phillip Perron o de DFA), es decir para que se rechace la hipótesis nula de que la serie contenga una raíz unitaria razón, la predicción se realiza con la serie en niveles, ya que al ser esta estacionaria provoca que el error de predicción no sea explosivo y se obtenga una predicción confiable.

Pronóstico de la Oferta

AÑO	TM
2001:11	823,19
2001:12	756,62
2002:01	741,63

2002:02	715,61
2002:03	727,40
2002:04	776,25
2002:05	788,40



* Líneas gruesas representan la predicción de la oferta

Las variables que explican a la oferta para realizar la predicción son escogidas a través del estadístico t que contrasta la hipótesis nula.

Ho: “Las variables que explican la oferta no son significativas”.

H1: “Las variables que explican la oferta son significativas”.

Para todas aquellas que han sido seleccionadas se rechaza la hipótesis nula de que los coeficientes sean iguales a cero o que las variables que acompañan a cada uno de los coeficientes individualmente no sean significativas. Los residuos no están correlacionados lo que quiere decir que los residuos generados en la predicción no están relacionados con los residuos actuales.

El R^2 mide qué tanto se ajusta el comportamiento de la oferta observada con la estimada, como el R^2 es igual al 96.4%, podemos decir que el modelo explica bien el comportamiento de la oferta.



Dependent Variable: LO		Sample(adjusted): 1991:02 2001:10			
Method: Least Squares		Included observations: 129 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
C	2.021927	0.624296	3.238733	0.0015	
@TREND	0.024072	0.008311	2.896435	0.0045	
O(-4)	-0.002069	0.000792	-2.611402	0.0101	
O(-12)	0.005469	0.000878	6.232813	0.0000	
AR(1)	0.799588	0.053353	14.98675	0.0000	
R-squared	0.882020	Mean dependent var	4.126738		
Adjusted R-squared	0.878215	S.D. dependent var	1.588813		
S.E. of regression	0.554460	Akaike info criterion	1.696344		
Sum squared resid	38.12080	Schwarz criterion	1.807189		
Log likelihood	-104.4142	F-statistic	231.7575		
Durbin-Watson stat	2.004515	Prob(F-statistic)	0.000000		
Inverted AR Roots	.80	Convergence achieved after 6 iterations			

Se determinó la tendencia de la oferta, es decir, la tasa de crecimiento a largo plazo de la misma, que es de 2.4%. En ciertos períodos la oferta estará por encima o debajo de la tendencia, pero en general convergirá a ésta. Como los residuos son estacionarios las variables tienden a cointegrar.

3.3 Análisis de la Demanda

Con el pasar de los años la tilapia, se ha convertido en un producto muy aceptado en el mercado internacional, nuestra producción ha ido incrementándose paulatinamente hasta alcanzar las 4400 toneladas en el año 1999²¹. Quince años atrás el único lugar de destino de nuestras exportaciones fue Estados Unidos, hasta 1994; a partir de este año, se unieron a la lista de compradores Puerto Rico e Italia. En la actualidad los países de destino del producto alcanzan los 16, siendo nuestro principal comprador USA, seguido de Colombia y Reino Unido. Nuestro país satisface menos del 1% de

²¹ Subsecretaría de Recursos Pesqueros

la demanda mundial de tilapias. Los principales países exportadores son: China, Tailandia, Filipinas, Egipto, Indonesia y Costa Rica.²²

Se ha identificado a Estados Unidos como el mercado de mayores posibilidades por su cercanía a nuestro país; Además, al presentar perspectivas de crecimiento, determina un mercado favorable para la exportación de tilapia. En el año 1999 el consumo de tilapia fresca aumentó en un 40% con respecto al año anterior y alcanzó las 10.000 toneladas. Solamente en los años 1998 y 1999 el consumo se duplicó y el apetito de los norteamericanos por la tilapia sigue creciendo. En los últimos seis meses del año 2000, las importaciones de filetes congelados y frescos de tilapia crecieron un 30% con respecto al año anterior (1999).²³

El crecimiento en el consumo de tilapia es muy alto y el mercado norteamericano tiene la capacidad de absorber esta tremenda cantidad de producto sin un colapso importante en los precios (Basado en estadísticas de la página web del Departamento de Pesca de Estados Unidos). El fuerte del Ecuador son los filetes frescos. De agosto del 2000 a agosto del 2001 las exportaciones de filetes frescos de tilapia del Ecuador a los Estados Unidos han aumentado en 33.65%, llegando a 3'484.065 de kilos. En el año 2000 las exportaciones ecuatorianas aumentaron un 80,09% con respecto al año anterior, superando las 3252 toneladas, sobrepasando a Costa Rica como el primer proveedor de filetes frescos de tilapia para el mercado de los Estados Unidos.²⁴

²² Datos tomados de la página web de la FAO

²³ Departamento de Pesca de los Estados Unidos

²⁴ Subsecretaría de Recursos Pesqueros

Aunque el nivel de crecimiento de la producción de tilapias en el Ecuador es sostenido, no se puede comparar con el de la China, que en 1998 exportó a Estados Unidos 38 toneladas de filetes de tilapia. En 1999 esta cifra aumentó a 749 toneladas. En los primeros seis meses del año 1999, las exportaciones chinas a los Estados Unidos de filetes congelados de tilapias llegaron solamente a 113 toneladas, pero en el año 2000 la cifra llegó a un escalofriante 1810 toneladas.²⁵ De la noche a la mañana, China eclipsó a Taiwán e Indonesia como las primeras fuentes de filetes congelados de tilapia. El crecimiento de la producción de tilapias en la China, ubicada principalmente en la sureña isla de Hainan, se debe a que inversionistas-productores taiwaneses han trasladado sus operaciones a este país, donde los costos de producción son sustancialmente más bajos. A pesar de que la tilapia es un pescado desconocido por muchos, esta falta de conocimiento de la especie no desacelera el despegue vertiginoso que está teniendo. Este pez tiene todo lo que los pescados-fóbicos americanos quieren en un pescado, es blanco y no tiene espinas. Además, en la medida en que los grandes productores de tilapia aumenten sus producciones, sus costos también disminuirán.

3.4 Cuantificación de la demanda potencial

El Ecuador exporta entre el 40 y 45% de su producción de tilapia a Estados Unidos, es por esta razón, que se han tomado los datos de nuestras exportaciones hacia dicho mercado para realizar la cuantificación de la demanda potencial.²⁶

²⁵ Departamento de Pesca de Estados Unidos

²⁶ Subsecretaría de Recursos Pesqueros

Para determinar la función de demanda de la tilapia del Ecuador se han usado datos a partir del año 1993 (año en que se empezó a exportar tilapia a Estados Unidos) hasta el año 2001; A partir de estos datos y por medio de una regresión lineal se obtuvo la siguiente función de demanda:

$$Q = 7308.387651 * @TREND - 29293.0686 * @SEAS(4) - 31413.81516 * @SEAS(6) - 200420.6953 * DP(-1) - 204397.7368 * DP(-9) + 0.4457227769 * DQ(-7) + [AR(1)=0.957796129, MA(5)=-0.9507471355, BACKCAST=1997:10]$$

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
@TREND	7308.388	843.0364	8.669124	0.0000
@SEAS(4)	-29293.07	9263.825	-3.162092	0.0029
@SEAS(6)	-31413.82	6484.333	-4.844572	0.0000
DP(-1)	-200420.7	33643.44	-5.957201	0.0000
DP(-9)	-204397.7	25493.34	-8.017691	0.0000
DQ(-7)	0.445723	0.079787	5.586389	0.0000
AR(1)	0.957796	0.039742	24.10037	0.0000
MA(5)	-0.950747	0.000273	-3478.772	0.0000
R-squared	0.976955	Mean dependent var		214107.2
Adjusted R-squared	0.973020	S.D. dependent var		145012.0
S.E. of regression	23818.90	Akaike info criterion		23.14263
Sum squared resid	2.33E+10	Schwarz criterion		23.45150
Log likelihood	-558.9944	F-statistic		248.3032
Durbin-Watson stat	1.941076	Prob(F-statistic)		0.000000
Inverted AR Roots	.96			
Inverted MA Roots	.99	.31+.94i	.31 -.94i	-.80 -.58i
		-.80+.58i		

Al igual que en el modelo de la oferta se utilizaron dos variables de estacionalidad, tres variables exógenas que resultaron significativas y que explican el comportamiento de la demanda. Dado que la serie sea estacionaria se realizó la predicción con la serie en niveles.

Phillips-Perron Test Equation		Method: Least Squares		
Dependent Variable: D(DM,2)		Sample(adjusted): 1994:02 2001:08		
PP Test Statistic	-22.02576	1% Critical Value*	-4.0613	
		5% Critical Value	-3.4591	
		10% Critical Value	-3.1554	

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Lag truncation for Bartlett kernel: 3	(Newey-West suggests: 3)
Residual variance with no correction	1.08E+09
Residual variance with correction	5.30E+08

Las variables que explican la demanda fueron escogidas a través del estadístico t, estas variables son significativas, ya que contrastan la hipótesis nula.

Ho: “Las variables que explican la demanda no son significativas”.

H1: “Las variables que explican la demanda son significativas”.

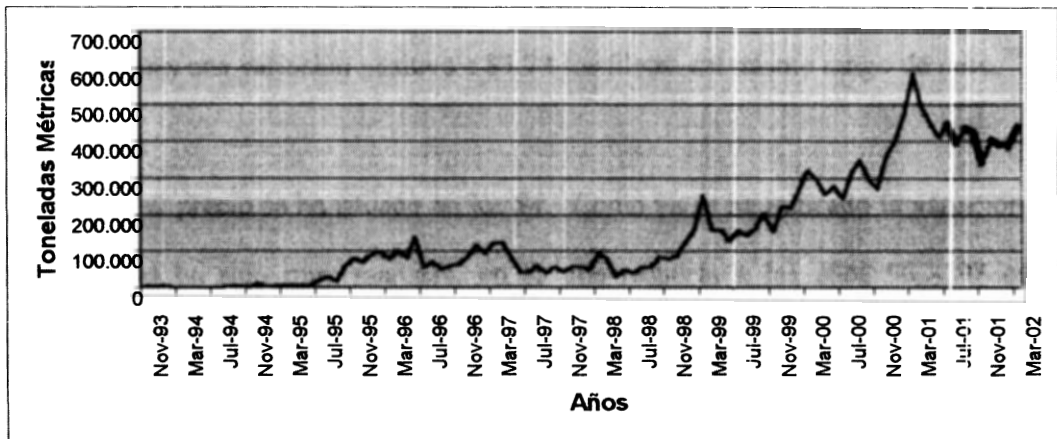
Como los residuos estaban correlacionados, se utilizó una variable arma (1,5) que eliminó la correlación entre los residuos como podemos notar en la gráfica, ya que estos se comportan de manera aleatoria. El coeficiente de determinación obtenido es de 97.7%, lo que quiere decir que la regresión obtenida explica en un 97.7% el comportamiento real de la demanda.

Pronóstico de la Demanda

El pronóstico de la demanda estadounidense hasta los tres primeros meses del año 2002 son de:

AÑO	TM
2001:09	433.168
2001:10	422.634
2001:11	341.606

2001:12	402.222
2002:01	390.740
2002:02	386.054
2002:03	437.976



* Líneas gruesas representan la predicción de la demanda

3.5 Precios

El precio de la tilapia fresca creció paulatinamente, desde su introducción hasta diciembre del año 2000, en el mes de enero del año 2001 sufrió una pequeña baja

pero regresó a su tendencia en marzo²⁷. Esta caída de los precios se puede adjudicar al aumento de la producción, no sólo de Ecuador, sino de países como China, Indonesia, Taiwán. El precio de los productos congelados también ha bajado algo debido a la inundación del mercado con la tilapia china. Los valores de éstos oscilan entre \$2,5 - \$3.0,²⁸ y mientras China siga aumentando sus volúmenes de producción, se espera una caída de los precios de estos productos. El precio de los filetes de tilapia en el mercado internacional (americano) no ha tenido una variación muy importante en los últimos años. En el año 1996, el filete de tilapia de un peso entre las 4 y 6 onzas se vendía a un precio de \$ 3.58; mientras que en el año 1997 el precio del filete se incrementó a \$3.64 los filetes de igual rango de peso. En el año 1998 se dio una vez más una variación positiva a \$3.73 los filetes del mismo rango de peso.²⁹

Actualmente el precio se ha situado en los \$4. Como ya se ha indicado la variación de precios no ha sido muy marcada, en lo que respecta a los años 96 - 97 el porcentaje de incremento ha sido de apenas el 1.68%, que es un porcentaje realmente bajo, de igual manera el porcentaje de variación entre los años 97 - 98 ha sido del 2.47%. Tomando en consideración los precios de exportación de la tilapia fresca al mercado estadounidense a partir de noviembre de 1996 hasta noviembre del 2001, se formuló la siguiente regresión simple:

$$DP = 0.03264635181*(@SEAS(4)) - 0.1471675181*DP(-1) + 0.4520775725*DP(-10) - 0.2691876152*DP(-20)$$

²⁷, ²⁸, ²⁹ Departamento de Pesca de los Estados Unidos

Dependent Variable: DP		Included observations: 37 after adjusting endpoints		
Method: Least Squares		Convergence achieved after 85 iterations		
Sample(adjusted): 1998:11 2001:11		Backcast: 1998:08 1998:10		
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
@SEAS(2)	0.022585	0.008011	2.819282	0.0082
DP(-10)	0.471636	0.040825	11.55255	0.0000
DP(-20)	-0.313676	0.039285	-7.984554	0.0000
AR(3)	0.689839	0.080164	8.605302	0.0000
MA(3)	-0.891769	0.054984	-16.21868	0.0000
R-squared	0.888067	Mean dependent var		0.004325
Adjusted R-squared	0.874076	S.D. dependent var		0.030600
S.E. of regression	0.010859	Akaike info criterion		-6.082631
Sum squared resid	0.003773	Schwarz criterion		-5.864940
Log likelihood	117.5287	F-statistic		63.47157
Durbin-Watson stat	1.971963	Prob(F-statistic)		0.000000
Inverted AR Roots	.88	-.44 -.77i		-.44+.77i
Inverted MA Roots	.96	-.48+.83i		-.48-.83i

Consideramos que esta regresión explica bien el comportamiento de los precios a largo plazo ya que el coeficiente de determinación obtenido es de 83.4%, además sus residuos no están correlacionados. Para la elaboración del modelo se tomaron tres variables exógenas y una variable de estacionalidad que resultaron significativas, para que la serie resulte estacionaria el modelo para la predicción se realizó con la serie en niveles lo que nos proporciona una predicción confiable. Las variables significativas fueron escogidas por medio del estadístico t.

Dependent Variable: P		Included observations: 60 after adjusting endpoints		
Method: Least Squares		Convergence achieved after 5 iterations		
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.567562	0.057290	62.27212	0.0000
@TREND	0.003157	0.001534	2.057965	0.0443
D1	0.263269	0.031518	8.353007	0.0000
AR(1)	0.842405	0.074236	11.34771	0.0000
R-squared	0.971301	Mean dependent var		3.842444
Adjusted R-squared	0.969763	S.D. dependent var		0.174330
S.E. of regression	0.030314	Akaike info criterion		-4.090086
Sum squared resid	0.051460	Schwarz criterion		-3.950463
Log likelihood	126.7026	F-statistic		631.7550
Durbin-Watson stat	1.726344	Prob(F-statistic)		0.000000
Inverted AR Roots	.84			



La tendencia a largo plazo de los precios, es decir, la tasa de crecimiento a largo plazo de la misma, es de 0.31%. En ciertos períodos los precios estarán por encima o debajo de la tendencia, pero en general convergirán a ésta. Como el R^2 es aproximadamente uno, podemos decir que la tendencia es confiable

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
T-T(-1)	0.008754	0.002568	3.408965	0.0028
RESID03	0.850700	0.060011	14.17582	0.0000
@SEAS(4)	0.042323	0.004737	8.934358	0.0000
@SEAS(5)	-0.040567	0.003089	-13.13365	0.0000
DP(-12)	-0.362183	0.033916	-10.67870	0.0000
DP(-20)	-0.063028	0.020392	-3.090750	0.0058
AR(11)	0.409660	0.065005	6.301998	0.0000
MA(8)	0.922291	6.18E-05	14931.16	0.0000
R-squared	0.962001	Mean dependent var		-0.001786
Adjusted R-squared	0.948701	S.D. dependent var		0.016567
S.E. of regression	0.003752	Akaike info criterion		-8.097918
Sum squared resid	0.000282	Schwarz criterion		-7.717288
Log likelihood	121.3708	F-statistic		72.33241
Durbin-Watson stat	0.953340	Prob(F-statistic)		0.000000
Inverted AR Roots	.92	.78 -.50i	.78+.50i	.38 -.84i
	.38+.84i	-.13 -.91i	-.13+.91i	-.60 -.70i
	-.60+.70i	-.88 -.26i	-.88+.26i	
Inverted MA Roots	.91 -.38i	.91+.38i	.38+.91i	.38 -.91i
	-.38+.91i	-.38 -.91i	-.91 -.38i	-.91+.38i

La tendencia a corto plazo de los precios es de 0.88%, lo que quiere decir que si el precio se aleja de su tendencia en pocos días tiende a regresar a esta.

3.6 Nivel de competencia

En el ámbito mundial entre los países exportadores de tilapia tenemos: Taiwán, Costa Rica, Ecuador, Indonesia, Jamaica, Tailandia, Honduras, China, Colombia.

