

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ciencias Agroalimentarias

Escuela de Zootecnia

Proyecto de Graduación

Propuesta teórica para el desarrollo de un sistema
productivo de tilapia orgánica

Evelyn Zúñiga Meléndez

Informe de proyecto para optar por el grado de
Licenciada en Ingeniería Agronómica con énfasis en
Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Julio 2008

Propuesta teórica para el desarrollo de un sistema productivo de tilapia orgánica

Informe de proyecto para optar por el grado de Licenciada en Ingeniería Agronómica
con énfasis en Zootecnia

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Augusto Rojas B.; M.Sc.

Director del Proyecto

Ing. Agr. Fabian Vargas R.

Miembro Tribunal

Ing. Agr. Ruth Vargas C.; M.A.E

Miembro del Tribunal

Biólogo Lic. Álvaro Otárola F

Miembro del Tribunal

Ing. Agr. Rodolfo WingChing J.; M.Sc.

Miembro tribunal

Evelyn Zúñiga Meléndez

Sustentante

DEDICATORIA

A Dios por darme el privilegio de estudiar y la oportunidad de concluir con este proyecto, a mi familia por estar junto a mí en este caminar especialmente, a mis papas por darme el regalo de la vida y a mi hermana Norma por su apoyo permanente e incondicional en toda mi formación universitaria.

Gracias a todos.

AGRADECIMIENTO

A don Augusto Rojas por su tolerancia y comprensión en la elaboración de este trabajo, gracias por todos los consejos valiosos que me regalo.

A don Álvaro Otàrola por su dedicación y compromiso con este trabajo, por su colaboración desinteresada y siempre oportuna, por todas sus recomendaciones que fueron esenciales para la conclusión de este proyecto.

A doña Ruth por el tiempo que dedico en orientarme y esclarecer mis dudas, gracias por entenderme y creer en mi, especialmente por alimentar mi espíritu y levantarme él animo aun sin saberlo.

A mi profesor y siempre amigo Rodolfo WingChing por todo su apoyo y colaboración en estos años de estudio, gracias por sacarme de apuros.

A todo el cuerpo docente de la Escuela de Zootecnia que me regalo conocimiento y contribuyo en la formación del profesional que soy ahora.

A todos mis compañeros Karla, Anthony, David, Luis, Roberto, Oswaldo, Emiliano, Josué, Alejandro, Jhonny, Javier y Jeremy, por todos los buenos momentos compartidos en estos años de estudio. A mis dos buenas y solidarias compañeras Ivannia y Andrea gracias.

A Águeda Serrano por ser un verdadero soporte en tiempos de prueba, por su colaboración incondicional y más que nada por regalarme su tiempo para escucharme. Gracias de verdad

Gracias a Todos

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
Generales.....	3
Específicos.....	3
ANTECEDENTES.....	4
La Acuicultura en el mundo.....	4
Producción Acuícola Orgánica.....	6
Características del Mercado Norteamericano.....	9
Desarrollo Acuícola Costarricense.....	11
Caracterización de la tilapia.....	18
Clasificación Taxonómica de la Tilapia.....	20
Biología de la Especie.....	21
METODOLOGÍA.....	25
CAPÍTULO 1.....	27
Producción acuícola bajo normativa orgánica.....	28
Principios generales de la administración y explotación.....	28
Proceso de transición según la IFOAM.....	34
Conversión a la acuicultura orgánica según IFOAM.....	34
CAPÍTULO 2.....	37
Aspectos Generales a considerar.....	38
Elección del sitio para la acuicultura.....	38
El terreno.....	38
Agua.....	39
Temperatura.....	39
Parámetros Químicos.....	39

Oxígeno disponible.....	39
Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto	40
Potencial de hidrógeno o pH.....	41
Compuestos nitrogenados.....	41
Preparación de Estanques.....	45
Alimentación.....	46
Manejo sanitario /control de enfermedades.....	47
Manejo del cultivo.....	49
CAPITULO 3.....	51
Diseño del Sistema productivo	52
Preparación de los Estanques.....	56
Actividades Diarias	56
Cálculo de pérdidas por filtración.....	58
Cálculo de pérdidas por evaporación.....	59
Manejo Reproductivo	59
Características generales de los Reproductores seleccionados	62
Manejo de reproductores.....	63
Producción de Alevines	64
Fertilización Orgánica.....	70
Fertilizantes orgánicos: abonos animales	70
Abono animal como fertilizante orgánico.....	71
Propuesta de Fertilización para el sistema orgánico.....	73
Manejo Nutricional.....	76
Alimento Vivo	76
Estrategias de Alimentación.....	77
Viabilidad Ambiental	82
CAPÍTULO 4.....	85
Indicadores financieros	86
DISCUSION	108
CONCLUSIONES.....	112
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS.....	120

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Número de proyectos acuícolas según especie Costa Rica 2006	13
2 Producción según especie en Costa Rica 2000 - 2006	14
3 Hectáreas en producción según especie cultiva en Costa Rica 2003 - 2006	15
4 Distribución de producción, espejo de agua y número de proyectos Según la provincia Costa Rica 2006	17
5 Efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre los peces México 2002	40
6 Reacción de ionización del amonio.	42
7 Factores causantes de afecciones en el cultivo de la tilapia	48
8 Requerimientos de fertilización para un sistema productivo de tilapia	57
9 Perdidas por filtración en milímetros/día para diferentes tipos de suelo	58
10 Cruces para la obtención de híbridos machos tilapia	61
11 Mortalidad estimada y número de alevines necesarios por fase para la obtención 10000 peces/ha o 5000 kg/ha para el sistema orgánico de 1 pez/m ³	65
12 Plantas medicinales evaluadas contra patógenos de organismos acuáticos	68
13 Efectividad de los extractos ensayados sobre ectoprotzoos parásitos	69
14 Requerimiento de abono para fertilización orgánica	74
15 Requerimiento de animales y excretas en gramos/ha/día estanques producción	74
16 Requerimiento de animales y excretas en gramos/ha/día estanques reproducción, alevines y <i>Lemna sp</i>	75
17 Recomendación fertilización orgánica	75
18 Rendimientos en países Centroamérica en modelos extensivos con fertilización orgánica	78
19 Costo estimado de la construcción de quince estanques para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	90

Cuadro		Página
20	Resumen de inversiones para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	92
21	Estimación de ventas para un sistema productivo de tilapia orgánico Costa Rica 2008	93
22	Costos variables esperados para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	94
23	Costos fijos esperados para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	95
24	Cálculo depreciación para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	95
25	Proyección del flujo de efectivo para un sistema productivo de tilapia Orgánica Costa Rica 2008	96
26	Estado de ganancias y pérdidas para un sistema productivo de tilapia orgánica proyectada a 5 años Costa Rica 2008	98
27	Análisis punto de equilibrio a cinco años para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	99
28	Variaciones en el TIR -VAN - C/B para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	100
29	Estimación de ventas para un sistema de tilapia orgánica con sobreprecio Costa Rica 2008	103
30	Proyección del flujo de efectivo para un sistema productivo de tilapia orgánica con sobreprecio Costa Rica 2008	104
31	Estado de ganancias y pérdidas para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	105
32	Análisis del punto de equilibrio para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008	106

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución porcentual de productores según especie en Costa Rica 2002-2006	14
2	Hectáreas en producción según especie cultiva en Costa Rica: 2002-2006	16
3	Diseño del sistema orgánico	55
4	Efecto de la variación en el sobreprecio sobre Valor Actual Neto	101
5	Efecto de la variación en el sobreprecio sobre Tasa interna de retorno	102

RESUMEN

La conversión de un sistema acuícola tradicional a uno orgánico implica una serie de procesos que deben ajustarse gradualmente, exige un cambio en el manejo general del sistema.

Para el desarrollo de esta propuesta se partió de varios supuestos, uno se considera que la finca en cuestión presenta todas las condiciones agroecológicas necesarias para el establecimiento de estanques de tilapia, dos, que además está bajo un sistema integrado de manejo por lo tanto cuenta con los animales necesarios para proporcionar el abono orgánico requerido, tres, que la finca está libre de deudas por lo tanto el productor puede asumir sin necesidad de créditos bancarios el costo de la inversión inicial del establecimiento del sistema.

El objetivo fundamental de este proyecto es diseñar un sistema productivo orgánico considerando todos los componentes para su desarrollo y que estas alternativas a su vez estén en concordancia con la normativa orgánica vigente, con el propósito de entrar eventualmente en un contrato de certificación.

Contemplando esta línea de trabajo, se determinó que es necesario producir los alevines en la misma finca ya que no puede usarse la reversión sexual, para ello se utilizó la técnica de hibridación interespecífica que permite obtener progenies 100% machos, utilizando como reproductores machos *Oreochromis aureus* y hembras *Oreochromis niloticus*.

La fertilización será orgánica aplicando a los estanques excretas de pollos, cerdos y bovinos, las aplicaciones serán diarias y se realizará un monitoreo permanente para medir los parámetros físico-químicos del agua y determinar su calidad y la necesidad de incrementar o reducir la dosis de fertilizante. Se estimó un requerimiento diario de 214,5 Kg de excretas para fertilizar todos los estanques del sistema, para ello se requieren 25 vacas, 139 cerdos y 15203 pollos.

El manejo sanitario se realizará utilizando extractos de plantas naturales, sal común y monitoreando constantemente a los peces.

En cuanto a la alimentación suplementaria se utilizarán dos fuentes importantes de proteína Lombriz roja (*Eisinoea foetida*) y *Lemna sp*; esta macrofita, además de suplemento se incorpora con el objetivo de reducir la contaminación del agua de desecho de los estanques de cría. Se requiere de 34,0 kg/ día, por lo tanto se cosecharán 850 m² diariamente, estimándose una producción de 40 gramos/m²/día.

Para efecto del análisis financiero se determinaron dos escenarios: uno con ¢3600 kg/tilapia orgánica, con un costo de oportunidad del 15%, los indicadores financieros fueron TIR 26% un VAN de 5.809.944 y una Relación costo /beneficio 1.72.

En el escenario donde el precio de venta fue de 1200 colones/kg el TIR fue negativo, VNA igual (-32.053.870), relación costo/ beneficio 0,57 con este precio de venta el sistema no es rentable, por lo que su implementación no es viable.

En cuanto al análisis de sensibilidad se planteó un incremento en el sobreprecio de un 20% hasta llegar a un 200% al analizar el efecto que esta variación produjo en el TIR y el VAN se concluye que es necesario un sobreprecio superior al 160% para obtener rentabilidad, porque con un precio inferior a 3250 colones se tiene un flujo de efectivo negativo y el sistema deja pérdidas.

Por consiguiente aun cuando el sistema tiene muchas bondades y ofrece un beneficio real al productor, al ambiente y a los animales del cultivo, es necesario estimar un precio competitivo para la comercialización de este producto para garantizar la factibilidad de su implementación.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe una preocupación generalizada ya que la disminución de alimento y el acceso al mismo es cada vez mas limitada, contar con una buena alimentación casi se ha vuelto un privilegio de pocos en algunas regiones del planeta, sobre todo en aquellas donde las condiciones de los sistemas productivos han colapsado por efecto del cambio climático, deterioro de los suelos y el incremento en los precios de los insumos de producción.

Aunado a esto los sistemas convencionales de producción han generado un fuerte impacto sobre los recursos naturales y a la vez han desencadenado problemas como: contaminación del recurso hídrico, sobreexplotación, mecanismos de resistencia, aparición de enfermedades.

A menudo se admite que el desarrollo de la acuicultura es una respuesta racional ante el aumento de las demandas de los consumidores por productos del mar, siendo una forma de disminuir la presión de la pesca sobre las reservas naturales. Existe la necesidad de buscar alternativas, para la provisión de alimentos, que no solo garantice la inocuidad de los productos sino también la seguridad socio económica y ambiental.

Este es el objetivo fundamental de esta propuesta; la acuicultura orgánica plantea un modelo productivo integrado, representa por lo tanto una forma organizada y diversificada de producir ya que permite mejorar la utilización de la tierra y el agua, optimizar la mano de obra y el uso del equipo y tiene la enorme ventaja de reciclar materia prima que en otro sistema seria desecho, contribuyendo así a reducir los gastos de operación y a la vez mitigando la presión que existe sobre los ecosistemas naturales.

La conversión de un sistema convencional implica un reto; para que se de eficientemente se requiere un conocimiento conciso de las alternativas a implementar,

nos enfrentamos ante la inminente necesidad de proveer de alimento a los animales, fertilizar, reproducir y generar ganancias sin hacer uso de los insumos convencionales.

Con este trabajo se pretende determinar cuáles son los puntos críticos, en la transición hacia un sistema orgánico, conociendo de antemano que existen limitaciones a nivel nacional en cuanto: falta de materias primas para la suplementación, así como la inexistencia de medicina alternativa en el manejo sanitario y reproductivo.

Pese a esto hay opciones para resolver estas necesidades; así, uno de los objetivos de este trabajo es determinar que tan factibles son desde el punto de vista económico estas alternativas; en síntesis definir la rentabilidad que un sistema de esta naturaleza bajo las condiciones propuesta tiene; es fundamental para que un productor pueda decidir involucrarse o no en un modelo productivo orgánico.

OBJETIVOS

Generales

Proponer un sistema productivo de tilapia orgánico bajo la normativa orgánica vigente en el mercado internacional.

Analizar la factibilidad que tiene un módulo productivo de esta naturaleza, a partir de la relación costo/beneficio.