Belice, Chile, El Salvador, Kenia, Malasia, México, Nicaragua, Panamá Filipinas, Vietnam, Zimbawe. Los principales países exportadores de tilapia hacia el mercado americano son China y Taiwán en lo que respecta a filete y pescado entero congelado con valores de 1'810.421 y 1'730.247 TM. (filetes) y 11'621.911 y 15'916.465 TM. (entero); y Ecuador seguido de Costa Rica en lo que respecta a filete fresco, con exportaciones que alcanzaron los 3'252.514 y 2'683.888, respectivamente.³⁰

Cabe recalcar que el Ecuador desplazó a Costa Rica y se ubicó como el primer proveedor de tilapia fresca de los Estados Unidos desde el año 2000 y tercer exportador del producto a nivel mundial.

3.7 Externalidades

- **Positivas:**

Generación de fuentes de trabajo

Introducción al mercado ecuatoriano de un nuevo producto para su exportación.

Ser humano se beneficia de mayores nutrientes en su dieta diaria

- **Negativas:**

El uso indiscriminado de carbonato de calcio (cal) para la limpieza de las piscinas de agentes extraños puede provocar infertilización de la tierra para el cultivo de otros productos.

³⁰ Departamento de Pesca de los Estados Unidos



CAPITULO 4

4. REQUERIMIENTOS

El siguiente proyecto tiene como base principal fomentar el cultivo de peces, conocer las características nutricionales que estos aportan al ser humano para el buen desarrollo y crecimiento de su organismo.

El pescado fuera de ser un alimento delicioso, es nutricionalmente superior a la carne de los animales domésticos (solamente el huevo de gallina supera en calidad al pescado). Es ideal para la alimentación de niños, enfermos, ancianos y madres embarazadas. El hombre consume entre 21 y 23 aminoácidos de los cuales 12 son esenciales y todos están presentes en el pescado. La grasa no solamente es una

fuerza importante de la vitamina D sino que además está compuesta de ácidos grasos poli-insaturados que previenen enfermedades cardiovasculares.

Este proyecto busca evaluar de manera económica, financiera y social la rentabilidad económica del cultivo de tilapias, es decir, saber si vale la pena destinarle esfuerzos y recursos monetarios. Mantener el equilibrio ecológico es esencial para la vida del ser humano y de todas las especies vivas, la cría de peces es fundamental, de aquí se puede alimentar las personas y tener un buen desarrollo en el organismo, el ayudar a mantener la especie, no extinguiéndola.

El sostenido crecimiento de las exportaciones no tradicionales y su mayor participación dentro de las actividades productivas del país, hacen necesario un mayor conocimiento de productos que presentan características exportables y atractivos para los inversionistas y empresarios. La piscicultura es fuente de alimento, trabajo y divisas, además de otros posibles beneficios; es una actividad prácticamente nueva en el país pero con gran potencial económico. Una de las ventajas que trae consigo la explotación de la tilapia en criaderos es la de permitir revalorizar terrenos improductivos demasiado húmedos o pantanosos.

Los agentes vinculados comprometerán con el desarrollo del factor humano, por lo que la capacidad y preparación de todos sus trabajadores se incrementara considerablemente; esto se reflejará en una mayor productividad y una mejor calidad del producto. Las actividades de la compañía se realizarán en forma competitiva,

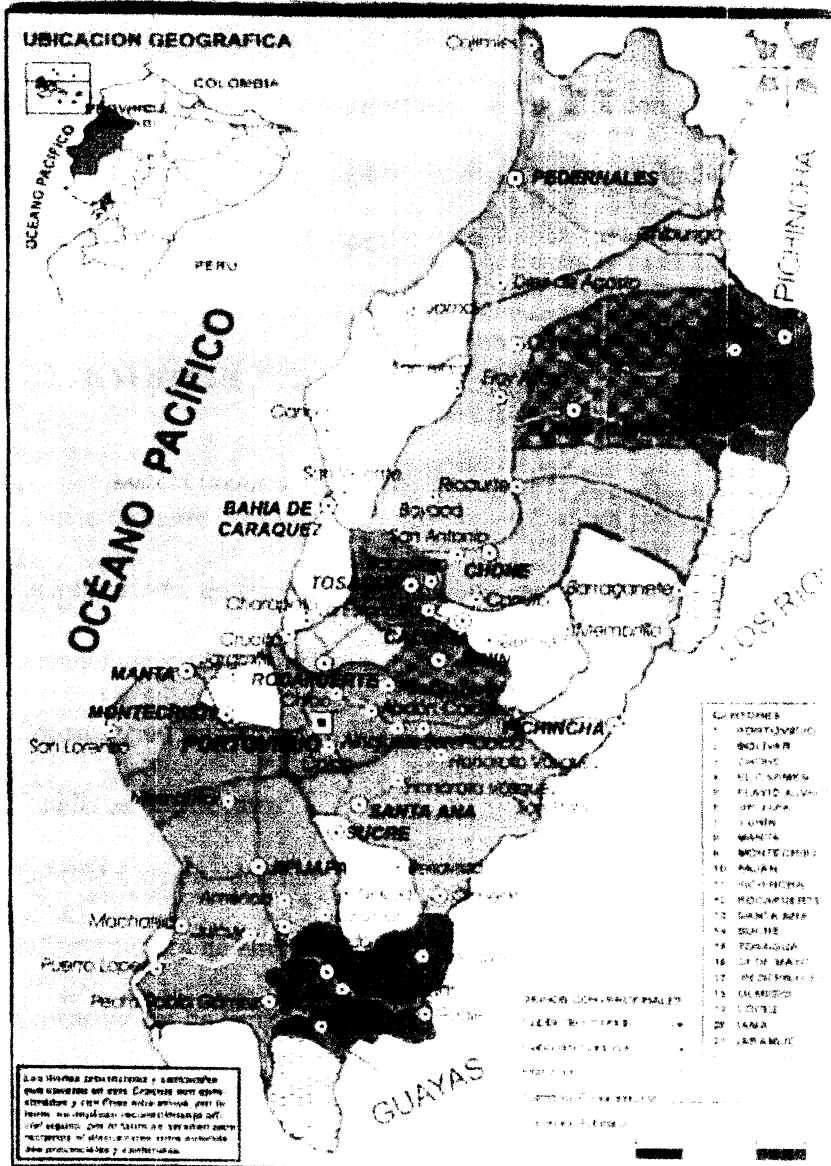
eficiente y sostenible en el tiempo, preservando los recursos hidro-biológicos y protegiendo a la vez su medio ambiente.

4.1 TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

La provincia de Manabí es una de las 22 que conforman la República del Ecuador, ésta a su vez tiene 18.878 kilómetros de superficie, compartidos en 22 cantones: Pedernales, El Carmen, Jama, Flavio Alfaro, Tosagua, Sucre, Bolívar, Chone, Pichincha, Junín, Rocafuerte, Portoviejo, Santa Ana, Olmedo, 24 de mayo, Jaramijó, Manta, Montecristi, Jipijapa, Puerto López y Paján. El terreno que se utilizará para el cultivo de tilapia tiene aproximadamente un valor de \$1.500 USD por hectárea, el sitio ofrece excelentes condiciones naturales porque la está zona es regada por el Río Carrizal además la composición del suelo se presta para la siembra de este cíclido y la temperatura está en un rango de 23 a 30°, idónea para el rápido crecimiento de la tilapia. También se incurrirá en el costo de habilitación de caminos por el valor de \$2.000 USD y \$850 para cercado de las 5 hectáreas de cultivo.

El Cantón Bolívar con su cabecera cantonal Calceta, se encuentra en el centro de la provincia de Manabí, tiene una extensión de 530 kilómetros cuadrados aproximadamente y una población de 43.000 habitantes. El proyecto contempla su implantación en el eje Calceta – Quiroga – Membrillo, en el cual se localiza el embalse de la Esperanza y su zona de influencia. Para sacar el producto se cuenta con carreteras que conectan los puntos de embarque: Manta y Guayaquil; A la ciudad

PROVINCIA DE MANABI



de Calceta se llega por vía terrestre por la carretera Pinpiguasi – Junín – Calceta, Rocafuerte – Tosagua - Calceta, Chone – Canuto – Calceta y Membrillo – Quiroga – Calceta. El servicio telefónico es prestado por PACIFICTEL con su agencia en Calceta y Quiroga. El servicio de energía lo presta EMELMANABI con las líneas de 110 y 220 V. en el eje del proyecto. Se cuenta con servicio de agua potable o entubada. El sistema de aguas residuales que se incluirá en el proyecto es independiente al alcantarillado local.

4.2 INFRAESTRUCTURA

El proyecto requiere para su desarrollo:

- La adquisición de terrenos para piscina y empacadora.
- Levantamientos topográficos
- Construcción de piscinas
- Criaderos de Alevines
- Laboratorios de Alevines
- Infraestructura de empacadora
- Construcción de Empacadora
- Equipos de Empacadora

4.3 MANO DE OBRA

Paralelamente al desarrollo de la infraestructura adecuada para la elaboración del proyecto es necesario lograr puntos básicos en cuanto a personal se refiere. Entre ellos podemos mencionar:

- Capacitación de Recurso Humano
- Manejo técnico del Recurso

El proyecto contempla la creación de 63 nuevos empleos como son:

MANO DE OBRA DIRECTA

CUADRO # 1

	Unidad	Cantidad
Deshierba	J	2
Aplicación de Fertilizantes	J	2
Siembra de Reproductores	J	3
Siembra de Alevines	J	3
Reversión	J	3
Alimentación	J	2
Controles Fitosanitarios	J	2
Cosecha	J	5
Total	J	22

* J= Jornaleros

MANO DE OBRA INDIRECTA**CUADRO # 2**

	Unidad	Cantidad
Recepción	J	5
Lavado	J	5
Clasificación	J	3
Fileteado	J	6
Almacenamiento	J	3
Empacado	J	5
Embarque	J	6
Inspector	J	1
Total	J	34

* J= Jornaleros

MANO DE OBRA DE ADMINISTRACION**CUADRO # 3**

	Unidad	Cantidad
Gerente	Gerente	1
Secretaria	Secretaria	1
Contador/a	Contador/a	1
Guardián	Guardia	3

MANO DE OBRA DE VENTAS

CUADRO # 4

	Unidad	Cantidad
Jefe de Ventas	Jefe de Ventas	1

4.4 MAQUINARIA**MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

CUADRO # 5

	Unidad	Cantidad
Preparación del Suelo		
-Rozada	Hm	2
-Surcador	Hm	2
-Retroexcavadora	Hm	3
Fumigación	Hm	5
Transporte	Hm	5

* Hm= Horas máquina

Equipos

CUADRO # 6

• Bombas de agua de presión
• Bombas de transferencia
• Tuberías:

- Y con entrada de 4"y 2"	- Y con entrada de 2"y 1"
- Y con entrada de 1"y 1/2"	- Y con entrada de 1/2"y 1/4"
- Codos de 45° PVC un 1/4"	- Galones de pegamento especial
- Tubos de 8" (6mts)	- Tubo de 1/4" (3 mts)
- Nepsos conectores de 8"	- Campamento para los trabajadores
Generador - Motor	
Redes para alevines	
Mini – Tractor	
Bomba de Transferencia	
Bomba de agua de Presión	

4.5 INSUMOS

MATERIALES DIRECTOS

CUADRO # 7

	Unidad	Cantidad
Fertilización y Desinfección		
-Carbonato de calcio (cal P-24)	Kg	750
Alimentación		
Balanceado polvo T450	Kg	750
Balanceado Extruso T 3/32 (32%)	Kg	2500

Balanceado Extruso 1/8 (28%)	Kg	8750
Balanceado Extruso 5/32 (24%)	Kg	17500
Balanceado Extruso 1/4 (22%)	Kg	40000
Reversión		
Hórmona Alpha Metiltestosterona	ml	1000
Medicamentos		
-Probióticos (Prokura Efinol FL, Prokura Efinol FG)	ml	100
Antibióticos (Kanamicina, Eritromixina, Sulfadimetoxina, Ormetroprim, Clorafhenicol Base o Forte)	ml	100
-Desparasitantes (Metronidazol, Mebendazol)	ml	100
-Vitaminas (A, C, E)	ml	210
-Aherente (Durapell, Pegabin)	ml	150
-Saborizante (Aquazabor)	ml	200
Equipos de Pesca		
Malla Roja de Pesca	Malla	10
Malla Anaranjada de Pesca	Malla	10
Malla Negra de Pesca	Malla	10
Boyas S2, S3, S5	Boya	300
Plomos (mediano, normal, grande)	Plomo	300
Control		
Balanza gramera	Balanza	5
Balanza normal	Balanza	5

Baldes	Balde	50
Atarraya	Atarraya	10
Medidor	Medidor	5
Agua	m ³	90000

* Kg=Kilogramo; m³= metro cúbico; ml= mililitros

MATERIALES INDIRECTOS

CUADRO #8

	Unidad	Cantidad
Cajas	Caja	2349
Plástico	Plástico	1
Etiquetas	Etiqueta	10000

4.6 OTROS

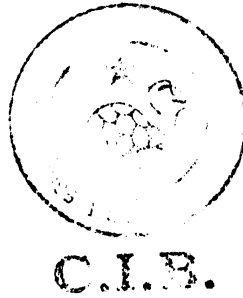
ASISTENCIA TECNICA

CUADRO # 9

	Unidad	Cantidad
Inspector-Calificador	Biólogo Marino	1

SUMINISTROS Y SERVICIOS

- Combustible y Lubricantes
- Agua, Luz, Teléfono



CAPITULO 5

5. Análisis Financiero

Cuadro # 10

CRONOGRAMA DE INVERSIONES E INSTALACION (5 hectáreas)

	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
Pre Operacional						
Constitución de la Empresa	■	■	■			
Tramitación del Financiamiento			■	■		
Adquisición y Preparación del Suelo				■	■	
Instalación de Recursos de Agua, Luz, Teléfono					■	
Instalación de Sistema de Bombeo						■
Construcción de Obras Civiles						■
Adquisición de Herramientas y Materiales						■
Contacto con Proveedores						■
Contrato de Mano de Obra						■
Colocación de Producción						■
Puesta en Marcha y Operaciones						■

5.1 Inversiones

Como se detalla en el cuadro # 11 , la inversión total del proyecto asciende a US\$ 139.773,1, de los cuales US\$ 69.077,5, es decir el 49% corresponden a los activos

fijos; US\$ 3.000, es decir el 2% corresponden a los activos diferidos; US\$ 67.695,6, es decir el 48% corresponden al capital de trabajo.

Los activos fijos incluyen la adquisición de 5 hectáreas de terreno, caminos y cercados, obras civiles como empacadora, guardianía y batería de baño; equipos y herramientas, la adquisición del sistema de bombeo y drenaje, vehículos, muebles y enseres.

El activo diferido comprende los gastos pre operacionales y administrativos de la etapa pre operacional.

El capital de trabajo comprende los gastos necesarios de la actividad específica.

Cuadro # 11
INVERSIONES FIJAS DEL PROYECTO
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

	Agrícola	Postcosecha	Comercialización	Total	(%)
1. Activos					
Activos Fijos					
Terrenos	7500			7500	
Caminos	2000			2000	
Cercado	850			850	
Obras Civiles					
Empacadora		9000		9000	
Caseta Guardia		500		500	
Baterías de Baño		700		700	
Equipos y Herramientas					
Herramientas de Postcosecha		600		600	
Vehículos			25000	25000	
Sistema de Bombeo	14400			14400	
Otros Activos Fijos				0	
Muebles y Enseres			5000	5000	
Imprevistos (5%)	1237,5	540	1750	3527,5	
Total Activos Fijos (1)					49
Activos Diferidos				0	
Gastos Pre y Operacionales	500	500	500	1500	
Gastos de Constitución			1500	1500	
Total Activos Diferidos (2)	500	500	2000	3000	2
				0	
Total de Inversión Activos					0
					0
Capital de Trabajo					0
Actividad Especifica	54665	9807	3223,6	67695,6	
Total de Capital de Trabajo (3)					48
					0
Inversión Total del Proyecto					100
	54%	16%	30%	100%	
2. Financiamiento					
Capital Social	27152,5	5647	6973,6	39773,1	28,5
Crédito	54000	16000	30000	100000	71,5
Financiamiento Total					
%	58	15	26	100	

5.2 Presupuesto de Costos y gastos

En este capítulo se presentan todos los cálculos de costos y gastos considerando que por el tamaño de importancia del proyecto se requerirá una organización técnica administrativa y de ventas estable.

5.2.1 Costos y gastos de producción

La composición de estos costos para los años de vida útil de este proyecto se presentan en los cuadros 12-13-14-15-16-18, los cuales incluyen los rubros de mano de obra directa, indirecta, materiales, suministros, seguros, depreciaciones, amortizaciones y mantenimiento de lo que se realizará en la fase de cultivo como en la de post cosecha.

El detalle del personal se presenta en el cuadro 17.