Específicos

1. Investigar sobre las normas internacionales vigentes que regulan la actividad acuícola orgánica.

2. Proponer un protocolo de manejo de parámetros físico químicos del agua considerando:

a) Fertilización:

- i. A la siembra
- ii. Mantenimiento

b) Manejo del Bloom

- i. pH
- ii. Oxígeno
- iii. Sólidos
- iv. Concentración algas y tipos

3. Proponer un protocolo de manejo de los animales en cuanto a:

- v. Salud
- vi. Alimentación
- vii. Reproductores, sexado.
- viii. Manejo

4. Determinar la estructura de costos y la rentabilidad del sistema teórico propuesto.

5. Realizar el análisis de sensibilidad considerando variaciones en el precio de venta

6. Proponer el diseño del modelo para la producción de tilapia orgánica.

ANTECEDENTES

La Acuicultura en el mundo

Después del arroz, los productos forestales, la leche y el trigo, los peces son el quinto producto agrícola más importante y el mayor recurso de proteína animal que consumen más de mil millones de personas en todo el mundo. No en vano la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO 2003), asegura que *la pesca y la acuicultura son decisivas para la Seguridad Alimentaria y para combatir la pobreza*, sobre todo teniendo en cuenta que más de 852 millones de personas en el mundo no disponen de una alimentación suficiente.

La contribución de la acuicultura al suministro mundial de pescado aumentó de 5,3% en 1970 al 32,2% en 2000. Predomina también sobre otros sectores productores de alimento de origen animal, al aumentar en forma regular en un 8,9% desde 1970, en comparación con el 1,4% de la pesca por captura y 2,8% en la producción de carne en explotaciones en tierra (FAO 2003).

La producción acuícola mundial de más de 200 diferentes especies en el año 2000, fue de 45,71 millones de Tm¹ con un valor de US \$ 56,470 millones, el sector más importante fue la acuicultura continental, para el año 2002 el número de especies animales y vegetales cultivadas ascendió a 220 a diferencia de los sistemas agropecuarios terrestres en los cuales la mayor parte de la producción mundial se obtiene de un número limitado de especies animales y plantas (FAO 2004).

El continente Asiático continúa dominando la producción acuícola mundial con crecimientos cercanos a 2,6 millones de Tm por año, de los 14 países considerados líderes en la acuicultura, 9 son asiáticos, en su orden: China, India, Japón, Indonesia, Tailandia, Bangladesh, Corea del Sur, Filipinas y taiwán. El 26.4% de los pescados y mariscos que son consumidos en todo el mundo provienen de la acuicultura, pero en

iv _____
¹ Toneladas métricas

pocos años esta cantidad equivaldrá al 50%. El 90% de la producción acuícola proviene de países en desarrollo y países de bajos ingresos con déficit de alimentos. De este gran total solo el 13% proviene de la acuicultura industrial, el resto proviene de explotaciones domésticas (FAO 2004).

La acuicultura como actividad representan un aporte significativo a la sociedad y a las economías de los países, contribuyendo a la reducción de la pobreza y la inseguridad alimentaria; ingresos, oportunidades de empleo, crecimiento económico y generación de divisas. El consumo per capita mundial pasó de 0,5 en 1970 a 1,8 kg en el 2000, con excepción de China que en el mismo periodo pasó de 1 Kg a 19 kg (FAO 2003).

En cuanto a la producción mundial de Tilapia por países, en 1998 China (525,926 Tm) fue el más grande productor, equivalente a más del 50% de la producción mundial, seguida de Tailandia (102,120 Tm), Filipinas (72.022 Tm), Indonesia (70,030 Tm), Egipto 52,755 TM), Taiwán (36,126 Tm), Brasil (18.250 Tm), Colombia (15,240 Tm), Malasia (12,625 Tm) y Estados Unidos (8,961 Tm). Otros países que incrementaron notablemente su producción fueron Israel, Cuba, México, Costa Rica, Honduras, Ecuador y Nigeria (Castillo 2001).

La producción de tilapia en América en el año 2000 fue de 260,462 Tm, presentando un enorme crecimiento en los últimos años, los mayores productores fueron: México (102,000 Tm), Brasil (45,000 Tm), Cuba (39,000 Tm), Colombia (23,000 Tm), Ecuador (15,000 Tm), Costa Rica (10,000 Tm), USA (9,072 Tm), Honduras (5,000 Tm) y el resto (12,420 Tm), se calcula que para el año 2010 la producción ascienda 500,000 Tm y se duplique en el año 2020 (Fitzsimmons 2001).

De los 5 países más poblados del mundo, 3 se encuentran entre los mayores productores y consumidores de Tilapia en el mundo: China, Indonesia y Brasil.

Desde hace algunos años, en Estados Unidos de América las tilapias son el tercer producto acuático (SEAFOOD) más importante después del camarón marino y el

salmón del Atlántico, y desde 1998 ha sido considerado el pez del año, tanto que se creó en 1990 la Asociación Americana de Tilapia (ATA) y el Instituto de Mercadeo de Tilapia (TMI) en 1998; fueron conformados con la finalidad de organizar a los productores y comercializadores, y realizar campañas genéricas para incrementar el número de consumidores de tilapia en sus diferentes presentaciones.

En el año 2001 el consumo total de tilapia importada en Estados Unidos fue de aproximadamente 56337.5 Tm, comparado con las 90909 Tm de bagre de canal (Catfish) y 113636 Tm de salmón consumidas en el 2000.

Producción Acuícola Orgánica

La acuicultura orgánica es una ramificación de la agricultura orgánica, la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), la define como el *“proceso productivo que promueve una producción de alimentos que tiene solidez desde el punto de vista ambiental, social y económico, que reduce de manera notoria los insumos externos, absteniéndose de usar fertilizantes y fármacos químicos sintéticos, permitiendo que la naturaleza en sí misma potencie los rendimientos y la resistencia natural a la enfermedad”*

A pesar de su tardío comienzo y de su pequeño tamaño, en la actualidad, el sector correspondiente a la acuicultura orgánica cuenta con más de 20 organismos de certificación privados y no privados (Bergleider 2001). Ver Cuadro 1 (anexos).

El retraso en su desarrollo se debió no sólo a la ausencia de normas y criterios de acreditación aceptados universalmente en la producción de acuicultura orgánica, sino también a que los organismos de certificación se encuentran casi totalmente restringidos hasta hace muy poco tiempo a muy pocas organizaciones dentro de los continentes como: (Europa, América del Norte y Oceanía). Cabe destacar que al día de hoy no existe en realidad una verdadera normativa reconocida internacionalmente para la producción de tilapia orgánica (IFOAM 2000).

Para poner coto a esta situación un buen número de organizaciones públicas y privadas como: (Unión Europea, FAO, Ecocert, Global Aquaculture Alliance, Marine Stewardship Council, Federación Internacional de los Movimientos de la Agricultura Orgánica (IFOAM), Programa Orgánico Nacional del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA/NOP), han lanzado iniciativas para promocionar una acuicultura ambientalista (IFOAM 2002).

Aunque no existen datos estadísticos oficiales disponibles respecto a la producción global de los productos certificados de acuicultura, se estima que en el año 2000 la producción total fue de aproximadamente 5.000 toneladas métricas (Tm), provenientes en su gran mayoría de los países europeos (Bergleider 2001).

De acuerdo con Bergleider (2001) el volumen total de los productos de la acuicultura orgánica que se comercializaron en Europa en el año 2000 fue entre 4.400 y 4.700 toneladas que estuvieron conformadas por:

- 4.000 toneladas de salmón: producido por granjas irlandesas y escocesas para vender en Austria, Bélgica, Francia, Alemania, Irlanda, Luxemburgo, los Países Bajos, Suiza y el Reino Unido
- 100-200 toneladas de truchas: producidas en granjas escocesas y alemanas para vender en los mercados locales
- 200-400 toneladas de carpa y de especies de agua dulce tales como la tenca producida en granjas austriacas y alemanas para vender principalmente en los mercados locales
- 100 toneladas de mejillones: producidos en una granja irlandesa para vender en Alemania

En la vigésima primera sesión de la Comisión Asesora Europea sobre Pesca Continental (CAEPC) que tuvo lugar en Budapest en el año 2000, se decidió formar un Grupo de

trabajo para plantear los lineamientos necesarios para desarrollar la acuicultura orgánica, y se centraron en los siguientes aspectos: (IFOAM/FAO/UNCTAD 2002)

- compilar material sobre el estado y el desarrollo de la piscicultura orgánica
- revisar y debatir los aspectos técnicos de la producción orgánica de peces
- considerar las condiciones de mercado relacionadas con la piscicultura orgánica
- definir las necesidades de investigación.

En febrero del 2002, tuvo lugar un taller en Nuremberg Alemania, donde se destacaron una serie de temas importantes a los que la explotación piscícola orgánica debe enfrentarse en la actualidad, entre ellos se mencionan:

- Aspectos nutricionales: Nivel aceptable de residuos en los alimentos para peces, el reemplazo de harina y de aceite de pescado por fuentes de proteínas alternativas procedentes de sistemas productivos orgánicos
- Alternativas para el manejo de la sanidad de los animales
- Utilización de antioxidantes naturales, flujo de nutrientes y temas ambientales asociados.
- Instalaciones: materiales de construcción permitidos, densidades de repoblación, el rol de la oxigenación y aspectos de la calidad del agua.
- Temas poscosecha: incluyen la matanza, el manipuleo, el transporte y el procesamiento.

A pesar de los obstáculos, los alimentos orgánicos siguen ganando popularidad en el mundo actual. Existe ya un mercado para el pescado orgánico en Estados Unidos, Europa y Japón, mientras que cada vez más países se están involucrando en este tipo de producción. Por lo tanto la acuicultura orgánica representa una valiosa oportunidad para los países en desarrollo, al propiciar una actividad que reduce significativamente los costos de producción y genera beneficio económico (FAO 1999).

Características del Mercado Norteamericano

En los últimos años la tilapia se ha posicionado no solo como producto, sino como industria en Norteamérica. Sin lugar a dudas, hoy en día este pez se ha convertido en uno de los más populares y prueba de ello es la acelerada tasa de importación observada en los últimos años. En el año 2001 la tilapia figura entre los 11 productos del Seafood más consumidos en Estados Unidos, en el 2002 el consumo per cápita era de 7.1 kg, en el 2003 fue de 7.4 kg y en el 2004 fue de 7.5 kg, se espera que para el 2005 el consumo sea de 182 millones de kilos (Castillo 2006).

La tilapia es popular entre consumidores que gustan de un pez de carne blanca y sabor relativamente neutral, por lo que posee un enorme potencial comparado con otras especies más grasosas por ejemplo el bagre² (Seafood 2006).

Las estadísticas del Departamento de Comercio de Estados Unidos indican que desde el segundo semestre del año 1992, hasta finales del 2000, las importaciones pasaron de 3.400 Tm a 40.500 Tm. Paralelamente en el mismo período, la producción local incrementó de 2,300 Tm a casi 8,700 Tm. Lo anterior equivale a decir que el mercado norteamericano pasó de consumir 5,700 Tm en 1992, a 49,200 Tm en el año 2000, lo que representa un aumento en el consumo de más de 800% en los últimos 8 años. El crecimiento acelerado en ésta tasa de consumo, es perfectamente atribuible a la disponibilidad del producto en los mercados, en sus diversas presentaciones (viva, fresca, congelada, entera, y en filetes) (Castillo 2003).

La tilapia viva es un producto vendido en Estados Unidos, principalmente a puerta de finca o a través de mercados de grupos étnicos en Los Ángeles, San Diego, San Francisco, Houston, New Orleans, New York y quizás el más importante de todos en Canadá a través de la ciudad de Toronto³ (Red de cámaras de comercio 2007).

ix _____

² <http://www.seafood.com>

³ <http://www.g77tin.org/g77lac.html>

El segmento de la tilapia entera congelada es quizás uno de los más importantes, ya que el 50% de las importaciones hacia los Estados Unidos procedentes de Asia principalmente; pertenecen a ésta categoría. Cabe destacar, sin embargo, que la calidad es muy variable, por lo que los precios fluctúan a través de los años.

El segmento de los filetes frescos esta liderado por los países latinoamericanos (Ecuador, Costa Rica, Honduras y Jamaica), este sector es el que ha experimentado la mayor tasa de crecimiento en los últimos años. El filete fresco siempre se ubica en un promedio de precio \$6.14/kg. Sin embargo, es necesario considerar, que el filete fresco es altamente perecedero, lo cual aumenta el riesgo de la operación a la hora de comercializarlo, por lo tanto los países exportadores tendrán que buscar las mejores alternativas para garantizar la calidad del producto (Castillo 2006).

Por ello, las empresas que se dedican al cultivo de esta especie, deben permanentemente monitorear las exigencias del consumidor, a través de las empresas que compran sus productos y dirigir todos sus esfuerzos de producción en ese sentido, para lograr mayores niveles de eficiencia.

En el Cuadro 2 (anexos) se detalla como a través de los años la exportación de filete fresco se ha incrementado exponencialmente para Costa Rica, iniciando en 1992 con 140.429 kg hasta llegar a 1,059,951 kg en el 2003. Acumulando un gran total de 19,472,998 kg de tilapia (Castillo 2003).