**SEGUROS, DEPRECIACIONES, AMORTIZACIONES, Y MANTENIMIENTO
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)**

Inversión	Total	Vida	Depreciaciones y Amortización		Costo Prod.		Mantenimiento y Reparaciones		Seguros												
			Gst. Adminis.	Gst. Venta	%	Cst. Prod.	Gst. Adminis.	Gst. Venta	%	Costo Prod.	Gst. Adminis.	Gst. Venta									
Activos Fijos																					
Terrenos	7500																				
Caminos	2000	10			200			30								2					
Cercado	850	5			170			13								0,85					
Obras Civiles																					
Empacadora	9000	15			600			135								36					
Caseta Guardia	500	15			33		33	7,5								2					
Baterías de Baño	700	15			47			10,5								2,8					
Equipos y Herramientas																					
Herramientas de Postcosecha	600	3			200			6								1,2					
Vehículos	25000	5			2500		1250	625		375						625					375
Sistema de Bombeo	14400	20			720			288								576					
Otros Activos Fijos																					
Muebles y Enseres	5000	5					500														
Imprevistos (5%)	3527,5																				
Sub total	69078				4470		1783	1114,75		412,5					1245,85						375
Activos Diferidos																					
Gastos Pre y Operacionales	1500	10					150														
Gastos de Constitución	1500	10					150														
Sub total	3000						300														
Total de Inversión	72078				4470		2083	1114,75		412,5					1245,85						375

Cuadro # 13
COSTOS DE PRODUCCION DE FASE AGRICOLA POR SIEMBRA
MODULO 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

		Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Costo Total/ha	Costo Total/5 ha
1	Maquinaria y Otros					
1,1	Preparación del suelo					
	Deshierba	hm	16	15	240	1200
	Retroexcavadora	hm	120	40	4800	24000
1,2	Fumigación	hm	8	15	120	600
1,3	Transportación	hm	5	40	200	1000
	Sub Total (1)				5360	26800
2	Materiales Directos					
2,1	Fertilización					
	Carbonato de Calcio	saco (25 kg)	20	3	60	300
2,2	Piscinas					0
	Mallas de Pesca roja	1	1	50	50	250
	Mallas de Pesca anaranjada	1	1	70	70	350
	Mallas de Pesca negra	1	1	300	300	1500
	Mallas antidepredadores	rollo	10	80	800	4000
	Otros	1			330	1650
2,3	Reproductores Alevines					0
	600 Hembras y 200 Machos	Tilapia	800	1	800	4000
	Hormona Reversora	ml	100	0,15	15	75
2,4	Alimentación					0
	Balanceado T450	saco (25 kg)	3	18	54	270
	Balanceado T 3/32	saco (25 kg)	10	14	140	700
	Balanceado 1/8	saco (25 kg)	35	11	385	1925
	Balanceado T 5/32	saco (25 kg)	70	9,5	665	3325
	Balanceado 1/4	saco (25 kg)	160	8,9	1424	7120
2,5	Medicamentos					0
	Probióticos	ml			200	1000
	Antibióticos	ml				
	Vitaminas	mg				
	Aherentes	ml				
	Saborizantes	ml				
	Sub Total (2)				5293	26465
3	Mano de Obra Directa					
	Aplicación de fertilizantes	J	2	6	12	60
	Siembra de Reproductores	J	3	6	18	90
	Siembra de Alevines	J	3	6	18	90
	Reversión	J	3	6	18	90
	Alimentación	J	2	6	12	60
	Control	J	2	6	12	60
	Cosecha de Tilapia	J	5	6	30	150
	Sub Total (3)		20		120	600
4	Materiales y Suministros					
	Combustibles y Lubricantes					
	Sub Total (4)			160	160	800
	Total (1+2+3+4) 1° Siembra				10933	54665
	Total 2° siembra					20565
	Total anual					75230

Cuadro # 14
COSTOS DE PRODUCCION POST COSECHA
MODULO 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Costo Total/1 ha	Costo Total/5ha
1	Mano de Obra Indirecta				
	Recepción	J	5	30	150
	Lavado	J	5	30	150
	Clasificación	J	3	18	90
	Fileteado	J	6	36	180
	Almacenamiento	J	3	18	90
	Empacado	J	5	30	150
	Embarque	J	6	36	180
	Calificador-Inspector	J	1	6	30
	Sub Total (1)		34	204	1020
2	Materiales Indirectos				
	Cajas	Caja	2349	1409	7047
	Plásticos	Bobina	1	70,0	350,0
	Etiquetas	Etiqueta	10000	28	140
	Sub Total (2)			1507,4	7537,0
3	Materiales-Suministros				
	Agua, Luz, Teléfono			250	1250
	Sub Total (3)			250	1250
	TOTAL (1+2+3) por siembra			1961,4	9807,0
	Total anual				19614

Cuadro # 15
COSTO AGRICOLA
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

	Primera Siembra	
	1 ha.	5 ha.
Maquinaria y Otros	5360	26800
Materiales Directos	5293	26465
Mano de Obra Directa	120	600
Materiales y Suministros	160	800
Mantenimiento	844,2	4221
Seguros	160,26	801,32
Imprevistos	596,87	2984,35
Total		

Cuadro # 16
COSTO POST COSECHA
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

	1 ha.	5 ha.
Materiales Indirectos	2126,3	10631,5
Mano de Obra Indirecta	204	1020
Materiales y Suministros	250	1250
Mantenimiento	38,7	193,5
Seguros	23,1	115,4
Imprevistos	132,1	660,5
Total		

* No se incluyen Depreciaciones y Amortizaciones

Costo total de 5 hectáreas=

78.543

Cuadro # 17
DETALLE DE PERSONAL
MODULO 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Administración										
Gerente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Secretaria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Contador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Guardián	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ventas										
Jefe de Ventas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Producción										
<i>Mano de Obra Directa</i>										
Jornales	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Mano de Obra Indirecta</i>										
Jornales	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Inspector Calificador	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Total	62	62	63	63	63	63	63	63	63	63



C.I.B.

Cuadro # 18
GASTOS PRODUCCION POR SIEMBRA
MODULO 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Materiales Directos	41.180,00	47.357,00	52.092,70	54.697,34	55.955,37	57.242,35	58.558,92	59.905,78	61.283,61	62.693,13
Mano de Obra Directa	1.200,00	1.380,00	1.518,00	1.593,90	1.630,56	1.668,06	1.706,43	1.745,68	1.785,83	1.826,90
Mano de Obra Indirecta	2.040,00	2.346,00	2.580,60	2.709,63	2.771,95	2.835,71	2.900,93	2.967,65	3.035,90	3.105,73
Materiales Indirectos	21.262,60	24.451,99	26.897,19	28.242,05	28.891,62	29.556,12	30.235,91	30.931,34	31.642,76	32.370,54
Suministros y materiales	4.100,00	4.715,00	5.186,50	5.445,83	5.571,08	5.699,21	5.830,30	5.964,39	6.101,57	6.241,91
Depreciación Amortización	1.845,75	2.122,61	2.334,87	2.451,62	2.508,00	1.845,75	1.845,75	1.845,75	1.845,75	1.845,75
Mantenimiento Reparación	4.414,50	5.076,68	5.584,34	5.863,56	5.998,42	4.414,50	4.414,50	4.414,50	4.414,50	4.414,50
Seguros	916,72	1.054,23	1.159,65	1.217,63	1.245,64	916,72	916,72	916,72	916,72	916,72
Otros gastos	29.600,00	61.640,00	67.804,00	71.194,20	72.831,67	74.506,79	76.220,45	77.973,52	79.766,91	81.601,55
Imprevistos	7.474,33	8.595,48	9.455,02	9.927,77	10.156,11	10.109,77	10.325,78	10.546,77	10.772,84	11.004,11
Total	114.033,90	158.738,98	174.612,88	183.343,52	187.560,42	188.794,98	192.955,69	197.212,09	201.566,39	206.020,84

5.3 Gastos Financieros

El crédito total requerido asciende a US\$ 100.000 que corresponden al 71.5% de la inversión total, a un plazo de 5 años, con una tasa de interés del 18% anual.

La tabla de amortización del crédito se expone en el cuadro # 22, y el detalle de los gastos financieros en el cuadro # 21.

Cuadro # 21
GASTOS FINANCIEROS
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

Año	0	1	2	3	4	5
Pasivo Total Largo Plazo	10000	86022,22	69528,43	50065,77	27099,8	0,00
Abono al Capital		13977,78	16493,78	19462,66	22965,94	27099,80
Intereses		18000,00	15483,99	12515,12	9011,84	4877,97
Total Pago al Período						

Cuadro # 22
TABLA DE AMORTIZACION ANUAL
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

Fecha	Pago Anual	Intereses	Amortización	Saldo
Inicio año 2002				10000
final año 2002	31977,78	18000	13977,78	86022,22
final año 2003	31977,78	15483,9988	16493,78	69528,43
final año 2004	31977,78	12515,1182	19462,66	50065,77
final año 2005	31977,78	9011,8391	22965,94	27099,8
final año 2006	31977,78	4877,9698	27099,8	0,0
TOTALES				

Monto	US\$100000
Interés	18% anual
Plazo	5 años
pago por Período	31977,78
Pagos Totales del Período	
Intereses	59888,93
Abono al Capital	10000
Total Pagado	159888,93

Cuadro # 20
GASTO DE VENTAS
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jefe de Ventas	3600,00	4140,00	4554,00	4781,70	4891,68	5004,19	5119,28	5237,03	5357,48	5480,70
Viajes Viaticos	800,00	920,00	1012,00	1062,60	1087,04	1112,04	1137,62	1163,78	1190,55	1217,93
Gastos de Oficina	400,00	460,00	506,00	531,30	543,52	556,02	568,81	581,89	595,28	608,97
Deprec.Amort.	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00
Mant. Reparac.	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50
Seguros	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00
Imprevistos	379,38	436,29	479,92	503,91	515,50	527,36	539,49	551,90	564,59	577,57
TOTAL	7966,88	8743,79	9339,42	9667,01	9825,24	9987,11	10152,70	10322,10	10495,39	10672,68

5.4 Gastos de Ventas

En el cuadro # 20, se presentan el pago de sueldos y salarios del personal de ventas, gastos de oficina, viajes y viáticos, depreciaciones y amortizaciones, mantenimiento, seguro, de las ventas.

Cuadro # 19

**GASTOS DE ADMINISTRACION
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)**

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sueldos Salarios	14040,00	16146,00	17760,60	18648,63	19077,55	19516,33	19965,21	20424,41	20894,17	21374,73
Honorarios	500,00	575,00	632,50	664,13	679,40	695,03	711,01	727,36	744,09	761,21
Arriendo Oficina	3000,00	3450,00	3795,00	3984,75	4076,40	4170,16	4266,07	4364,19	4464,57	4567,25
Gastos de Oficina	400,00	460,00	506,00	531,30	543,52	556,02	568,81	581,89	595,28	608,97
Depr. Amort.	2333,00	2333,00	2333,00	2333,00	2333,00	2333,00	2333,00	2333,00	2333,00	2333,00
Mant. Reparac.	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50	412,50
Seguros	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00	375,00
Imprevistos	1053,00	1316,25	1513,69	1665,06	1748,31	1788,52	1829,66	1871,74	1914,79	1958,83
TOTAL	22113,50	25067,75	27328,29	28614,36	29245,68	29846,56	30461,25	31090,09	31733,39	32391,49

5.5 Gastos Administrativos

En el cuadro # 19 se presentan los gastos administrativos previstos para este proyecto.

CAPÍTULO 6

6. Análisis económico y financiero

El capítulo 6 comprende Resultados y Situación Financiera Estimados, detallando obtención de ventas totales previo al Estado de Resultados (cuadro # 24) , Balance General Proyectado (cuadro # 25) y Flujos de Caja Estimados (cuadro # 26) .

Según información del Banco Central del Ecuador la inflación estimada para el período comprendido entre 2002-2005 será:

Tabla # 1. Inflación Estimada

Años	2002	2003	2004	2005
Inflación Promedio (%)	15	10	5	2.3

Por lo tanto, hemos estimado que los costos de producción evolucionen conforme a la inflación proyectada.

En cuanto al precio de exportación hemos decidido mantenerlo en US\$ 4 por cuanto no se obtuvo información de años anteriores (sólo se consiguió precios mensuales del 96 al 2001) lo que nos permitió solamente hallar una predicción confiable para los doce meses del 2002 y que se mantienen en un promedio de US\$ 4.

Refiriéndonos al Estado de Resultados (Proforma), vemos que la utilidad se incrementa conforme aumentamos la producción cada 3 años hasta llegar a una producción óptima a partir del año 7.

En cuanto al Flujo de Caja, el proyecto cubre satisfactoriamente todas sus obligaciones y se presenta atractivo para el inversionista.

El Balance General Projectado para los años de vida útil del proyecto se presentan en el cuadro # 25.

El cálculo del Costo de Capital o Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) se presenta en el cuadro # 27, y es igual al 22%, resultado de la combinación del capital de los accionistas (28%) y el capital en préstamo (72%)

Se pone en evidencia la bondad financiera del proyecto a través de la TIR (cuadro # 28), los indicadores de tipo social (cuadro # 29 y 30), el análisis de punto de equilibrio (cuadro # 31) el análisis de sensibilidad (cuadro # 32) y la decisión sobre el proyecto (cuadro # 33).



C.I.B.

Cuadro # 23
TABLA DE INGRESOS
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad Local	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Precio Local	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09
Exportación	69.552,21	69.552,21	69.552,21	90.952,89	90.952,89	90.952,89	101.653,23	101.653,23	101.653,23	101.653,23
Precio Externo	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Volumen Total (Filetes)	69.552,21	69.552,21	69.552,21	90.952,89	90.952,89	90.952,89	101.653,23	101.653,23	101.653,23	101.653,23
Merma	8.134,76	8.134,76	8.134,76	10.637,77	10.637,77	10.637,77	11.889,27	11.889,27	11.889,27	11.889,27
Producción Total (Kg.)	#####	154.560,47	154.560,47	202.117,54	202.117,54	202.117,54	225.896,08	225.896,08	225.896,08	225.896,08
	#####	162.695,23	162.695,23	212.755,31	212.755,31	212.755,31	237.785,34	237.785,34	237.785,34	237.785,34
Ingreso Local	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingreso Externo	#####	278.208,85	278.208,85	363.811,57	363.811,57	363.811,57	406.612,94	406.612,94	406.612,94	406.612,94
Ventas Totales	#####	278.208,85	278.208,85	363.811,57	363.811,57	363.811,57	406.612,94	406.612,94	406.612,94	406.612,94

Cuadro # 24
TABLA DE ESTADOS DE RESULTADOS
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas Netas	278.208,85	278.208,85	278.208,85	363.811,57	363.811,57	363.811,57	406.612,94	406.612,94	406.612,94	406.612,94
Costo de Producción	75.230,00	51.230,00	51.230,00	51.230,00	51.230,00	51.230,00	51.230,00	51.230,00	51.230,00	51.230,00
Utilidad bruta	202.978,85	226.978,85	226.978,85	312.581,57	312.581,57	312.581,57	355.382,94	355.382,94	355.382,94	355.382,94
Gasto de Ventas	7.966,88	8.743,79	9.339,42	9.667,01	9.825,24	9.987,11	10.152,70	10.322,10	10.495,39	10.672,68
Utilidad neta en ventas	195.011,97	218.235,06	217.639,43	302.914,56	302.756,33	302.594,47	345.230,24	345.060,84	344.887,54	344.710,26
Gastos Administrativos	22.113,50	25.067,75	27.328,29	28.614,36	29.245,68	29.846,56	30.461,25	31.090,09	31.733,39	32.391,49
Utilidad neta en operaci	172.898,47	193.167,31	190.311,15	274.300,20	273.510,66	272.747,91	314.768,98	313.970,74	313.154,15	312.318,77
Gastos Financieros	31.977,78	31.977,77	31.977,78	31.977,78	31.977,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Utilidad antes de impuestos	140.920,69	161.189,54	158.333,37	242.322,42	241.532,89	272.747,91	314.768,98	313.970,74	313.154,15	312.318,77
Beneficio social	21.138,10	24.178,43	23.750,01	36.348,36	36.229,93	40.912,19	47.215,35	47.095,61	46.973,12	46.847,82
Utilidad antes de impuestos	119.782,59	137.011,11	134.583,36	205.974,06	205.302,95	231.835,72	267.553,63	266.875,13	266.181,03	265.470,95
Impuesto a la Renta	23.956,52	27.402,22	26.916,67	41.194,81	41.060,59	46.367,14	53.510,73	53.375,03	53.236,21	53.094,19
Utilidad neta	95.826,07	109.608,89	107.666,69	164.779,25	164.242,36	185.468,58	214.042,91	213.500,11	212.944,82	212.376,76

Cuadro # 25
 TABLA DE BALANCE GENERAL PROYECTADO
 MODULO DE 5 HECTAREAS
 (DOLARES US\$)