Así mismo se muestra en el Cuadro 3 (anexos) como los ingresos obtenidos por concepto de exportación de tilapia para Costa Rica en los últimos 10 años, se han incrementado lográndose para el 2003 un ingreso de US \$ 5.973.295 y un gran total de \$ 100.862.930, lo que indica que la producción nacional sigue creciendo.

Todo lo antes señalado se destaca con el objetivo de mostrar que Estados Unidos sigue siendo el comprador de la tilapia nacional por excelencia, es definitivamente el mercado meta para la exportación de tilapia orgánica.

Actualmente Estados Unidos esta importando tilapia orgánica de Honduras; según informes del gerente de la empresa privada Aquafinca Saint Peter Fish, Andrés Piedrahita, es el primer intento de su naturaleza en América Latina y pretenden exportar 11 mil kilogramos mensuales de filete de tilapia orgánica a partir de agosto del 2006⁴ (Diario Tierraamérica 2006).

Desarrollo Acuícola Costarricense

La Acuicultura costarricense inicia en el año 1963 con la introducción al país de *Oreochromis mossambicus* y *Sarotherodon melanopleura* traídos desde El Salvador por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

En 1965 y 1966 el Comité de Diversificación Agrícola de Turrialba y el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas realizan un esfuerzo por organizar la actividad y vuelven a importar especies El Salvador, se continua brindando asesoría a los pequeños productores y es en 1974 cuando se consolida esta actividad con la creación del Departamento de Acuicultura dentro de la Dirección General de Recursos Pesqueros y de Vida Silvestre del MAG.

Por medio de la Misión Técnica Agrícola de la Republica China (Taiwán) se importaron nuevas especies de tilapia incluyendo *Oreochromis hornorum*, *Oreochromis niloticus* y *O. aureus*, tilapia roja y tilapia dorada de Taiwán, México, Panamá y Cuba (Durán 1995).

En 1977 se construye la estación Acuícola Enrique Jiménez Núñez en Guanacaste, en ese mismo año se inicia la construcción de dos estaciones mediante un convenio con la Asociación Bananera Nacional (CORBANA), éstas se ubicaron en Limón, se origina una amplia investigación en la producción de distintas líneas híbridas.

xi _____
⁴ Diario Tierramérica Honduras 2006

En 1979 se construye la Estación de Diamantes en Limón, se implementaron aquí sistemas intensivos de cultivo de tilapia, mejoramiento genético y producción de tilapia roja. En 1979 JAPDEVA inicia un proyecto productivo en jaulas flotantes y en 1981 se construye la Estación de Cuestillas en San Carlos donde se producen alevines para los productores de la Asociación cantonal.

En 1987 con la ayuda técnica y económica de Cooperación Técnica Alemana (GTZ) se crea un proyecto de cultivo de Tilapia en jaulas en el embalse del Arenal y en 1990 el Departamento de Acuicultura en un convenio con el Centro de Investigación de Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) establecen un programa de asesoría para futuros acuicultores, transfiriendo la tecnología de jaulas flotantes.

En 1994 se crea el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), por medio de la Ley 7384 de la Asamblea Legislativa de Costa Rica, encargándose esta dependencia de la competencia directa de coordinar el sector acuícola tanto en el aspecto de investigación y conservación, como incentivando el uso sostenible de los recursos y organizando a los productores nacionales (Durán 1995).

Según el informe de INCOPECA (Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura), y de acuerdo con lo expresado por el Lic. Álvaro Otálora⁵ el desarrollo de la acuicultura en Costa Rica se orientó inicialmente hacia tecnologías sencillas en áreas rurales, se pensó en producir para generar una proteína animal de bajo costo que supiera las necesidades proteicas del consumidor en áreas rurales, hoy en día esta explotación se a convertido en un sistema rentable de producción.

En el país actualmente existen dos corrientes productivas: el sistema industrial con empresas de capital extranjero y nacional, que tiene como mercado meta los Estados Unidos y parte del mercado nacional y la fracción que está integrada por pequeños y medianos productores que tienen más impacto en el mercado interno, siendo los

canales de comercialización (venta en finca, ferias, venta de producto entero en restaurantes entre otros). Para el año 2003, se produjeron 14679 toneladas, destinadas al mercado tanto interno como internacional (INCOPECA 2003).

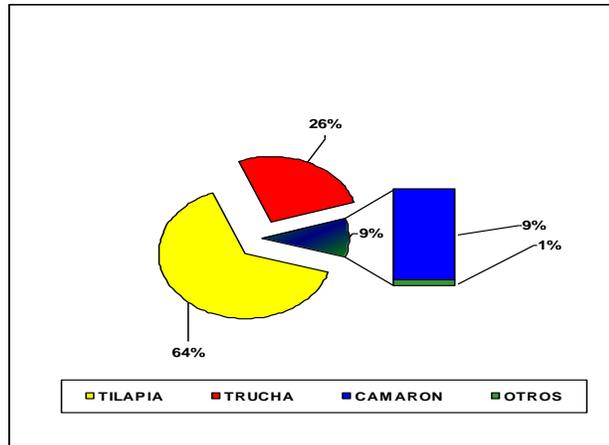
El número de productores ha venido incrementándose de manera significativa desde que comenzó el desarrollo de la actividad acuícola en el país, para el año 2003 se reportaron 1089 productores, ya en el 2006 se cuenta con 1332 acuicultores, solo en el periodo comprendido entre el 2003 - 2006 surgieron 243 nuevos productores. En el siguiente cuadro se aprecia el número de proyectos según especie en el país.

Cuadro1. Número de Proyectos Acuícolas según Especie Costa Rica 2006

ESPECIE	APORTE ABSOLUTO	APORTE PORCENTUAL
TILAPIA	855	64,19
TRUCHA	352	26,43
CAMARON	118	8,86
OTROS	7	0,53
TOTAL	1.332	100,00

Fuente INCOPECA, COSTA RICA, 2006

La figura 1 detalla claramente cual es el porcentaje de proyectos acuícolas nacionales que están trabajando en el cultivo de tilapia y otras especies, un 64.19% corresponde a la tilapia, un 26.43% productores de trucha, 8.86 % de camarón, y un 0.53% a otros (Langostinos y catfish). Esto nos indica que la tilapia sigue liderando la producción acuícola nacional (INCOPECA, 2006).



Fuente: Departamento de Acuicultura -INCOPECA 2006

Figura 1. Distribución porcentual de productores según especie en Costa Rica 2002-2006

En el cuadro 2 se muestra la cantidad de toneladas métricas producidas según la especie de cultivo, se observa que la tilapia es la especie que aporta la mayor cantidad de toneladas al año para todos los periodos, no obstante para el año 2006 se dio una disminución significativa en la producción debido a una enfermedad bacteriana que afecto los sistemas de cultivo y produjo una caída en el volumen de producción , pese a esto para el año 2006 la producción de tilapia represento 67.5% del total de la producción nacional demostrando que sigue siendo la especie de cultivo más importante del país.

Cuadro 2. Producción según especie en Costa Rica 2000 - 2006

ESPECIE	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
TILAPIA	8.000	8.500	13.190	14.679	18.987	17.328	13.000
TRUCHA	200	210	500	513	515	522	524
CAMARON	1.300	1.800	4.097	5.051	5.076	5.714	5.726
LANGOSTINO	15	10	5	5	5	5	4
GRAN TOTAL	9.515	10.520	17.792	20.248	24.583	23.569	19.254

Fuente: Departamento de Acuicultura -INCOPECA 2006

Unidad de medida: Toneladas métricas

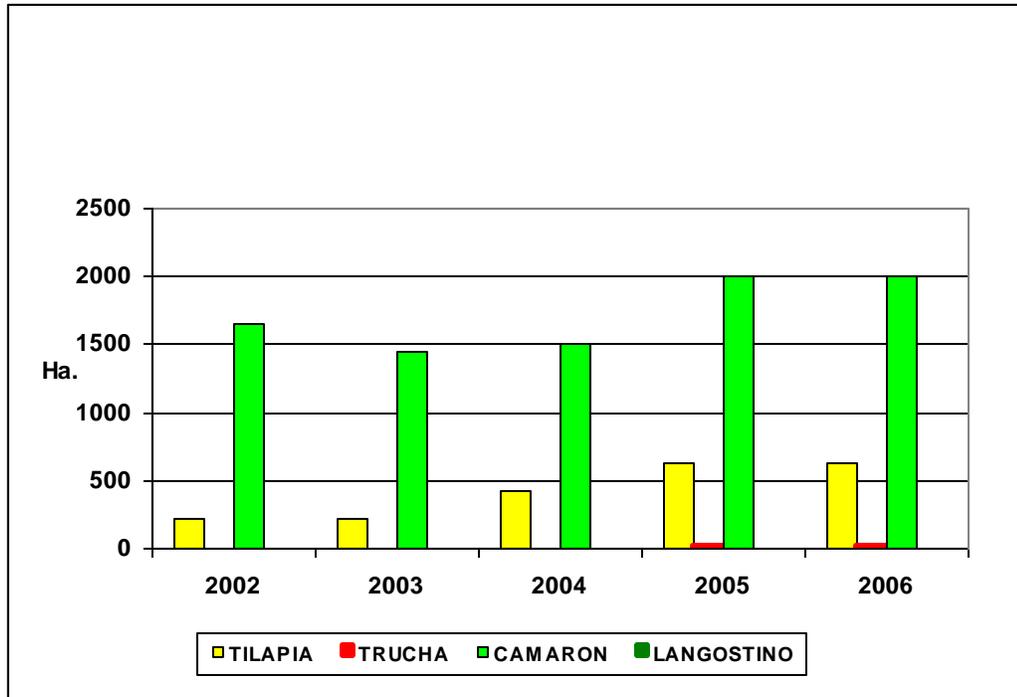
El Cuadro 3 muestra el área de cultivo destinada a cada tipo de especie y se denota que la producción de tilapia corresponde a 634 hectáreas para el año 2006; esto equivale al 24% del total del área productiva de nuestro país.

Cuadro 3. Hectáreas en producción según especie cultiva en Costa Rica
2003 - 2006

ESPECIE	2002	2003	2004	2005	2006
TILAPIA	219	222	420	625	634
TRUCHA	6	7	7	9	9
CAMARON	1650	1448	1500	1998	1998
LANGOSTINO	5	5	5	5	4
GRAN TOTAL	1879,70	1681,80	1931,75	2636,50	2644,75

Fuente: Departamento de Acuicultura - INCOPECA 2006

La figura 2 muestra que el área destinada a la producción de tilapia en el país ha venido incrementándose anualmente, en el 2002 era solo de 219 hectáreas, para el 2006 prácticamente se triplico el espejo de agua.



Fuente: Departamento de Acuicultura - INCOPECA 2006
 Figura 2. Hectáreas en producción según especie cultiva en Costa Rica: 2002-2006

Cabe destacar que en los últimos años se ha generado un incremento significativo en el consumo per cápita nacional, lo que a incrementado la demanda y por ende la colocación del producto en los distintos comercios del país sobre todo en los grandes supermercados. El mercado domestico o local no exige un sistema de etiquetado o certificación de los productos, mientras que en la exportación es un requisito indispensable (INCOPECA 1995).

Costa Rica a través de su empresa bandera AQUACORPORACION INTERNACIONAL, se ha consolidado en el mercado internacional, vendiendo sus filetes tipo exportación a precios de US \$7.15/kg. La empresa busca incrementar su liderazgo mediante la expansión de sus propias granjas (Berman 1995).

Cabe mencionar que Costa Rica es de los pocos países en América Latina que cultiva comercialmente la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y no las líneas de tilapia roja.

La producción total de tilapia de cultivo en Costa Rica está distribuida en todo el territorio nacional. Aportando la Provincia de Guanacaste el 84.9% de la producción total de tilapia, con las tres empresas más grandes del país asentadas en el Cantón Cañas AQUACORPORACION INTERNACIONAL S.A., PELON DE LA BAJURA y HACIENDA LA PACIFICA. (INCOPECA 2006).

El cuadro 4 detalla cuales son los proyectos de acuerdo con la provincia y el volumen producido respectivamente. Claramente se aprecia que la provincia de Guanacaste es la mayor productora del país, cuenta con el espejo de agua más grande, por lo tanto Guanacaste posee el 87% del espejo de agua del país y 84% de la producción nacional total de tilapia.

Cuadro 4. Distribución de producción, espejo de agua y número de proyectos según la provincia Costa Rica 2006

Provincia	Número de proyectos	Espejo de agua (hectáreas)	Producción Tm
San José	81	2,3	52
Alajuela	734	44	1056
Cartago	35	0,9	40
Guanacaste	66	552	11314
Heredia	60	2,3	86
Puntarenas	31	3,4	64
Limón	281	29	841
Total	1288	634	13453

Fuente: INCOPECA 2006

Caracterización de la tilapia

Entre todas las especies pertenecientes al denominador común de “tilapias” (géneros *Tilapia* y *Oreochromis*), la “tilapia del Nilo o tilapia nilótica” es de la que se tiene mayor conocimiento y producción a nivel mundial, junto al híbrido de “tilapia roja”. Por lo tanto, el género *Oreochromis* es el que se considera de mayor importancia dentro de los cultivos comerciales existentes (Castillo 2003).

Es originaria del sur de África Central; aparentemente en el año 1939, comenzó su distribución en otros países, de tal forma que, hoy en día, se la encuentra en casi todo el mundo; debido especialmente a su valor comercial y también a su valor social, este último, como especie destinada a una alimentación familiar y de autoconsumo, cuando se cultiva a baja densidad en estanques (Castillo 2006).