Activos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activos pre operac.										
Activos Corrientes										
Caja y Banco	67.695,60	255.024,78	245.024,78	333.993,94	353.493,94	372.778,52	372.778,52	372.778,52	372.778,52	372.778,52
Ctas por cobrar a clientes	23.184,07	23.184,07	23.184,07	30.317,63	30.317,63	33.844,41	33.844,41	33.844,41	33.844,41	33.844,41
Inventarios	15.610,65	17.952,25	19.747,47	20.134,85	1.211,75	21.989,62	22.188,71	22.769,21	23.151,91	23.151,91
Materiales Directos	10.295,06	11.839,25	13.023,18	13.674,33	13.988,84	14.310,39	14.697,31	14.956,41	15.333,91	15.333,91
Materiales Indirectos	5.315,65	6.113,00	6.724,30	7.960,51	7.222,90	7.349,03	7.388,99	7.772,34	8.117,92	8.117,92
Total de Activo Corriente	67.695,60	296.161,10	297.956,32	361.546,42	355.023,32	365.511,19	368.811,64	379.844,53	383.178,53	383.178,53
Activo Fijo										
Terreno	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00
Obras Civiles	13.050,00	13.050,00	13.050,00	13.150,00	13.050,00	13.050,00	13.050,00	13.050,00	13.050,00	13.050,00
Equipos y Herramientas	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
Muebles y enseres	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
Otros	3.527,50	3.527,50	3.527,50	3.527,50	3.527,50	3.527,50	3.527,50	3.527,50	3.527,50	3.527,50
Total de Activo Fijo	69.077,50	69.077,50	69.077,50	69.077,50	69.077,50	69.077,50	69.077,50	69.077,50	69.077,50	69.077,50
(Dep Acumulada)	1.845,75	2.122,61	2.334,97	2.151,62	2.598,00	1.845,75	1.845,75	1.845,75	1.845,75	1.845,75
Total de Activo Fijo Neto	67.231,75	66.954,89	66.742,53	66.925,88	66.479,50	67.231,75	67.231,75	67.231,75	67.231,75	67.231,75
Activo Diferido										
Gastos Preoperacional	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Gastos Comisión	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Total de Activo Diferido	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
(amortización Acumulada)	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Total de Activo Diferido Neto	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00
Total de Activos	139.773,10	855.42,40	876.711,14	901.607,73	904.812,21	913.811,17	913.811,17	926.611,01	931.171,17	931.171,17
Pasivo y Capital										
Pasivos Corrientes										
Ctas por pagar	3.122,13	3.590,45	3.945,49	4.446,97	4.242,35	4.399,72	4.399,72	4.541,53	4.541,53	4.541,53
Pasivos Largo Plazo	100000	69.528,43	50.055,77	27.199,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Pasivo	103122,13	73.118,88	54.001,26	31.346,77	4.242,35	4.399,72	4.399,72	4.541,53	4.541,53	4.541,53
Capital Líquido										
Capital Social Pagado	39773,1	34.216,96	35.676,64	36.024,29	36.192,50	36.552,15	36.552,15	37.056,41	37.056,41	37.056,41
Resultado del Ejercicio Anterior	-133.644,98	-130.163,49	-108.679,90	-141.889,58	114.195,97	-11.329,83	-12.243,71	-2.457,31	-16.092,13	-16.092,13
Utilidad Ejercicio	95.826,07	109.608,89	107.666,69	161.179,25	1.542,36	115.468,83	3.416,29	213.503,11	212.231,41	212.231,41
Total Capital Líquido	39773,1	-3.601,95	14.488,26	35.174,83	36.238,89	37.251,44	37.251,44	38.099,17	38.173,33	38.173,33
Total Pasivo y Capital	139773,1	85.542,40	89.190,10	90.160,73	90.481,21	91.381,17	91.381,17	92.611,17	93.117,17	93.117,17

Cuadro # 26
 TABLA DE FLUJO DE CAJA
 MODULO DE 5 HECTAREAS
 (DOLARES US\$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pre-operacional										
Ventas en el periodo	278,208.85	278,208.85	278,208.85	363,811.57	363,811.57	363,811.57	406,612.94	406,612.94	406,612.94	406,612.94
Saldo inicial de cuentas por cobrar	0.00	23,184.07	23,184.07	23,184.07	30,317.63	30,317.63	30,317.63	33,888.41	33,888.41	33,888.41
Saldo final de cuentas por cobrar	23,184.07	23,184.07	23,184.07	30,317.63	30,317.63	30,317.63	33,888.41	33,888.41	33,888.41	33,888.41
Total	255,024.78	278,208.85	278,208.85	356,678.01	363,811.57	363,811.57	403,046.16	406,612.94	406,612.94	406,612.94
Pago a proveedores de materiales directos										
Consumo por periodo	41,186.00	47,351.00	52,092.70	54,497.34	55,955.37	57,742.35	58,538.92	59,905.78	61,283.61	62,693.13
Inventario final	10,295.00	11,832.25	13,023.18	13,674.33	13,888.84	14,110.59	14,319.71	14,976.44	15,310.90	15,673.28
Inventario inicial	0.00	10,295.00	11,832.25	13,023.18	13,674.33	13,888.84	14,319.71	14,976.44	15,310.90	15,673.28
Total	31,475.00	48,901.25	53,276.63	55,348.49	56,269.88	57,364.09	58,888.06	60,242.49	61,623.07	63,045.51
Pago a proveedores de materiales indirectos										
Consumo por periodo	21,265.60	24,451.99	26,897.19	28,247.05	28,891.62	29,556.12	30,231.91	30,931.34	31,642.76	32,370.54
Inventario final	5,315.65	6,113.00	6,724.30	7,060.51	7,389.03	7,722.90	8,067.33	8,416.68	8,771.03	9,131.28
Inventario inicial	0.00	5,315.65	6,113.00	7,060.51	7,389.03	8,067.33	8,416.68	8,771.03	9,131.28	9,502.69
Total	26,578.25	25,245.34	27,308.49	28,576.26	29,054.01	29,722.25	30,405.86	31,105.20	31,820.62	32,552.49
Inversiones Iniciales										
Activo Corriente	-87,695.60									
Activo Fijo	-69,077.50									
Activo diferido	-3,000.00									
Flujo de Inversión	-159,773.10									
Flujo operacional	255,024.78	278,208.85	278,208.85	356,678.01	363,811.57	363,811.57	403,046.16	406,612.94	406,612.94	406,612.94
Ingreso operacional										
Pago a proveedores de materiales directos	51,475.00	48,901.25	53,276.63	55,448.49	56,269.88	57,364.09	58,888.06	60,242.49	61,623.07	63,045.51
Pago a proveedores de materiales indirectos	26,578.25	25,245.34	27,308.49	28,576.26	29,054.01	29,722.25	30,405.86	31,105.20	31,820.62	32,552.49
Pago de alquileres y salarios	15,740.00	18,101.00	19,211.10	20,906.66	21,381.51	21,879.45	22,389.45	22,899.45	23,429.09	23,962.84
Costos fijos de producción	48,551.30	83,203.99	91,524.39	96,100.61	98,310.92	97,492.74	99,553.50	101,661.65	103,818.29	106,024.54
Gastos de Ventas	7,966.88	8,743.79	9,335.42	9,466.01	9,892.24	9,987.11	10,152.70	10,322.10	10,495.39	10,672.68
Gastos de Administración	7,173.50	7,886.75	8,429.19	8,770.31	8,845.21	9,079.18	9,216.23	9,356.43	9,499.85	9,646.58
Total de Egresos operacionales	157,384.93	192,086.12	209,899.21	219,371.34	223,792.77	225,724.79	230,599.00	235,585.31	240,686.31	245,904.64
Flujo operacional Gener. (A-B)	97,739.85	86,122.73	68,319.64	137,306.67	140,018.80	138,086.78	172,441.16	171,027.62	165,926.62	160,708.30
Flujo no operacional										
Ingreso no operacional										
Gastos no operacional										
Gastos Financieros CP	18,000.00									
Gastos Financieros LP		15,483.99	12,315.12	9,011.84	4,877.97					
Repago de Utilidades	21,138.10	24,178.43	23,750.01	36,348.36	36,229.93	40,912.19	47,215.35	47,095.61	46,975.12	46,847.82
Pago de impuestos	23,956.52	27,402.22	26,016.67	41,194.81	41,066.59	46,367.14	53,510.73	53,375.03	53,239.21	53,094.19
Total Egresos no operacionales	63,094.62	67,064.64	63,181.80	86,845.01	82,168.49	87,279.33	100,726.07	100,470.64	100,209.33	99,942.01
Flujo no operacional Gener. (A-B)	-63,094.62	-67,064.64	-63,181.80	-86,845.01	-82,168.49	-87,279.33	-100,726.07	-100,470.64	-100,209.33	-99,942.01
Financiamiento										
Ingresos										
Préstamo LP	100,000.00	86,022.22	50,065.77	27,099.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capital líquido	39773.1	-3,601.95	14,488.26	58,813.96	86,238.89	87,291.44	87,690.72	88,099.17	88,511.02	88,944.49
Total	139,773.10	82,420.27	85,240.60	85,913.76	86,238.89	87,291.44	87,690.72	88,099.17	88,511.02	88,944.49
Egresos										
Pago de capital a deuda	13,977.78	16,493.78	19,465.66	22,965.94	27,099.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flujo de financiamiento autorizado (A-B)	68,445.49	67,322.91	65,777.94	62,947.82	59,359.09	87,291.44	87,690.72	88,099.17	88,511.02	88,944.49
Flujo no	103,087.72	86,180.00	70,315.79	113,699.48	118,989.40	138,086.80	159,411.80	158,656.16	154,234.32	149,710.78
Saldo inicial de caja	2,375.75	2,445.06	2,663.83	2,716.42	2,813.49	2,878.20	2,944.40	3,012.12	3,081.40	3,152.28
Saldo final de caja	105,661.47	89,026.06	73,479.62	116,466.90	119,802.90	140,977.10	162,356.20	161,688.28	157,315.72	152,863.05

Cuadro # 28
TABLA DE CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

Concepto Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Inversiones	-139773,1										
Flujo Operacional Generado	97.739,85	86.122,73	68.219,64	137.306,67	140.018,80	138.086,78	172.447,16	171.027,62	165.926,62	160.708,30	
Utilidades de Trabajadores	21.138,10	24.178,43	23.750,01	36.348,36	36.229,93	40.912,19	47.215,35	47.095,61	46.973,12	46.847,82	
Impuestos	23.956,52	27.402,22	26.916,67	41.194,81	41.060,59	46.367,14	53.510,73	53.375,03	53.236,21	53.094,19	
Valor de Recuperación											80.811,21
Flujo Neto											
Flujo Total	-139773,1	52.645,23	34.542,08	17.552,96	59.763,50	62.728,28	50.807,45	71.721,08	70.556,98	65.717,29	141.577,50

	Valor de Recuperación		Recuperación	
	Valor	Vida útil	%	Valor
Activo Corriente	67.695,60		60	40617,36
Activos Fijos				
Terrenos	7.500,00		100,00	7500
Camino	2.000,00	10		
Cercados	850,00	5		
Obras Civiles				
Empacadora	9.000,00	15	30,00	2700
Caseta Guardia	500,00	15	30,00	150
Bateria de Baño	700,00	15	30,00	210
Equipos y Herramientas				
Herramientas	600,00	3	10,00	60
Vehículos	25.000,00	5	70,00	17500
Sistema De Bombeo	14.400,00	20	70,00	10080
Otros Activos Fijos				
Muebles y Enseres	5.000,00	5	30,00	1500
Imprevistos (5%)	3.527,50		14,00	493,85
Total	136.773,10		59,08	80.811,21

TIR = 33,08%



C.I.B.

Cuadro # 29
TABLA DE GENERACION DE EMPLEO
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

Beneficios económicos para la nación
 Generación de empleo

AÑO	Nº PERSONAS	SUELDO
1	62	15.740,00
2	62	18.101,00
3	63	19.911,10
4	63	20.906,66
5	63	21.387,51
6	63	21.879,42
7	63	22.382,65
8	63	22.897,45
9	63	23.424,09
10	63	23.962,84

Cuadro # 30
TABLA DE VALOR AGREGADO
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

AÑO	SUELDO	VALOR AGREGADO		
		UTILIDAD A IMP. Y PART.	TOTAL	VALOR AGREGADO/VENTAS
1	15.740,00	45.094,62	60.834,62	0,219
2	18.101,00	51.580,65	69.681,65	0,250
3	19.911,10	50.666,68	70.577,78	0,254
4	20.906,66	77.543,18	98.449,83	0,271
5	21.387,51	77.290,52	98.678,03	0,271
6	21.879,42	87.279,33	109.158,75	0,300
7	22.382,65	100.726,07	123.108,72	0,303
8	22.897,45	100.470,64	123.368,09	0,303
9	23.424,09	100.209,33	123.633,42	0,304
10	23.962,84	99.942,01	123.904,85	0,305

Cuadro # 31
TABLA DE DETERMINACION DE PUNTO DE EQUILIBRIO
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES US\$)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Fijos										
Sueldos y Salarios	15.740,00	18.101,00	19.911,10	20.906,66	21.387,51	21.879,42	22.382,65	22.897,45	23.424,09	23.962,84
Depreciación y amortización	6178,75	6455,61	6667,87	6784,62	6841,00	6178,75	6178,75	6178,75	6178,75	6178,75
Mantenimiento	5239,50	5901,68	6409,34	6688,56	6823,42	5239,50	5239,50	5239,50	5239,50	5239,50
Seguros	1666,72	1804,23	1909,65	1967,63	1995,64	1666,72	1666,72	1666,72	1666,72	1666,72
Impuestos	23.956,52	27.402,22	26.916,67	41.194,81	41.060,59	46.367,14	53.510,73	53.375,03	53.236,21	53.094,19
Gastos de Ventas	5179,38	5956,29	6551,92	6879,51	7037,74	7199,61	7365,20	7534,60	7707,89	7885,18
Gastos de Administración	18993,00	21947,25	24207,79	25493,86	26125,18	26726,06	27340,75	27959,59	28612,89	29270,99
Total de Costos Fijos operacio	76.953,87	87.568,27	92.574,34	109.915,65	111.271,08	115.257,20	123.684,30	124.861,64	126.066,05	127.298,17
Gastos Financieros	18000,00	15483,99	12515,12	9011,84	4877,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total de Costos Fijos	94.953,87	103.052,26	105.089,46	118.927,49	116.149,05	115.257,20	123.684,30	124.861,64	126.066,05	127.298,17
Costos Variables										
Materiales directos	41.180,00	47.357,00	52.092,70	54.697,34	55.955,37	57.242,35	58.558,92	59.905,78	61.283,61	62.693,13
Materiales indirectos	21.262,60	24.451,99	26.897,19	28.242,05	28.891,62	29.556,12	30.235,91	30.931,34	31.642,76	32.370,54
Suministros	4.100,00	4.715,00	5.186,50	5.445,83	5.571,08	5.699,21	5.830,30	5.964,39	6.101,57	6.241,91
Otros Gastos	29.600,00	61.640,00	67.804,00	71.194,20	72.831,67	74.506,79	76.220,45	77.973,52	79.766,91	81.601,55
Total de costos Variables oper	96.142,60	138.163,99	151.980,39	159.579,41	163.249,73	167.004,48	170.845,58	174.750,03	178.794,86	182.907,14
Ventas netas	278.208,85	278.208,85	278.208,85	363.811,57	363.811,57	363.811,57	406.612,94	406.612,94	406.612,94	406.612,94
Punto de Equilibrio Financiero	91124,63	112769,98	122749,44	136946,82	139424,21	145254,21	152522,57	154804,58	157164,69	159506,32
P.E.F. (%)	32,75	40,53	44,12	37,64	38,32	39,93	37,51	38,07	38,65	39,25
Punto de Equilibrio Operacional	22781,16	28192,50	30687,36	34236,70	34856,05	36316,05	38130,64	38701,15	39291,17	39901,58
P.E.O. (%)	8,19	10,13	11,03	9,41	9,58	9,98	9,38	9,52	9,63	9,81

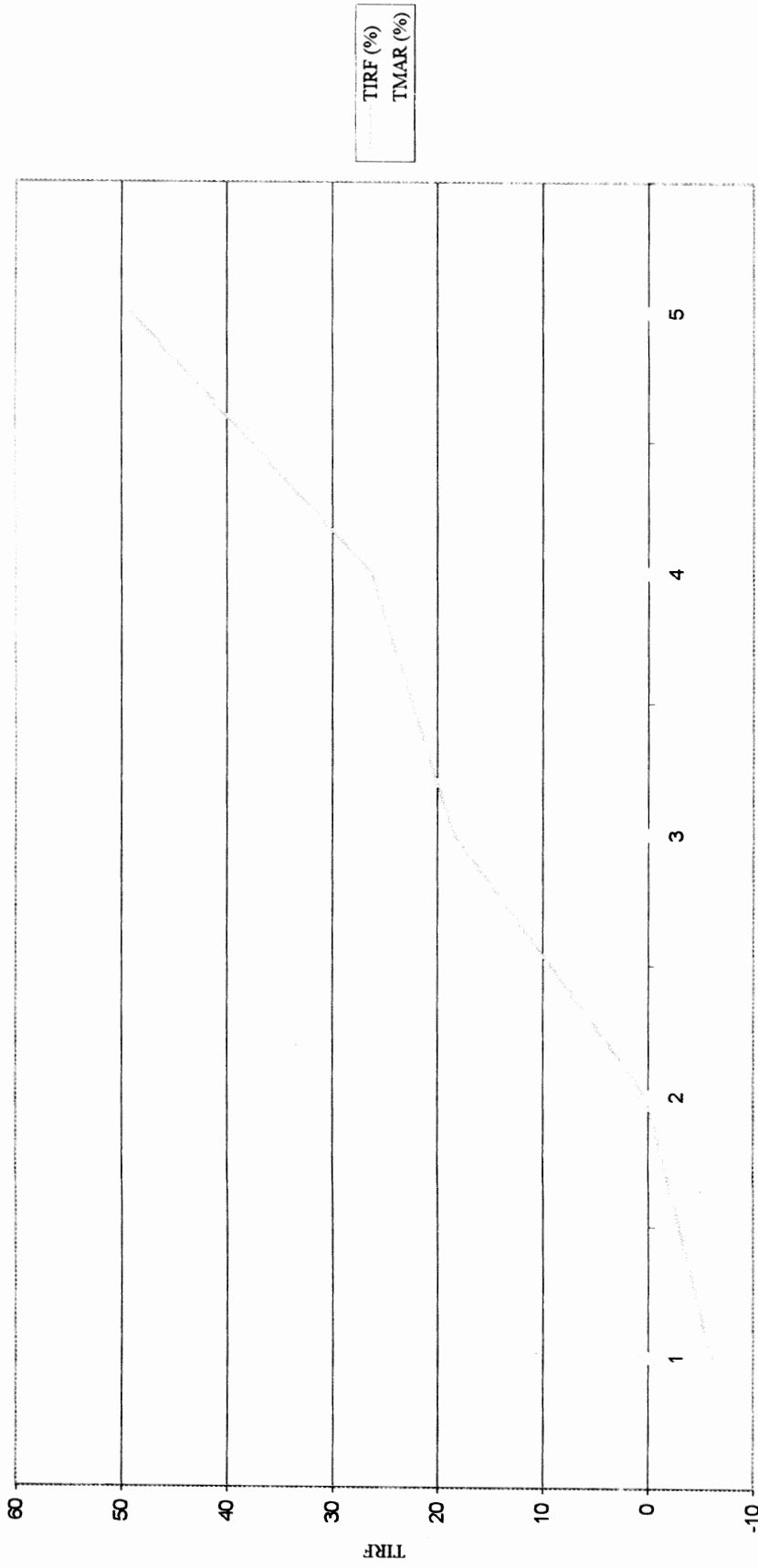
Cuadro # 32
TABLA DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