Su cultivo se realiza en numerosos países desde América del Norte, Central (incluyendo al Caribe) a Sudamérica; así como en gran parte de los países del Sudeste Asiático, norte de Australia, y algunos países europeos. La tilapia pertenece a la familia Cichlidae, la cual abarca más de 100 especies distribuidas ampliamente en las zonas tropicales de África, América y Asia.

El cuerpo de estos peces es robusto comprimido, a menudo discoidal, raramente alargado, con aleta dorsal que tiene de 23 a 31 espinas y radios; la boca es protáctil, mandíbula ancha, a menudo bordeada por labios gruesos con dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos, en otros casos puede presentar un puente carnosos (freno) que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media debajo del labio según Alamilla (2002).

La línea lateral es bifurcada; la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal; en la porción inferior, aparecen varias escamas por debajo de donde termina la línea lateral de la parte superior hasta la terminación de la aleta caudal; truncada y redondeada.

Existen especies que reaccionan a bajas temperaturas, siendo los límites letales entre 10-3 grados centígrados. Estos peces tienen por preferencia vivir en aguas estancadas, o en sistemas lacustres que presentan poca corriente (Bard *et al.* 1975).

Las tilapias son peces eurihalinos, capaces de vivir en medios dulces y salobres. Aunque la mayoría de ellos pueden vivir en agua salada, es necesario recalcar que no siempre soportan cambios bruscos de salinidad.

Poseen reproducción bisexual, son consideradas prolíficas, alcanzan su madurez sexual a partir de los 2 a 3 meses de edad a una longitud de 8-16 centímetros, esta condición ha hecho que se busquen alternativas de manejo para contrarrestar los efectos sobre el cultivo que conlleva esa alta reproducción (Hepher y Pruginin 1989).

Son aptas para los sistemas de cultivo por que presentan las siguientes características⁶

- Resistencia para tolerar bajas concentraciones de oxígeno
- Soporta rangos variados de salinidad
- Poseen gran resistencia física y poca susceptibilidad a las enfermedades
- Tienen un acelerado crecimiento
- Buen aprovechamiento de las dietas artificiales suministradas.

Clasificación Taxonómica de la Tilapia

Según Otárola (2002), las tilapias se clasifican de la siguiente forma:

Phyllum	Chordata
Subphyllum	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
Serie	Pisces
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciforme
Suborden	Percoidei
Familia	Cichlidae
Genero	

1. Tilapia

Especie:

- a. rendalli
- b. zilli

2. Oreochromis

Especie:

- a. aureus
- b. niloticus
- c. mossambicus
- d. urolepis hornorum

3. Sarotherodon

Especie:

- a. galiiæus
- b. linnelli
- c. melanopleura

Biología de la Especie

Hábitos alimenticios

Las tilapias se alimentan en ambiente natural de una amplia variedad de fuentes, desde plancton, organismos bentónicos, invertebrados de la columna de agua, larvas de peces, detritus, materia orgánica en descomposición, etc.

La digestión y la asimilación se realizan a través de un largo intestino que llega a ser 6 veces el total de su cuerpo. Cuando los estanques son fertilizados con abono animal, estos actúan también como alimento (abono de cerdos, de gallina u otros animales de granja (Segura 2001).

Hábitos Reproductivos

En general la familia de los ciclidos presenta un comportamiento reproductivo muy característico los individuos de los géneros *Sarotherodon* y *Oreochromis* posee cuidados maternales, por lo que incuban a los huevos en la boca y una vez que nacen los cuidan por un tiempo. En el género de Tilapia la incubación se realiza sobre un sustrato fijo en el fondo o construyen un nido sobre ellos (Bardach *et al.* 1975).

La madurez sexual, está en función de la edad y la talla, es por lo general temprana, a tamaño pequeño y edad juvenil. Puede ocurrir entre los 3 a 6 meses, con una talla de 6 a 7 centímetros y se pueden reproducir cada 4 a 9 semanas en condiciones favorables, se estima que una hembra de 200 gramos es capaz de producir 370 alevines, lo que indica que por cada gramo de hembra se pueden esperar 1.8 pececillos, existe una alta mortalidad cuando las condiciones no son óptimas, por lo que se concluye que una aproximación adecuada es considerar que por cada gramo de peso es posible obtener 0.5 alevines viables (Popma y Green 1990).

Enfermedades

Se trata de una especie que presenta gran resistencia en cultivo, tanto hacia las enfermedades virósicas como bacterianas y parasíticas. A temperaturas de entre 24-32°C, raramente muestran signos de enfermedad. Las enfermedades han sido registradas luego de sufrir un fuerte stress por: bajas temperaturas, manejo brusco, pobre calidad del agua de cultivo.

Por ejemplo, el hongo *Saprolegnia*, es un parásito que se presenta comúnmente, luego de un manejo inadecuado con temperaturas por debajo de los 18°C; mientras que, bajo condiciones de altas temperaturas y exceso de amoníaco, se producen ataques bacterianos (Vásquez *et al.* 2001).

Las enfermedades bacterianas más comunes se producen por acción de las *Aeromonas* (septicemia hemorrágica) y muy especialmente por acción de la *Aeromonas hydrophila*, bajo condiciones de bajas concentraciones de oxígeno disuelto, con mayor acción en los cultivos de índole intensiva o superintensiva.

Los parásitos externos más comunes, son el *itch* que produce el conocido “punto blanco”, ocasionado por un Protozoo Ciliado, junto a Trichodina y pueden causar serios problemas en larvas y juveniles; actuando el primero a temperaturas de 12-24°C y el segundo a bajas temperaturas. Otros parásitos comunes son el *Argulus* y *Laernea* que pueden causar serias pérdidas, como en cualquier otro cultivo de peces (Prieto *et al.* 1991).

Tipos de Cultivo

En la actualidad se manejan varios sistemas de cultivo dentro de los que destacan: cultivo extensivo, semiintensivo, intensivo, superintensivo.

Sistema Extensivo

Este tipo de cultivo se desarrolla por lo general con muy baja inversión, en donde se espera proporcionar a la población un alimento de bajo costo; donde tampoco es importante la talla final del pez, en tanto alcance tamaño comercial y mucho menos el tipo de alimento utilizado en su producción. En este sistema se utilizan densidades de 0,5 a 3,0 peces por metro cúbico, dependiendo del tamaño del pez que se quiere comercializar se utilizan estanques de 1 - 5 hectáreas con poco recambio.

Como una forma de contribuir en la alimentación del pez, se trata de favorecer el desarrollo de la productividad primaria utilizando fertilizantes orgánicos como excreta de aves, excreta de cerdos y excreta de vacuno, etc. En la actualidad se están utilizando subproductos agrícolas como alimento complementario, como por ejemplo afrecho (arroz), acemite de trigo, etc. La producción de este sistema suele ser de 4 a 10 Tm/Ha/año, con factores de conversión de 1 - 1,4 (Alamilla 2002).