Producción	TIRF	Flujo neto de Efectivo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
162695,2343	-0,06	52645,23176	34542,08063	17552,96484	8687,206993	4518,426538	-7402,398686	-12026,91462	-16757,79442	-21597,48445	54262,72264
170000	0,0024	54996,7842	37222,06219	20232,94639	11367,18855	7198,408094	-4722,41713	-9346,933063	-14077,81286	-18917,5029	56942,7042
174515	0,185	64704,9387	48286,10419	31296,98839	22431,23055	18262,45009	6341,62487	1717,108937	-3013,770863	-7853,460897	68006,7462
180000	0,2633	70301,2842	54664,06219	37674,94639	28809,18855	24640,40809	12719,58287	8095,066937	3364,187137	-1475,502897	74384,7042
200000	0,4919	90707,2842	77920,06219	60930,94639	52065,18855	47896,40809	35975,58287	31351,06694	26620,18714	21780,4971	97640,7042

Cuadro # 33
TABLA DE DECISION SOBRE EL PROYECTO
MODULO DE 5 HECTAREAS
(DOLARES USS)

N°	Producción (Kg.)	TIRF (%)	TMAR (%)	DECISION SOBRE EL PROYECTO
1	162695,23	-6	0,22	Rechaza
2	170000,00	0,24	0,22	Rechaza
3	174515,00	18,5	0,22	Rechaza
4	180000,00	26,33	0,22	Acepta
5	200000,00	49,19	0,22	Acepta

Análisis de Sensibilidad



CAPITULO 7

7. Conclusiones

1. Existen las condiciones ecológicas adecuadas para el cultivo de la tilapia en la provincia de Manabí (Zona de la Esperanza), las mismas que son analizadas en el estudio.

2. La tilapia tiene características biológicas que son favorables para su cultivo a gran escala con las técnicas de producción adecuadas. Es además un producto que brinda una cantidad de nutrientes al ser humano mucho más alto que otros alimentos que se consumen en una dieta habitual.

3. Las favorables perspectivas de mercado alientan al inversionista a incursionar en esta actividad acuícola, ofreciendo una alternativa en las exportaciones ecuatorianas. Los Estados Unidos de Norteamérica representan nuestro principal

comprador de filete fresco de tilapia, alcanzan a demandar entre el 45%-50% de nuestra producción total.

4. La historia de los precios de este cíclido es bastante estable, no ha tenido variaciones significativas a lo largo de su comercialización al exterior. Lo que hace pensar que tenemos buenas perspectivas para los precios futuros si se aplica una estrategia de mercado bien fundamentada.

5. Para que el producto cumpla con las exigencias de calidad que imponen los EEUU (nuestro mercado meta), se requiere un adecuado nivel tecnológico en la producción que asegure productividad y excelencia.

6. El cultivo tecnificado de tilapia no representa una amenaza para el equilibrio del medio ambiente. La etapa de post-cosecha debe ser efectuada con una programación adecuada.

7. Los costos de producción no son extremadamente altos, con la excepción de la alimentación a través de balanceado. De cumplirse con las metas previstas en costos y ventas, el proyecto generará utilidades e índices de rentabilidad atractivos a más de cumplir con todas sus obligaciones demostrando su factibilidad técnico-financiera. Además la creación del proyecto genera nuevas plazas de trabajo.



8. El mercado de la tilapia está empezando a ser explotado y se proyecta con grandes posibilidades de ser una importante fuente generadora de divisas para el país.

9. La remuneración a la mano de obra campesina es irrisoria en proyectos similares lo cual representa un obstáculo para la contratación de personal estable (migraciones a las ciudades).

10. No existe una asociación de tilaperos en el país que ayude a propagar el cultivo de tilapia a otras zonas del Litoral ecuatoriano y a prestar asistencia técnica y capacitación.

11. No existen las facilidades para obtener líneas de microcréditos para los pequeños productores.

8. Recomendaciones

Creación de un centro de capacitación y asistencia técnica para el desarrollo del cultivo de tilapia a lo largo de toda la costa ecuatoriana.

Incrementar el salario de la mano de obra campesina para tener trabajadores estables y evitar su migración a las ciudades.

Abrir líneas de microcréditos para los pequeños productores.

9. Bibliografía

- Sapag Chain, Nassir; Sapag Chain, Reinaldo. **Preparación y Evaluación de proyectos.** Tercera Edición. Colombia. Prentice – Hall. 1997. 404 pgs.
- Portus, Lincoyán. **Matemáticas Financieras.** Tercera Edición. Colombia. Prentice - Hall. 1990. 435 pgs.
- Foster, George. **Contabilidad de Costos: Un enfoque Gerencial.** Octava Edición. Prentice – Hall. 1996. 970 pgs.
- Green, William. **Econometric Analysis.** EEUU. Tercera Edición. Prentice – Hall. 1997. 1054 pgs.
- Mancillo, Ecuador. **Reversión Monosexo de Tilapia.** Segunda Edición. Ecuador. 1996. 100 pgs.
- Revistas de la Cámara Nacional de Acuicultura (Varias Ediciones).
- Boletines del Banco Central Del Ecuador. (Varios)
- Archivos de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros.
- Boletines Informativos del CORPEI
- www.nmfs.com
- www.FAO.org

Anexo 1

Linfocistis

La linfocistis (LC), o enfermedad linfoquística, es una infección crónica provocada por un virus con genoma ADN, el cual ha sido clasificado como un iridio virus. Este virus tiene forma de icosaedro, y mide entre 130 y 330 NM. En su acción, el virus es dermatotrópico, infectando a las células fibroblásticas, más que a las células epiteloides. En el aspecto clínico, produce una pronunciada hipertrofia de las células infectadas, las cuales pueden medir desde 100 µm hasta 1 mm o más, proceso que se manifiesta por la presencia de papilomas con carácter de "verrugas" o "frambuesas", a nivel de tejido conjuntivo cutáneo y bronquial. La transmisión del virus es horizontal, es decir de un pez a otro, y la enfermedad es de distribución mundial. El desagradable aspecto que da la presencia de papilomas, solos o en agrupaciones, sobre las aletas, branquias y piel de los peces infectados, es motivo del rechazo del producto por el público consumidor, con las consiguientes pérdidas para el productor o proveedor. Casos espontáneos de linfocistis han sido documentados en *Sarotherodon amphimelas*, *S. esculentus* y *Oreochromis variabilis* en aguas de los lagos George, Kitangari, y Victoria, en África Oriental (Paperna, 1974, 1980). La preponderancia de la enfermedad en juveniles de *O. variabilis* era menos del 0.5% (Paperna, op. cit). En cíclidos autóctonos de aguas americanas, se han reportado casos de la linfocistis en ejemplares silvestres de *Cichlasoma synspilum* procedentes de aguas guatemaltecas (Welsenberg, 1965), así como en mojarra (*C. urophthalmus*) cultivadas en jaulas en el sur de México ,(Martínez-Palacios & Ross, 1994). Esto

indica que el virus de la linfocistis está presente en aguas continentales de las Américas, así como que las tilapias podrían ser potencialmente susceptibles a la enfermedad. El diagnóstico presuntivo de casos de la linfocistis se fundamenta en la observación de nódulos blanquecinos o grisáceos en las aletas, branquias y piel. Dichos nódulos tienen un tamaño variable entre el de un grano de tapioca hasta "verrugas" de 5 mm de diámetro. Es muy importante establecer un diagnóstico diferencial entre los nódulos propios de la linfocistis per se y los producidos por la epitelocistis, y quistes de microspóreos, mixospóreos, y metacercarias de digenéos, respectivamente. En cortes histológicos se observa en la célula infectada una membrana hialina externa, un incremento en el tamaño del núcleo y del nucleolo, y la presencia de uno o más cuerpos de inclusión basófilos y Fielgen-positivos en el citoplasma (los cuales corresponden al viro plasma del virus de la linfocistis). La linfocistis es una enfermedad crónica, con un período de incubación prolongado hasta que se manifiestan clínicamente las lesiones características. No existe método de control o de tratamiento alguno para esta virosis, y como única medida práctica queda la de recolectar los ejemplares afectados de los estanques, y proceder a su inmediata destrucción por incineración.

Epitelocistis

Infección provocada por organismos de tipo clamidia o de tipo rickettsia (Wolf, 1981). Enfermedad reportada en tilapias cultivadas en aguas continentales, salobres y marinas (Paperna, 1980), en las cuales produce casos normalmente benignos. La enfermedad tuvo una elevada preponderancia de infección en la *Oreochromis*

mossambica en un embalse en Puerto Elizabeth, África del Sur, también ha sido detectada en *O. aurea*, y en híbridos de *O. aurea* X *O. nilótica*, importados a Israel desde Ghana para fines de cultivo (Paperna, op. cit: Paperna & Sabnai, 1980). La infección es de transmisión horizontal, pudiéndose propagar de manera muy rápida en poblaciones de peces mantenidas en estanques u otros recipientes comunes. En los peces afectados se suele observar una importante infección intracelular y una severa hipertrofia a nivel de las células epiteliales y de las células de cloruro de las branquias, lo cual da lugar a la formación de cápsulas blanquecinas y transparentes, que miden de 34 -100 μm X 55-55 μm , sobre los filamentos branquiales o dentro del epitelio cutáneo. Cuando la infección es severa, es común que las branquias pierdan su característica estructura lamelar, y que muestren distensión y adhesión entre ellas.

El diagnóstico de casos de epiteliocistis se basa en la observación de quistes de aspecto transparente, que contienen una sustancia granular homogénea, en filamentos branquiales montados para su examen como preparados frescos. En cortes histológicos, coloreados por el método de hematoxilina y eosina, se observan quistes conteniendo una sustancia granular y basófila, adheridos a los filamentos, o bien insertados dentro de ellos. Según, Paperna & Sabnai (1980), la epiteliocistis se presenta como una infección benigna pero al transformarse en la condición llamada proliferativa, pueden producirse importantes mortalidades en peces juveniles mantenidos en condiciones de cultivo adversas. Existe evidencia que sugiere que el agente etiológico de la enfermedad puede ser transmitida a través de implementos y utensilios contaminados. No existen medidas efectivas para el tratamiento de la



epiteliocistis, pero es factible prevenir contra la hiperinfección con la condición proliferativa al impedir la sobrepoblación de los estanques y al proporcionar a los peces una adecuada y bien balanceada alimentación.

Septicemia Hemorrágica Bacteriana

Es un síndrome con etiología diversa, de amplia distribución mundial en operaciones de acuicultura, incluyendo la tilapiacultura. Por lo general, las tilapias afectadas muestran signos de oscurecimiento, anorexia, exoftalmia, y la presencia de áreas hemorrágicas o ulcerativas en las bases de las aletas pectorales y ventrales, así como en la región ocular. Internamente, es común observar palidez hepática y la presencia de focos hemorrágicos en la superficie de las vísceras y de la cavidad abdominal. Se aprecia necrosis a nivel del bazo, corazón, hígado y musculatura esquelética, así como del tejido hematopoyético renal. Este síndrome asociado con una infección sistemática provocada por diversos géneros y especies de bacterias Gram negativas puede producir pérdidas del 5 a 100% en tilapias cultivadas en aguas dulces y salobres (Sarig & Bejerano, 1980). En jaulas situadas en aguas costeras de La Parguera, Puerto Rico, cuya salinidad era de 35%, mortalidades crónicas han sido reportadas en *Oreochromis aurea* cultivados en las mismas (Miller & Pagán, 1973: citado por Coche, 1982).

Los agentes etiológicos asociados con casos del síndrome de septicemia hemorrágica bacteriana en tilapias que han sido investigadas bacteriológicamente, fueron

identificados como *Aeromonas Hydrophila*, *A. salmonicida*, *Edwardsiella tarda*, *proteus spp.*, *Pseudomonas spp.*, (Incluyendo *Ps fluorescens*), y *Vibrio spp.* (incluyendo *V. anguillarum*) (Almeida, da Silva & Freitas, 1968; Bragg, 1988; Conroy González & González, 1985; Miller & Pagán, 1973: citados por Coche, 1982; Miyashito, 1984). Es importante establecer el diagnóstico en base al aislamiento e identificación del correspondiente agente etiológico; estos procedimientos deben ser realizados por profesionales debidamente capacitados en ictiopatología, a fin de evitar errores o equivocaciones. Es factible tratar casos de septicemia hemorrágica bacteriana mediante administración de sustancias antimicrobianas con el alimento, para ello es de fundamental importancia establecer de antemano que el correspondiente agente etiológico sea sensible al antimicrobiano que se pretende administrar, lo que implica la realización de un antibiograma y la determinación de la concentración inhibidora mínima (M.I.C. en $\mu\text{g/ml}$ = ppm). También se entiende que estos procedimientos deben ser realizados por un profesional competente en la materia y con toda la debida atención a las normas legales vigentes sobre la utilización de antimicrobianos en animales destinados al consumo humano. La utilización de vacunas para la prevención de determinadas infecciones bacterianas en los peces en operaciones de acuicultura está teniendo gran importancia en la actualidad y, sin duda alguna, la aplicación de vacunas será de igual importancia y utilidad en operaciones de tilapiacultura, una vez que la patología de las infecciones bacterianas que dan lugar a la septicemia hemorrágica en esas especies ícticas esté mejor conocida.



Columnaris

infección bacteriana provocada por una mixobacteria, *Flexibacter columnaris*, la cual tiene una amplia distribución mundial en aguas continentales con un rango de temperatura entre 12.6 a 30° C. Roberts & Sommerville (1982) han señalado a *F. columnaris* como uno de los patógenos mixobacterianos más frecuentes en operaciones de tilapiacultura, ya que epizootias de la *columnaris* en tilapias suelen ocurrir como una de las secuelas del estrés en esos peces inducido por elevadas temperaturas acuáticas. Casos confirmados de la infección han sido reportados en ejemplares de *Oreochromis mossambica* desde Corea hasta Venezuela (Chun, Park & Lee, 1985; Conroy González & González, 1985). Clínicamente la enfermedad se manifiesta por la presencia de áreas erosivas o lesiones necrotizadas poco profundas, de color blanquecino-grisáceo a blanquecino-amarillento, localizadas a nivel de las aletas ("podredumbre de las aletas"), cabeza y/o cuerpo del pez. Las branquias también pueden estar afectadas, y en ese caso se observa palidez y necrosis branquial. Es muy poco común que la *columnaris* de lugar a una infección sistémica, dado que por lo general las mixobacterias normalmente no entran al sistema sanguíneo en forma directa, sino de manera casi accidental cuando ya ha tenido lugar un considerable grado de destrucción de la dermis. Epizootias de esta infección son de especial importancia cuando la temperatura acuática es de 21° C o más, dando lugar a elevadas mortalidades en los peces afectados. Malas condiciones de manejo, incluyendo trauma mecánica, altas densidades de peces y la presencia de residuos de materia orgánica en el agua, contribuyen a la aparición de epizootias de la

enfermedad en los estanques de cultivo. El diagnóstico presuntivo de la columnaris se basa en el tipo y localización de las lesiones presentes y en la observación microscópica de bastones Gram negativos largos y delgados, con un típico movimiento de "deslizamiento" en frotis coloreados por el método de Gram y en preparados frescos tomados a partir de lesiones, respectivamente. Si bien es factible intentar el aislamiento in vitro de *Flexibacter columnaris*, usando para esos fines medios especiales tales como el agar Cytophaga (CA) o el caldo Cytophaga (CB), en la práctica no es necesario para establecer el diagnóstico. La prevención y control de la columnaris debe fundamentarse en una rigurosa y permanente aplicación de buenas prácticas de higiene y de manejo en las granjas y centros de producción de tilapias. Se debe prestar especial atención a la calidad del agua, a la densidad poblacional indicada para la especie en condiciones de cultivo intensivo, así como a la correcta alimentación de los peces. Casos de columnaris responden favorablemente a la aplicación de baños con nifurpirinol, en una concentración de 0.1 a 0.2 ppm de principio activo, en forma permanente durante 3 a 5 días consecutivos.

Columnaris en aguas saladas

La columnaris de aguas saladas es otra enfermedad Mixobacteriana que podría tener una gran importancia en operaciones de la tilapiacultura realizadas en aguas salobres o marinas. Los peces afectados muestran lesiones erosivas a nivel de la boca y de la piel, deshilachamiento y erosión de las aletas, podredumbre de las aletas, zonas con oscurecimiento cutáneo y a veces, hemorragias interesando a las áreas erosivas expuestas de la piel. El agente etiológico de esta condición es una Mixobacteria

halófila, sumamente fastidiosa en cuanto a sus requerimientos nutricionales se refiere, que ha sido clasificado por Wakabayashi, Hikida & Masumura (1986) como *Flexibacter maritimus* (sinónimo: *Sporocytophaga* sp.). El diagnóstico presuntivo de casos de la columnaris de aguas saladas se logra en base a la observación de numerosos bastones gram negativos largos y delgados, con un movimiento característico de deslizamiento, en frotis coloreados por el método de Gram, y en raspados tomados a partir de las partes afectadas y examinados como preparados frescos, respectivamente. Todavía se carece de información sobre métodos de prevención y control de la columnaris de aguas saladas, pero la condición ha de ser considerada como un posible problema patológico emergente en operaciones de tilapiacultura que se efectúen en aguas marinas y salobres.

Tuberculosis

Infección crónica provocada por bacterias ácido resistentes pertenecientes al género *Mycobacterium*, se han registrado en varias especies silvestres y cultivadas de tilapias en África, entre las cuales se pueden mencionar *Sarotherodon andersonii*, *Tilapia sparrmanii*, y *Oreochromis nilótica* (Roberts & Haller: datos inéditos citados por Roberts y Sommerville, 1982; Roberts & Mathieson, 1979; citados Roberts & Sommerville, 1982). Las infecciones en *O. nilótica* en condiciones de cultivo intenso en Kenia, fueron caracterizadas por pequeños granulomas focales a nivel del bazo, hígado y riñón, se estima que la infección podría dar lugar a importantes mortalidades en tilapias alimentadas con pescado crudo y/o con vísceras de pescado. El

diagnóstico se fundamenta en la detección de bastones Gram positivos, asporulados, inmóviles y ácido resistentes en frotis tomados a partir de los granulomas viscerales, coloreándose estos frotis por el método de Gram y por el método de ácido resistencia de Bullock, respectivamente. Para prevenir casos de la tuberculosis en tilapias se debe evitar el suministro como alimento de pescado crudo o de Vísceras del mismo. Es oportuno mencionar que *Mycobacterium fortuitum*, *M. Chelonei* y *M. Marinum*, los agentes etiológicos de la tuberculosis en tilapias y en otras especies ícticas dulceacuícolas y marinas, han sido implicado en infecciones en el ser humano y en otros animales de sangre caliente (Grange,1985) motivo por el cual esas Especies de micro bacterias deben considerarse como de importancia zoonótica.

Estreptococciosis

Problema patológico emergente de singular importancia que guarda una estrecha relación con problemas de la salud pública humana. Wu (1970) fue el primer investigador en reportar una "nueva" enfermedad que provocó mortalidades masivas en *Oreochromis mossambica* de cultivo en Taiwán, lográndose el aislamiento de un estreptococo beta-hemolítico, identificado como *Streptococcus pyogenes*, a partir de las tilapias enfermas. Posteriormente otros aislamientos de estreptococo han sido reportados por Al-Harbi (1994) en híbridos de tilapias (*O. nilotica* x *O. aurea*) en Arabia Saudita; por Eldar et al. (1994, 1995, 1995^a) en tilapias de Israel; por Kitao (1993), Miyazaki (1982) y Mizuyazaki et al. (1984) en *O. nilotica* en el Japón; por Chang, 1994, Chang &, Plumb, 1996, y Perera et al. 1994 en tilapias en los Estados

Unidos de Norteamérica y por Tong et al. (1985) en el cultivo de *O. nilotica* en jaulas en Taiwán. Durante los últimos años, se han registrado casos de infección por *Streptococcus* spp. en operaciones de tilapiacultura en Colombia, Costa Rica, y Cuba, hecho que ha dado lugar gran alarma y preocupación a nivel del sector productivo de esas especies ícticas.

La estreptococcicosis en tilapias puede producir un cuadro clínico semejante al reportado para el síndrome de la septicemia hemorrágica bacteriana, o puede provocar una enfermedad crónica caracterizada por signos de meningoencefalitis acompañada por granulomatosis. Los peces pueden mostrar exoftalmia uni o bi lateral, hemorragias oculares y operculares, lesiones necróticas interesando a las aletas, piel y tejido muscular, oscurecimiento generalizado del cuerpo, pérdida de equilibrio y movimientos natatorios erráticos. A nivel interno, el bazo, hígado, corazón, y riñón resultan afectados en mayor o menor escala, a menudo con la presencia de áreas granulomatosas y la acumulación de un líquido ascítico. La condición da lugar a mortalidades, sobre todo en los peces de engorde y en los de mayor tamaño. Es importante señalar la detección de numerosos macrófagos en los órganos afectados, así como la desorganización de los centros melanomacrófagos de las tilapias enfermas. Investigadores cubanos han denominado este tipo de infección en *Oreochromis aurea* de cultivo en ese país caribeño como el síndrome de la "Enfermedad Corinebacterica de la Tilapia" (ECT), atribuyéndose su etiología a una bacteria identificada como una corinebacteria, aparentemente algo parecida a *renibacterium salmoninarum*, el agente etiológico de la "Enfermedad del Riñón"

(EBR) en los salmónidos. Una evaluación de los resultados de laboratorio presentados por Prieto & Rodríguez (1989) indica sin embargo, que las cepas cubanas guardan una mayor relación con los caracteres generales dados para estreptococos y lacto-bacilos ictiopatógenos por Austin & Austin (1993), que a corinebacterias o a *R. salmoninarum*. La mayoría de las cepas de *Streptococcus* aisladas hasta ahora a partir de tilapias han sido reportadas como beta hemolíticas. Es de singular importancia remitir cualquier cepa de *Streptococcus* sp. aislada de tilapia a un laboratorio de referencia, a fin de determinar con precisión su caracterización y ubicación taxonómica.

También es preciso tener en cuenta que la presencia de "estreptococos fecales" o "enterococos" (*S. faecalis*, *S. faecium* y otros pertenecientes al grupo D de Lancefield) es utilizada en la bacteriología sanitaria como indicador de la contaminación fecal (Collins & Lyne, 1976) motivo por el cual su detección en tilapias podría dar lugar a serios problemas para los productores. En efecto, se han presentado importantes casos de enfermedades en el ser humano en Canadá, que merecieron la hospitalización de los pacientes, a raíz de infecciones adquiridas al manejar tilapias cultivadas durante el proceso de su preparación para el consumo. En estos casos, se logró el aislamiento de *Streptococcus iniae* (MMWR, 1996). *S. shiloi*, uno de los estreptococos aislados a partir de ejemplares enfermos de tilapias cultivadas en Israel (Eldar et al., 1994, 1995, 1995^a), no es sino un sinónimo inferior de *S. iniae*, especie que también ha sido aislada a partir de híbridos de tilapias (*O. Nilotica* x *O. aurea*) en los Estados Unidos de Norteamérica (Perera et al. 1994). El



diagnóstico de casos de estreptococciosis en tilapias debe fundamentarse en la detección de cocos o coco-bacilos Gram positivos, e inmóviles, en frotis de las Partes afectadas de los peces enfermos, incluyendo el riñón, la masa cerebral y cualquier proceso granulomatoso que se detecte al efectuarse exámenes de laboratorio de rigor.

Los principales caracteres de los estreptococos ictiopatógenos han sido resumidos por Austin & Austin (1993) de la manera siguiente: "Cocos o cocobacilos (solos, en pares o en cadenas) Gram positivos e inmóviles, con metabolismo fermentativo o, sin producción de catalasa, oxidasa, ácido sulfhídrico, indol, ureasa, lisina decarboxilasa u ornitina decarboxilasa; producción de ácido a partir de glucosa y maltosa, pero no de dulcitol, inositol, inulina, rafinosa o xilosa; hay degradación de esculina pero no de geatina; no hay reducción de nitratos; se produce crecimiento a los 15° C y a los 37° C, pero no a los 50° C". Para el aislamiento primario, se recomienda la utilización de placas de agar sangre (BA) con 5% de sangre humana, bovina o de conejo, o bien de medios selectivos tales como el agar sangre –sodio ácido (SABA) o agar sangre-alcohol fenílico (PABA), incubándose las placas (sembradas por agotamiento) a 28 – 37° C por 24 – 48 horas, previa la realización de otros exámenes de laboratorio más detallados. Chang & Plumb (1996a) han determinado experimentalmente que *Oreochromis nilótica* resultó más susceptible a mortalidades provocadas por tres cepas de estreptococos spp. en aguas con una temperatura de 25° C y una salinidad de 30%, que en aguas con esa misma temperatura y con salinidades de 0 % 15%. De igual manera, los citados investigadores comprobaron que en aguas con una temperatura de 30° C, las mortalidades fueron mayores cuando la salinidad fue de

0%, 15% o 30%, que en el caso de aguas con una temperatura de 25° C. En cuanto a la prevención y control de la estreptococciosis, todavía no hay información publicada sobre estos particulares. Por tanto, y como medidas generales, se debe garantizar un óptimo manejo de las poblaciones de peces en los estanques, removiendo de inmediato y destruyendo por incineración todo ejemplar enfermo, e implementándose las más estrictas medida de higiene (incluyendo la efectiva desinfección de redes, botas, y otros utensilios). De igual manera, se debe averiguar si los estreptococos se encuentran como contaminantes en el agua que alimenta a los estanques, así como en el barro de los mismos. En todo momento, es de mayor importancia evitar sobrepoblación, sobre o subalimentación, y cualquier manejo indebido o inoportuno de los peces. Existe una firme sospecha de que los estreptococos pudiesen ser transmitidos a través de la incorporación de pescado molido, vísceras de pescado, etc., en el alimento húmedo. Si es preciso recurrir a la utilización de alimentos húmedos, éstos deben ser pasteurizados por precocción antes de ser suministrados a los peces en los estanques o en las jaulas de cultivo.

Dermatomicosis

Todas las especies de tilapias son potencialmente susceptibles a infecciones micóticas como la dermatomicosis, generalmente provocadas por *Saprolegnia* sp. u otros hongos ficomicetos afines. Se manifiesta por la presencia de lesiones a nivel de las aletas, boca y piel, las cuáles son cubiertas por una masa de aspecto algodonoso y de un color blanquecino, blanquecino-grisáceo o amarillento, que corresponde al micelio

del hongo. La infección también se establece con gran facilidad en los huevos muertos, a partir de los cuales se extiende rápidamente a los huevos vivos a los que mata por asfixia. Paperna (1980) ha reportado que, en Israel, hasta un 50% de las tilapias resultan afectadas por la dermatomicosis después de su captura y transferencia de un estanque a otro. Coche (1997) detectó una correlación significativa entre una disminución de la tasa de crecimiento y la presencia de dermatomicosis en *Oreochromis nilótica* cultivados en jaulas, posiblemente debido a la infección de lesiones superficiales causadas al osarse las tilapias contra las redes de las jaulas. Ibrahim, Nowaza & Lema (1975) han reportado elevadas pérdidas provocadas por *Saprolegnia* sp. en poblaciones de *Tilapia zillii* cultivadas en jaulas en el Lago Victoria en África. El diagnóstico presuntivo de casos de dermatomicosis se fundamenta en la detección de hifas cenocíticas y ramificadas y de zoosporangios terminales, en raspados de las partes afectadas que se examinan microscópicamente como preparados frescos. Por lo general, casos de dermatomicosis responden favorablemente a un tratamiento con verde de malaquita (libre de zinc), aplicado a los estanques en una concentración de 0.15 ppm. por una hora, repitiéndose el tratamiento a intervalos de 3 días cuando sea necesario.

***Ichthyophthirius multifiliis*:**

Este ciliado holotrico, relativamente grande, y comúnmente conocido como "ich" o "Punto blanco", es capaz de provocar serias pérdidas en tilapias cultivadas. El parásito da lugar a lesiones a nivel de la piel, branquias, faringe y nares, toda la superficie de las tilapias pequeñas puede ser cubierta con trofontes y tomites del

ciliado dentro de las 48 horas de haberse ocurrido la infección inicial. El rango óptimo de temperatura para su desarrollo es de 20 - 30° C, motivo por el cual epizootias de la ictioftiriasis son de especial importancia en aguas tropicales. En aguas subtropicales, en las que las temperaturas de invierno pueden ser a la vez tan estresantes para las tilapias como favorables al desarrollo del ciliado, es factible experimentar serios problemas con la ictioftiriasis. Las larvas, en especial, son altamente susceptibles a infecciones provocadas por *Ichthyophthirius multifiliis*. En el aspecto de prevención y control, es de la mayor importancia someter a tilapias pequeñas a condiciones de cuarentena, previa su distribución para fines de cultivo y engorde, proporcionándoles baños en formol a razón de 25-50 ppm de formol (1-2 ml de formol al 40% por cada 40 litros de agua) hasta 6 horas consecutivas.

Chilodonella sp. :

Ciliado holotrico reportado como parásito de la piel y de las branquias de tilapias cultivadas. Casos de la chilodonelosis parecen ser de mayor importancia cuando las tilapias hayan sido sometidas a factores estresantes, tales como manejo indebido, alimentación inadecuada, y bajas en la temperatura del agua. Se recomiendan baños en formol.

Tricodínidos:

Incluyen especies pertenecientes a los géneros *Trichodina*, *Trichodineila* y *Tripartiella*. Son ciliados peritricos no coloniales generalmente localizados en las

branquias y en la piel. *Trichodina fultoni* y *T. pedículos* figuran entre las especies que han sido reportadas en la piel, aletas y branquias de tilapias cultivadas en las Américas. Los tricodínidos representan un problema de singular importancia para las tilapias que incuban las larvas en la boca porque así transmiten la infección a las larvas durante su incubación. El tratamiento de casos de infección con tricodínidos es con formol.

Ciliados peritricos sésiles :

Especies de *Ambiphrya*, *Apiosoma* y *Epistylis* han sido reportadas en tilapias cultivadas en las américas, donde se han registrado las especies *Ambiphrya ameiri*, *Apiosoma piscicolum* y *Epistylis colisarum*. *Epistylis* sp. es de mayor importancia por cuanto se encuentra asociada con una enfermedad llamada "llaga roja" la cual se manifiesta clínicamente por enrojecimiento e inflamación de alrededor del lugar de adhesión del protozoo, proceso que facilita el establecimiento de infecciones bacterianas y micóticas secundarias. Estos ciliados coloniales son susceptibles al control mediante la aplicación de baños con formol.

Ichthyobodo necator:

Previamente conocido como *Costia necatrix*, es un flagelado bodónido que ha sido reconocido como de gran significado patológico en Tilapias larvales y pequeñas, más aún cuando la densidad poblacional de las mismas es excesiva, y cuando los peces están estresados. El parásito es relativamente pequeño, tiene un cuerpo piriforme y



generalmente se encuentra en las branquias. Es conveniente intentar el control del parásito mediante la aplicación de baños con formol.

Trypanoplasma sp.:

Este flagelado kinetoplástico se encuentra principalmente en la sangre, riñón y otros órganos del cuerpo. Es considerado un parásito altamente peligroso para las tilapias. Bunkley-Williams & Williams (1994) han reportado severas mortalidades en poblaciones cultivadas de *Oreochromis aureus* en Puerto Rico. Las tilapias afectadas muestran signos de letargia, enflaquecimiento y hundimiento de los ojos. El parásito es transmitido por la sanguijuela *Myzobdella lugubris*, motivo por el cual el control del flagelado se fundamenta en la erradicación de éstas de los estanques.

Piscinoodinium pillulare:

Este dinoflagelado que produce la "enfermedad del terciopelo" o "enfermedad del herrumbre" en los peces ornamentales de acuario, ha sido detectado en tilapias cultivadas en Puerto Rico (Bunkley - Williams & Williams, 1994). El parásito se localiza a nivel de la piel y de los filamentos branquiales, si bien a veces es capaz de penetrar por debajo de la piel para ubicarse en el tejido subcutáneo. *P. pillulare* es considerado como un potencial problema patológico emergente en operaciones de tilapia-cultura. Su control puede efectuarse mediante la aplicación de baños de larga duración con formol a concentraciones de 15-25 ppm.



Myxobolus sp.:

Mixospóreos histozoicos pertenecientes al género *Myxobolus* son comunes en la mayoría de las especies silvestres de tilapias en aguas africanas, en las que producen quistes repletos de esporas. Si bien raras veces se aprecian efectos patológicos manifiestos, la importancia de estos mixospóreos reside en su potencial significado para operaciones de tilapia-cultura intensiva en estanques de tierra, dado que las esporas requieren un corto periodo de tiempo en el barro a fin de repotenciarse, para así poder iniciar nuevas infecciones. El drenaje y secado de los estanques, junto con el calado, contribuyen a la erradicación de las esporas de los mixospóreos.

Gyrodactylus sp.:

La especie *Gyrodactyl cichlidae* es especialmente dañina para las tilapias, en las que parasita principalmente la piel y las aletas. Su ciclo de vida y su forma de transmisión directa dan lugar a fuertes infestaciones y por consiguiente, a importantes mortalidades en un período de tiempo relativamente corto, en tilapias en condiciones de cultivo en criaderos y en estanques de engorde. El parásito es susceptible a ser controlado por la aplicación de baños con formol, a concentraciones de 25-50 ppm por hasta 6 horas, repetidos cuantas veces sean necesarias.

Cichlidogyrus sp.:

El anicrocefálico *Cichlidogyrus tilapia* se localiza en los filamentos bronquiales de varias especies silvestres y cultivadas de tilapias en África y en las Américas. Otras especies del mismo género reportadas para tilapias en África y en Asia incluyen *C.*



C.I.B.

arthracantus, *C. bifurcatus*, *C. cirratus*, *C. sclerosus*, *C. tiberianus* y *C. tubicirrus* minutes. Su control es mediante la aplicación de baños con formol. *Enterogyrus* sp.: a diferencia de los demás monogéneos *Enterogyrus cichlidae* se encuentra en el intestino de las tilapias. Se han reportado casos de esta parasitosis en Israel, en varios países africanos, y en Venezuela. Aparentemente el parásito no causa mayores daños al hospedero.

***Neobenedenia* sp.:**

El capsárido *Neobenedenia melleni* es un parásito bastante grande, que llega a medir hasta 5 cm de largo, se localiza principalmente en la piel, ojos y raras veces en la cámara branquial de los peces. Bunkley-Williams & Williams (1994) señalan a *N. melleni* como de singular importancia para la tilapia-cultura, ya que este monogéneo ha destruido poblaciones enteras de Tilapias cultivadas para fines comerciales en aguas salobres y marinas en las Bahamas, Jamaica, Puerto Rico y otras áreas exóticas del Caribe. No poseen resistencia alguna a este capsárido, motivo por el cual suelen morir rápidamente al establecerse la infección. El parásito puede ser controlado mediante aplicación de baños en agua dulce o con sustancias químicas como el formol, si bien estas medidas resultan extremadamente costosas y difíciles de implementar a nivel de operaciones de tilapia-cultura comercial en aguas salobres y costeras. Cuando las tilapias son cultivadas en Jaulas flotantes, es factible evitar infecciones masivas por *Neobenedenia melleni* al mover las jaulas a aguas más profundas.

Diplostomum sp.:

Metacercarias del diplostomátido. *Diplostomum compactum* provocan una condición conocida como "trematodo del ojo", "catarata", o "ceguera parasitaria" en tilapias, así como en especies autóctonas de cíclidos, en varios países de América Central y América del Sur. Si bien el parásito no representa peligro alguno para el consumidor la verdadera importancia de esta parasitosis es que cuando la infección es muy elevada, el aspecto tan desagradable que presentan las tilapias afectadas provoca su rechazo por el público consumidor. lo que significa que el producto no puede ser comercializado debidamente. El control de la infección implica la adopción de medidas que impidan el acceso de aves piscívoras (hospederos definitivos o finales) a las facilidades de cultivo, así como la erradicación de los caracoles que actúan como los primeros hospederos intermediarios de parásito.

Clinostomum y Euclinostomun spp.:

Metacercarias de estos dos géneros de clinostmátidos producen una condición llamada "gorgojo blanco" o "gorgojo amarillo", la cual se manifiesta por la presencia de "bultos" o quistes en la piel, músculo y a veces, en los ojos, dando lugar a distorsiones del cuerpo en tilapias pequeñas. *Centrocestus*, *Haplorchis*, *Heterophyes*, *Neochasmus*, *Phagicola*, *Pygidiopsis* y *Transversotrema* spp.: metacercarias de estos géneros de digenéos se localizan y se enquistan en las branquias, piel, tejido muscular y/u otros órganos del cuerpo. Las especies de heterófidos *Haplorchis pumilio*, *Heterophyes heterophyes* y *Phagicola longa*, las cuales son de gran importancia zoonótica para la salud pública humana, han sido reportadas a partir de tilapias en



países africanos incluyendo a Egipto o Israel. *P. Longa* ha sido recientemente reconocida como una importante zoonosis en las Américas, si bien en este continente el citado haterófito solamente ha sido registrado en peces mugilidos (lisas, lebranches) y no, hasta estos momento en tilapias.

Ophiotaenia y Ophiovalipora spp.:

Larvas plerocercoides de los céstodes proteocefálicos *Ophiotaenia* sp, y *Ophiovalipora minuta* han sido detectadas en el mesenterio, hígado, bazo, pared del intestino y otras vísceras de tilapias en Puerto Rico (Bunkley-Williams & Williams, 1994). Al parecer, *Ophiovalipora* sp. ocurre solamente en *Oreochromis mossambicus*, mientras que *Ophiovalipora minuta* ocurre tanto en *O. mossambica* como en *Tilapia rendalli* en aguas del referido país caribeño.

Proteocephalus sp.:

Plerocercoides de *Proteocephalus bivittellatus* han sido detectados en varias especies de tilapias en África.

Lytocestoides spp.:

Varias especies no determinadas de Lytocestoides han sido reportadas en la cavidad abdominal de diversas especies de tilapias en África. *Acanthogyrus tilapiae* y *Acanthosentis tilapiae* son dos tipos de acantocéfalos que han sido detectados en tilapias africanas, en las cuales los parásitos fueron observados anclados a las paredes del intestino. Su posible importancia patológica aún no ha sido aclarada.

Contraecaecum sp.:

El anisákido larval *Contraecaecum* sp. (p.ej. *C. multipallatum*) se encuentra normalmente enquistado en la piel y tejido muscular de las tilapias, así como en la cavidad pericardiaca. En algunos casos, estos anisákidos larvales ejercen efectos significativos sobre el crecimiento de las tilapias parasitadas, pero es de especial importancia señalar su posible importancia para el ser humano. Estas larvas son bastante grandes y tienen un aspecto desagradable a simple vista, lo que da lugar al rechazo del producto por el público consumidor. El ciclo vital del parásito involucra crustáceos (p. Ej. *Cyclops*) como primeros hospederos intermediarios y aves piscívoras (p. Ej. pelícanos) como hospederos definitivos o finales.

Otros nematodos:

Asymphylogora tincae, *Eustrongyodes africanus*, *Gendria congolensis*, *Procamallanus* spp. *Rhabdochona congolensis*, *R. denudata* y *Zeylanicobdella* spp. Son especies de nematodos que han sido reportadas en tilapias en África, donde generalmente se encuentra como parásitos intestinales de los peces.

Lernaea y Opistholernaea spp.:

Los lemeidos *Lernaea cyprinacea*, *L. hardingi*, *L. Tilapiae*, y *Opistholernaea laterobranchialis* han sido reportados a partir de diversas especies de tilapias en África y en Israel. Los parásitos se encuentran anclados en el tejido muscular del cuerpo (a partir de donde pueden penetrar a la cavidad abdominal), en la boca y los labios, y hasta en el paladar (*O. laterobranchialis*). Producen pérdida de peso en los peces y a

nivel del cuerpo, las lesiones causadas por los lerneidos dan lugar a necrosis y ulceración, a menudo con infección bacteriana o micótica secundaria de importancia, haciendo difícil la venta de las tilapias en los mercados. El tratamiento del parásito puede lograrse mediante la aplicación de baños en determinados compuestos organofosforados (p. ej. "Neguvón", "Masotén") a razón de 0.15-0.25 ppm. Del principio activo aplicado una sola vez por hasta 7 días.

Ergasilus y Paraergasilus spp.:

Los copépodos ergasílicos *Ergasilus flaccidus*, *E. Kandti*, *E. lamellifer*, *E. lotus*, *L. sarsi*, *Paraergasilus lagunaris* y *P. minutus* han sido registrados en diversas especies de tilapias en el continente africano. *Ergasilus lizae* ha sido señalado como parásito de *Tilapia rendalli* en Puerto Rico (Bunkley-Williams & Williams, 1994). Generalmente, los ergasílicos se adhieren a los filamentos branquiales pero, en algunos casos (*P. minutus*), también se encuentran adheridos a las paredes de la cámara branquial. Han sido asociados con importantes epizootias en estanques de cultivo mediante la aplicación de baños con compuestos organofosforados.

Argulus y Dolops spp.:

Los branchiuros *Argulus africanus*, *A. Pellicidus*, *A. Rhipidiophorus*, *A. Striatus*, y *Dolops ranarum* son como parásitos de tilapias africanas. Por lo general, se encuentran adheridos a nivel de la boca o de la piel, en las que causan lesiones mecánicas que se hacen altamente susceptibles a infecciones bacterianas y micóticas secundarias. Además, los argúlidos pueden provocar mortalidades por su propia



cuenta en tilapias. Para su control, se emplean baños con compuestos organofosforados.

ANEXO 2

Métodos de Desove

En Israel, para el desove de *T. nilótica* se utilizan estanques con tamaño desde unos cuantos metros² hasta 5 ha., con fondo de pendiente suave. Los estanques se secan antes del desove, para erradicar los peces competidores y las plagas. Se llenan hasta una altura de 50 a 60 cm, que es la preferencia para estas especies. Como el número de huevecillos por desove depende de la talla de las hembras, la densidad de población varía con dicha talla. Mientras que una hembra de *T. nilótica* de 100 g desova alrededor de 100 huevecillos, una de 600 a 1000 g desova unos 1000 a 1500 huevecillos. Una hembra de *T. aurea* con peso aproximado de 1000 g podría desovar unos 2000 huevecillos cada vez. La densidad de población de machos suele ser de 100 a 250 por ha. En Filipinas, para el desove y la cría de alevines se utilizan estanques de desove terrestres así como jaulas o hapas en aguas abiertas. En muchas granjas se emplean hapas hechas de malla mosquitera de nylon para la reproducción de *T. Nilótica* e híbridos de *T. Nilótica* x *T. Mossambica*. Los reproductores se mantienen en hapas instaladas en estanques con aproximadamente 1 m de profundidad del agua. Los peces continúan reproduciéndose todo el año. Se ha encontrado que es adecuada una relación 1:3 de machos a hembras. Las crías se

recolectan a intervalos aproximados de un mes y se cultivan hasta que alcanzan una talla de 5 cm por lo general en estanques de cría o tanques de tela. Para el cruzamiento se ha determinado que la mejor proporción de sexos es de un macho por tres hembras. La producción mensual promedio se estima en alrededor de $1466/m^3$. Los criaderos de jaulas en aguas abiertas utilizadas en Filipinas consisten en jaulas de doble pared de red, muy parecidas a las hapas de doble pared utilizadas para la incubación de carpas en la India. La red interna, de malla gruesa (30 mm), mide 10 x 2 x 1 m, y la externa, de malla fina, mide 12 x 4 x 1.5 m. Se instalan en zonas tranquilas de lagos, como las que se encuentran en Laguna Bay. Se introducen reproductores a una densidad de 4 por m^2 , en la proporción de sexos de 1:3 que en los estanques se alimentan con salvado de arroz finamente molido a razón de 3% del peso corporal al día. El desove ocurre a intervalos regulares y las crías se recolectan y colocan en hapas de cría (10 x 2 x 1.5 m) a razón de 1000 por m^2 . Se emplea salvado fino de arroz para alimentar los alevines, a razón de alrededor de 6 a 8% del peso corporal. Después de dos semanas de cría en arpas, los alevines se transfieren a jaulas de malla más grande (6.5 mm) en densidades de 250 a 500 por m^2 y se alimentan con salvado fino (4 a 6% del peso corporal al día). En climas templados, los sistemas que permiten un alto grado de control ambiental hacen posible el desove de tilapias todo el año. Retirar de las hembras que están incubando los huevecillos y hacer que estos hagan eclosión y criar las larvas por separado en recipientes especiales, ayuda a incrementar la frecuencia de desove y por tanto la producción total de semilla. Otra ventaja importante del desove en condiciones controladas es que permite mantener la pureza genética de las líneas, lo cual es de especial

importancia en la producción de híbridos. La proporción de hembras a machos suele ser de 3:1 o de 4:1. Dado que las tilapias desovan a intervalos cortos, la cosecha debe realizarse cada 15 días, cuando los alevines pesan alrededor de 0.5 g. El comportamiento agresivo del macho en un acuario o un tanque se manifiesta cuando se introducen peces maduros con talla aproximada de 100 g. Tanques de acuario largos (200 x 50 x 40 cm) se pueblan con peces inmaduros de cuatro a cinco meses. Un macho y siete a diez hembras forman una “*familia*” en cada acuario. Cuando alcanzan la madurez sexual los machos de tilapias que incuban en la boca excavan nidos en el fondo si se dispone de arena o grava. Incluso si el fondo carece de tales sustratos, realizan movimientos de excavación y el macho elige la hembra más madura; tras un período de cortejo que puede durar varios días, ocurren el desove y la fecundación en el nido o el fondo del acuario. Poco después la hembra recoge los huevecillos en la boca. El macho elige entonces otra hembra madura para el cortejo y el desove. Los huevecillos se extraen de la boca de la hembra después de tres a cinco días para continuar su incubación. Esto ayuda a prevenir el canibalismo y permite que la hembra vuelva a prepararse pronto para un nuevo desove. En la incubación se utilizan vasos zoug y otros recipientes colocados en una plataforma de agitación (para mantener los huevecillos separados y en movimiento continuo). Los huevecillos se abren en unas 50 horas a temperatura de 25 a 27° C. Las larvas permanecen en los recipientes de incubación hasta que se absorbe el saco vitelino, lo cual lleva unos 8 a 10 días. El cuidado de las larvas normales o de híbridos mono sexuales se realiza en estanques de cría o de crecimiento. Las densidades de cría varían de 50.000 a 100.000 por ha, dependiendo de la talla de los alevines que se van a criar. Cuando es

necesario separar los alevines por sexo manualmente, se les cría hasta un peso de cuando menos 20 a 50 g para poder distinguir con facilidad las características sexuales secundarias. A veces se recomienda para este fin incluso un peso de 100 g, pero debe asegurarse que la población se extraiga antes de alcanzar la madurez. Semilla de un solo sexo e híbridos (Métodos para controlar desove natural, producir solo machos).

Uno de los métodos para controlar el desove natural de Tilapias es el cultivo de poblaciones mono-sexuales, y dado que el macho crece más rápido y alcanza una mayor talla, el interés se ha centrado en la producción de semilla sólo masculina. Es obvio que la forma más sencilla es escoger los machos a partir de poblaciones no clasificadas de alevines. Los sexos pueden diferenciarse por examen visual de las papilas urogenitales. En las hembras esta papila tiene dos orificios, mientras que en los machos tiene sólo uno. Además, con frecuencia la papila genital femenina es menor. Sin duda esto requiere algo de habilidad y cuidado por parte del piscicultor, y sólo resulta confiable en alevines de 20 a 50 g.; y aun en este caso, es probable que haya cierto porcentaje de error en la clasificación, e incluso una pequeña cantidad de hembras en la población puede iniciar el desove natural en estanques de producción. Esta separación de sexos implica asimismo el desperdicio de las hembras, aunque algunos acuicultores las utilizan en la elaboración de alimentos para el cultivo de los machos hasta la talla comercial. A pesar de la necesidad de mano de obra calificada, la separación de los machos para el cultivo en escala comercial se practica en varios países. El crecimiento y la producción se elevan considerablemente, aun cuando llega



a ocurrir algo de desove natural en los estanques. El desagüe de los estanques después de la cosecha hace posible iniciar el siguiente cultivo con semilla clasificada.

Otro método para la producción de poblaciones mono sexuales se ha basado en el uso de hormonas esteroides para invertir el sexo de las hembras. Ha sido posible invertir el sexo de hembras genotípicas mediante la administración de metiltestosterona o etiniltestosterona en *T. mosambica*, *T. nilótica* y *T. aurea* (Guerrero, 1982). El grado de éxito ha variado entre 90 a 100%. Los esteroides se incorporaron en el alimento de alevines a razones que variaban de 10 a 60 Mg por kilogramo de peces, durante periodos de 18 a 60 días. La feminización de machos genotípicos se logró en 90 a 100% de machos de las especies antes mencionadas, mediante la administración de estrógenos (etinilestradiol, estrona y dietilestilbestrol). La dosis consistió en 50 a 100 mg/kg de etinilestradio (en experimentos con *T. aurea* se incluyó una dosis de 100 mg/kg de metaluburo), 200 mg/Kg de estrona y 100 mg/kg de dietilestilbestrol, y la duración del tratamiento varió entre 19 y 56 días. En experimentos comparativos, Hanson *et al.* (1983) observaron que las poblaciones de machos con el sexo invertido tienen un mayor coeficiente de crecimiento que las de híbridos y las de hembras. Rothbard *et al.* (1983) describe el procedimiento adoptado en Israel para producir poblaciones de tilapia completamente masculinas por inversión sexual mediante hormonas. Los alevines se colocan en tanques circulares de concreto en exteriores de 208 m³ de capacidad (6 metros de diámetro). Un alimento iniciador comercial para trucha rico en proteína, o un alimento para anguila, se mezclan con el andrógeno 17 a etiniltestosterona disuelto en etanol al 95% (grado técnico) para administrarlo a los

alevines. El etanol se evapora secando la mezcla al sol por varias horas y los alevines se alimentan a razón del 12% del peso corporal al día. Los tanques se protegen de la luz solar y la temperatura del agua se mantiene entre 21 y 22.5° C. El tratamiento dura unos 28 a 29 días. El tratamiento de tilapia roja, híbridos, de machos de *T. nilótica* macho y hembras de *T. Aurea* e híbridos F-1 de *T. nilótica* y *T. Aurea* produce poblaciones con 98 a 100% de machos. En estudios se ha demostrado que la concentración de testosterona en el plasma de peces con inversión sexual es de apenas 11.1 ± 4.3 ng/ml, mientras que en machos sexualmente activos de *T. nilótica* y *T. hornorun* esa concentración es de $37,8 \pm 9,1$ ng/ml y $41,7 \pm 4.6$ ng/ml, respectivamente. A partir de esto se concluye que el tratamiento de alevines con andrógenos carece de efecto sobre la concentración de testosterona circulante después de la maduración (Rothbard *et al.*), 1982). La posibilidad de utilizar híbridos inter-específicos como forma de controlar el desove natural surgió cuando Hickling (1960) produjo descendencia completamente masculina mediante el cruzamiento de hembras de *T. mossambica* con machos de *T. hornorum*. Además de producir poblaciones completamente masculinas, el cruzamiento podría ayudar a mejorar la facilidad de captura, el crecimiento, la tolerancia a la temperatura y la coloración del cuerpo. A su vez, esto podría elevar el valor de las tilapias como probable especie para el piscicultivo en gran escala. Desde entonces se han producido varios híbridos con descendencia sólo masculina o predominantemente masculina:

- *T. nilótica* x *T. hornorum* (Pruginin y Kanyike, 1965)
- *T. nilótica* x *T. aurea* (Fishelson, 1962)
- *T. nilótica* x-*T. variabilis* (Pruginin, 1967)



- *T. spilurus niger* x *T. hornorum* (Pruginin, 1967)
- *T. vulcani* x *T. hornorum* (Pruginin, 1967)
- *T. vulcani* x *T. aurea* (Pruginin, 1967)
- *T. nilotica* x *T. macrochir* (Lessent, 1968).

Un híbrido que ha recibido particular atención de los piscicultores desde hace algún tiempo es la llamada tilapia roja, cuyo color es una mezcla de rosa, amarillo y dorado. En el mercado se le prefiere sobre el resto de las tilapias, con coloraciones normales gris plateada o negra. Se sabe que la tilapia roja crece más rápido y tiene mayor razón de conversión del alimento. Puede desarrollarse en ambientes de agua dulce y de agua salobre. El origen de este híbrido no está todavía bien documentado. En Taiwán se obtuvo una descendencia F-2 de color anaranjado rojizo con cualidades superiores cruzando una hembra mutante anaranjada rojiza de *T. mossambica* con un macho de color gris normal de *T. nilótica*. En Filipinas se obtuvo una descendencia anaranjada rojiza o dorada similar mediante el cruzamiento de una hembra híbrida de *T. mossambica* x *T. hornorum* con una variedad de *T. nilótica*. Galman y Avatlion (1983) observaron que la tilapia roja es intermedia en varias características entre *T. Mossambica*, *T. Hornorum*, *T. Nilotica* y *T. Aurea* y especulan que dicho híbrido se originó a partir de todas estas especies. Lovshin (1982), quien estudió la experiencia en la hibridación de tilapia, señala que a pesar del conocimiento de que es posible obtener poblaciones del todo o predominantemente masculinas mediante hibridación, el cultivo comercial de tales híbridos es limitado. Una razón de esto es la dificultad de mantener líneas genéticas puras, necesarias para obtener resultados consistentes en

la hibridación. En la producción comercial se generan proporciones variables de hembras, como resultado de la contaminación de las líneas de reproductores. Como una forma de asegurar la pureza de las poblaciones de reproductores se ha sugerido hacer comparaciones electroforéticas de proteínas sanguíneas y el cruzamiento en acuarios de los reproductores hasta que se obtengan consistentemente descendencias del todo masculinas. Estos procedimientos son factibles en centros de reproducción, pero en la actualidad sólo hay unos cuantos países en los que se dispone de las instalaciones necesarias para la producción y distribución de líneas puras seleccionadas de especies acuiculturales. En investigaciones posteriores realizadas por Majumdar y McAndrew (1983) se demostró que incluso cruzamientos entre líneas puras producen proporciones sexuales variables. En 41 pruebas, sólo un cruzamiento (machos de *T. mossambica* x hembras de *T. macrochir*) produjo 100% de descendencia masculina. Generalmente se utilizan acuarios pequeños, tanques de hormigón y estanques de plástico para la producción de híbridos. Como ya se dijo, la agresión masculina es un problema en las operaciones de desove en espacios reducidos. El canibalismo que realizan los alevines sobre las larvas inmediatamente después de la eclosión es otro problema en acuarios y recipientes similares. Según Lovshin (1982), algunos cruzamientos entre híbridos son difíciles de lograr en ambientes confinados de dimensiones pequeñas. Se ha demostrado que se obtienen buenos resultados en el cruzamiento de tilapias cuando en estanques rústicos se siguen los procedimientos generales para el desove en estanques. Lovshin (1982) describe un sistema inventado en Brasil para la producción de híbridos de *T. hornorum* y *T. nilótica*. En la figura a continuación se ilustran los pasos

recomendados. Los alevines de las dos especies se clasifican por sexo cuando han alcanzado un peso de 20 a 30 g y se colocan por separado en estanques segregados de preparación para reproductores en densidades de 2 o 3 por m². Se alimentan a razón de 5% de su peso corporal al día, y en 2 a 3 meses alcanzan unos 60 a 100 g y maduran sexualmente. En el estanque de desove se introducen machos de *T. hornorum* y hembras de *T. Nilotica* maduros que se caracterizan por tener papilas genéticas hinchadas en la proporción 1:1. La densidad de siembra debe ser de una hembra por cada 7 m³ de superficie del estanque. Los reproductores se alimentan con subproductos agrícolas a la misma razón que los peces inmaduros. Después de alrededor de 2½ meses los estanques de desove se desaguan y los alevines híbridos se recolectan para su cuidado en estanques cría. Los estanques se secan después de desaguarlos y se tratan con venenos para eliminar cualquier alevín que pudiera haberse producido por cruzamiento retrógrado o retrocruzamiento entre los híbridos consistentes en puros machos y hembras de *T. nilótica*. El proceso puede repetirse con reproductores que han producido una cantidad suficiente de alevines híbridos. Según Hepher y Pruginin (1981) las tilapias no producen híbridos con facilidad en acuarios así. En Israel se emplean métodos de propagación artificial para producir híbridos, se seleccionan reproductores maduros, con papilas hinchadas e intensa pigmentación, los huevecillos de una de las hembras de la especie seleccionada se extraen manualmente por presión en un recipiente adecuado y se mezclan durante dos minutos con esperma del macho de la otra especie. Se agregan alrededor de 10 ml de solución salina y se continúa mezclando durante otros dos minutos. Los huevecillos pueden entonces lavarse con agua y transferirse a una incubadora para la eclosión.

ANEXO 3

Anexo 3.1

Tabla 01: Composición de algunos organismos que constituyen el alimento natural consumido por tilapias.

Alimento Natural	Materia Seca (%)	Proteína Bruta (%)	Extracto Etéreo (%)	Energía Bruta (Kcal/Kg)
Fitoplancton	14 a 22	18 a 31	4 a 10	2200 a 3700
Rotíferos	11	64	20	4866
Cladóceros	10	57	19	4800
Copépodos	10	52	26	5445
Chironómídeos	10	59	5	5034

Fuente: Cámara de Acuicultura³¹

La habilidad de filtrar el alimento directamente del agua no satisface las necesidades nutricionales de estos peces, aunque la ingestión del perifiton tiene una importancia significativamente mayor para ellos (Dempster et. al 1993). Esta característica es muy aprovechada en cultivos extensivos de tilapias cuando existen las condiciones apropiadas para el crecimiento y manutención de una comunidad de organismos que servirán para alimentar a los peces.

³¹ Tabla 1 fue modificada por la Cámara de Acuicultura a partir de los estudios de Kubitza realizados en 1999.

Anexo 3.2

Tabla 02: Valores como energía ingerida menos la energía fecal. La tabla 02 relaciona algunos niveles de ED para algunos ingredientes usados en la preparación de balanceado para tilapias.

Ingrediente	ED (kcal/Kg)
Harina de pescado	3.33 a 3.88
Maíz	3.14 a 3.47
Germen de arroz	4.29
Germen de soya	3.45 a 3.50
Sorgo	2.97
Germen de trigo	2.49 a 3.19

Fuente: Cámara de Acuicultura³²

La relación entre energía digestiva y proteínas es muy importante para el monitoreo del impacto de la alimentación sobre el ambiente. El balanceado con una adecuada relación ED/PB permite una tasa de alimentación menor, una reducción de la excreción de amonio, disminución de residuos y sobras y, por consiguiente, una menor carga orgánica liberada al ambiente. Los alimentos con una relación ED/PB equilibrada producen peces con menor grado de gordura visceral, mayor textura muscular, mayor rendimiento muscular, entre otros. La relación ED/PB en

³² Tabla 2 fue modificada por la Cámara de Acuicultura a partir de los estudios de Jauncey realizados en 1998.

balanceados completos para un máximo crecimiento en tilapias debe estar 8 y 9 Kcal/g ó 33,5 a 37,7 Kj/g (Halver 1989).

Las necesidades de energía digestiva varían con la especie, estado de crecimiento, sexo, nivel de actividad, temperatura y otros factores de calidad de agua y ambiente. Los peces cultivados utilizan primeramente la energía de las proteínas y de los lípidos y luego el de los carbohidratos, mientras que los animales terrestres utilizan los carbohidratos y lípidos como principal fuente de energía y las proteínas como fuente secundaria.

Anexo 3.3

Tabla 04: Perfil de los ácidos grasos poli-insaturados (PUFAs) de diferentes tipos de lípidos

Tipo de Lípido	Total de PUFAs	18:2n-6	18:3n-3	18:4n-3	20:4-6	20:5n-3	22:5n-3	22:6-3
Animales Terrestre								
C	3.7	3.1	0.6	-	-	-	-	-
Sebo bovino								
Grasa de aves	20.6	19.5	1.0	-	-	-	-	-
Pescado								
Anchoveta	34.5	1.2	0.8	3.0	0.1	17.0	1.6	8.8

Herring	19.2	1.1	0.6	1.7	0.3	8.4	0.8	4.9
Menhaden	26.6	1.3	0.3	2.8	0.2	11.0	1.9	9.1
Vegetal								
Maíz	58.7	58.0	0.7	-	-	-	-	-
Algodón	51.7	51.5	0.2	-	-	-	-	-
Soya	57.8	51.0	6.8	-	-	-	-	-
Girasol	65.7	65.7	-	-	-	-	-	-

Fuente: Cámara de Acuicultura³³

Anexo 3.4

Tabla 05: Premezcla vitamínica para el enriquecimiento de alimentos procesados para el bagre americano, carpa común y tilapia nilótica cultivados en encierros.

Vitamina	Cantidad / tonelada de alimento
Vitamina A	5.5 millones UI (activo)
Vitamina D3	2.0 millones UI (activo)
Vitamina E	50.000 UI
Vitamina K	10 g
Tiamina (Vit. B1)	20 g
Riboflavina (Vit. B2)	20 g

³³ Tabla 4 fue modificada por la Cámara de Acuicultura a partir de los estudios del NRC realizados en 1993.

Piridoxina (Vit. B6)	10 g
Niacina (ácido Nicotínico)	100 g
Ácido pantoténico	50 g
Cloreto de colina (70%)	550 g
Ácido fólico	5 g
Vitamina B12	1 g
Biotina	1 g
Inositol	100 g

Fuente: Cámara de Acuicultura

El ácido ascórbico (vitamina C) es generalmente la primera vitamina limitante en un cultivo de tilapias ya que la mayoría de los ingredientes de la dieta no contienen esa vitamina, pues presenta un alto índice de solubilidad en el agua e inestabilidad durante el procesamiento y almacenamiento de su dieta. Esta vitamina es un nutriente crítico debido a su función en el sistema inmunológico y debido a muchas otras funciones fisiológicas, como agente reductor del metabolismo. En los balanceados para la acuicultura es de extrema importancia que la vitamina C sea fosforilada y generalmente sea colocada en la mezcla por separado, de modo que se minimizan las pérdidas de solubilidad durante el procesamiento. Los niveles recomendados de inclusión varían de 150 a 500 mg/Kg, dependiendo del sistema de cultivo en la que la dieta será utilizada. La tabla 06 resume los síntomas de la deficiencia vitamínica en la especies de bagre americano, carpa común y tilapia.



Anexo 3.6

Tabla 08: Ingredientes usados en la fabricación de dietas para tilapia, nivel máximo de inclusión y sus principales restricciones.

Ingredientes (Origen animal)	% Máx.	Restricciones
Harina de pescado	-	Índice de peróxido, nivel de sal (NaCl) e histaminas, costos
Harina de carne y huesos*	20%	Digestibilidad, nivel de calcio, grasa saturada e índice de peróxido, BSE
Harina de sangre	5%	Digestibilidad, BSE, nivel de hierro
Residuos de mataderos	20%	Índice de peróxido, rancidez, contaminación, nivel de grasa saturada
Harina de plumas hidrolisadas	10%	Deficiencia de aminoácidos esenciales
Harina de camarón	20%	Nivel de quitina, disponibilidad, rancidez, costos
Aceite de pescado	5%	Costos, disponibilidad, rancidez
11 De origen vegetal		
Germen de soya	35%	Perfil de aminoácidos, factores antinutricionales
Germen de algodón	25%	Nivel de gossipol, deficiencia de lisina
Maíz	20%	Deficiencia de lisina
Gluten de maíz	20%	Costos
Germen de cáscara de arroz	25%	Nivel de fibra bruta
Germen de trigo	25%	Nivel de fibra bruta, digestibilidad

Fuente: Cámara de Acuicultura

K	anemia
----------	---------------

Fuente: Schmittou, 1997

Las cantidades recomendadas de minerales por Schmittou (1997) para la formulación de dietas utilizadas en tanques se presentan en la tabla 07.

Anexo 3.5

Tabla 07: Sugerencia de premezcla mineral para dietas elaboradas para tilapia cultivados en tanques-red^a.

Mineral	Cantidad / tonelada de dieta
Sulfato de cobre (CuSO ₄)	20 g
Sulfato de ferro (FeSO ₄)	200 g
Carbonato de magnesio (MgCO ₃)	50 g
Carbonato de manganeso (MnCO ₃)	50 g
Iodato de potasio (KI)	10 g
Sulfato de zinc (ZnSO ₄)	60 g
Cloruro de sodio (NaCl)	5 g
Carbonato de cobalto (CoCO ₃)	1 g
Selenito de sodio (Na ₂ SeO ₃)	2 g
Ethoxyquin (antioxidante)	125 g

^a Fósforo no ha sido incluido en la premezcla para peces por ser adicionado en forma separada como ingrediente de la dieta, de preferencia en la forma de fosfato de calcio (Ca(H₂PO₄)₂) a 10 Kg/ton.

Fuente: Cámara de Acuicultura



Piridoxina (B6)	Movimientos erráticos, desorden nervioso, convulsiones, espasmos musculares cuando se estresa; desequilibrio, tetania; letargia; respiración acelerada; deformación de los opérculos, coloración negra iridiscente.
Riboflavina (B2)	Catarata (ojos opacos); sensibilidad a la luz, cuerpo corto y truncado; anemia; hemorragias en las aletas y piel; coloración oscura; falta de apetito.
Tiamina (B1)	Desequilibrio; letargia; falta de apetito; hemorragia subcutánea; hipersensibilidad (desorden nervioso); convulsiones; hemorragia en las aletas
Vitam A	Exphtalmia (ojos saltones); ojos hemorrágicos; dislocamiento del lente de los ojos; otros problemas de la visión; color clara de la piel; opérculo retorcido; hemorragia en las aletas, los riñones y en la piel; fluido abdominal; exceso de fluido en los tejidos.
VitamB12	Anemia y pérdida del apetito
Vitam D	Huesos con deficiencias de minerales, calcio y fósforo.
Vitam E	Falta de coloración sexual (tilapia); decoloración de la piel, reducción de la actividad reproductiva; distrofia muscular; ojos saltones; degeneración de los riñones y páncreas; ceroides en las vísceras y en los riñones; hígado con acúmulo de grasa; acúmulo de fluidos sobre la piel y el abdomen.
Vitamina	Hemorragias en la piel; reducción en la coagulación de la sangre;

VITAMINA	PRINCIPALES SINTOMAS DE DEFICIENCIA
Ácido ascórbico	Coloración clara u oscurecimiento de la piel, deformidad en la espina dorsal, deformación del cartílago sustentador de los ojos, branquias y aletas, otras deformidades del esqueleto, aumento de la susceptibilidad a las enfermedades (principalmente bacterias), lenta cicatrización de las heridas, hemorragias de la piel, hígado, riñones, intestino y músculos.
Ácido fólico	Pérdida de peso, letargia, anemia, coloración oscura, deficiencia inmunológica, aleta caudal debilitada.
Ácido pantoténico	Lámelas y filamentos branquiales fundidos o aglomerados; membranas branquiales, mandíbula inferior, aletas y bigotes heridos; piel flácida; ojos saltados; anemia; tejido corporal flácido.
Biotina	Coloración clara de la piel, aumento de la mucosa externa, degeneración de las lamelas branquiales, anemia, hinchazón y palidez del hígado, lesiones del colón, desorden nervioso (sensibilidad en las zonas de movimiento), pérdida del apetito.
Colina	Hígado hinchado con acumulación de grasa, región de los riñones y el intestino con hemorragia, insuficiencia en la conversión alimenticia.
Inositol	Anemia, lenta evacuación del tracto digestivo, estómago distendido, aletas erosionadas.
Niacina	Sensibilidad a la luz, tetania (inducido por estrés), coordinación reducida, letargia, lesiones, hemorragia en aletas y piel, deformaciones en la mandíbula, ojos saltados, anemia, pérdida del apetito.