Sistema Semi - intensivo

En este sistema de producción se utilizan estanques de 0,5 a 3 hectáreas con recambios de agua del 15 al 30% diario de todo el volumen del estanque y se utilizan aireadores dependiendo del grado de intensidad de siembra del sistema. Las densidades utilizadas son muy variables y se encuentran en el rango de 4 a 15 peces/m³ obteniendo una producción en el rango de 200 a 105 Tm/hectárea/año con factores de conversión de 1,6 a 1,9 para peces de 700 gramos. En este sistema es muy importante el monitoreo de los niveles de amonio, pH, temperatura y el nivel de oxígeno disuelto. Para la alimentación de los peces en este sistema se utiliza alimento peletizado o extrusado, con niveles de proteína desde 28 a 35% de proteína dependiendo de la fase de producción (Alamilla 2002).

Sistema intensivo

En el sistema intensivo se trabaja con una densidad de 16 a 50 peces/m³ con producciones que van de los 128 a 400 Tm/ha/año. Con pesos de cosecha de 800 a 1000 gramos. Puede trabajarse en estanques de tierra, piletas circulares o jaulas flotantes. Los recambios de agua dependerán de la densidad de siembra con la que se trabaje.

Super intensivo

En este sistema se utilizan estanques pequeños de 500 a 1000 metros cuadrados. Las densidades de siembra de los peces se encuentran en el rango de 80 - 150 peces/m³, lo que equivale a cargas máximas de hasta 90 kg/m³ con pesos promedio de 700 a 1000 gramos. Para el éxito del cultivo bajo en este sistema es sumamente importante la cantidad y calidad del agua suministrada a los peces; así como el cuidado y atención que se le proporcione al sistema.

En el cultivo superintensivo de tilapia el oxígeno disponible es de gran importancia. Midiendo constantemente éste parámetro se puede ajustar las densidades, tasa de alimentación y reducir potenciales riesgos de mortalidad. La concentración del oxígeno en la salida de los estanques debe ser mayor a 3,5 mg/litros para asegurar un buen desenvolvimiento fisiológico del pez a través de todos los procesos (natación, respiración, crecimiento, excreción, etc.) y mejor aprovechamiento de los nutrientes suministrados con el alimento balanceado.

En este sistema se utilizan alimentos extrusados flotantes con niveles de proteína de 30 a 45% con alta calidad de molienda, porcentajes de finos menores a 1%, y tamaños variados dependiendo del tamaño del pez. En un sistema superintensivo se pueden producir en un rango de 600 a 800 toneladas de pez/m³/ año (Hepher y Pruginin 1988).

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la realización de este proyecto se fundamenta en la recopilación, análisis y derivación de conclusiones y recomendaciones a partir de la información compilada de tal manera que se logre cumplir con los objetivos planteados. Para ello se llevaron a cabo dos etapas a saber:

Recopilación de Información

Durante esta etapa se recopiló la información relacionada con la producción orgánica, y el sistema productivo convencional. Para ello se hicieron consultas bibliográficas, se realizaron entrevistas con expertos.

También se documentó la situación de la producción orgánica tanto en Costa Rica como en el extranjero, así como la normativa vigente y las entidades de certificación actuales.

Seguidamente se ordenó, agrupó y seleccionó la información obtenida que permitió cumplir con los objetivos planteados.

Análisis de la información

En la segunda etapa se analizó la información obtenida, se realizaron las evaluaciones del caso, para determinar cuáles eran los componentes necesarios para el adecuado funcionamiento de un proyecto acuícola orgánico de tilapia, se analizó la posibilidad de comercializar este producto; la posible demanda en el mercado del mismo y cuales serán las alternativas mas viables para la implementación de un sistema de esta naturaleza.

Para efectos de esta propuesta se consideró que el productor posee una finca que estaba bajo un sistema integral de manejo, de manera que la finca cuenta con el área

requerida para hacer el establecimiento de toda la infraestructura, además dispone de los animales necesarios para suplir el abono requerido, se asumió también que el inversionista cuenta con el capital para costear la inversión inicial y hacer la conversión hacia el sistema orgánico propuesto, en caso de resultar rentable.

Se desarrolló el flujo de ingresos, los costos de producción, los gastos de administración y finalmente, se realizó la evaluación financiera y se propusieron varios escenarios para determinar la sensibilidad del proyecto ante las principales variables. Una vez concluido el análisis técnico y depuradas las alternativas para el sistema orgánico se procedió a diseñar el módulo productivo.

Finalmente a la luz de los resultados de la investigación se procedió a realizar las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

CAPÍTULO 1

NORMA ORGANICA INTERNACIONAL

Producción acuícola bajo normativa orgánica

Para la elaboración de esta propuesta se consideran los principios estipulados por la IFOAM y la certificadora Alemana Naturland, siendo las dos líneas de trabajo más depuradas en cuanto a normativa orgánica acuícola

La Asociación Naturland es miembro de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) Naturland es la primera asociación Alemana, en aprobar el proceso de certificación independiente de la IFOAM, fue acreditada desde 1997. En 1998 se realizó la acreditación según la Norma Europea DIN EN 45011/ISO 65. El sello de calidad es el logotipo de Naturland®.

Naturland a mediados de los años 90, empezó a desarrollar normas para la acuicultura orgánica. Actualmente, acuicultores en más de veinte países producen según esas normas, por ejemplo: truchas orgánicas en Alemania, Francia y España, salmón orgánico en Irlanda, camarón orgánico en Ecuador, Perú, Brasil, Vietnam, Tailandia e Indonesia, tilapia orgánica en Israel, Ecuador y Honduras, bagre en Vietnam.

Seguidamente se detallan puntos claves que estipula la normativa de Naturland.

Principios generales de la administración y explotación

1. Selección de la ubicación, interacción con los ecosistemas circundantes

Puesto que la localización del lugar y el método de manejo de la empresa acuícola no deben afectar adversamente a los ecosistemas circundantes, cualquier impacto negativo especialmente ocasionado por las aguas residuales así como el escape de animales en particular, deberá ser prevenido adoptando medidas adecuadas.

En caso de una instalación nueva o una ampliación de la empresa, la vegetación natural no debe ser dañada de manera perdurable. Esto tiene que ser respetado sobretodo, si el tipo de vegetación esta clasificada como escaso o en peligro de extinción por ejemplo (bosque tropical, manglares).

2. Especies y origen de los peces para el cultivo.

Se preferirán las especies nativas (autóctonas) como material de siembra para la producción orgánica. Se deberá prevenir el riesgo de escape o la introducción de especies no endémicas en aguas abiertas. Donde resultase apropiado, el policultivo será preferible y deberá conducir, ya sea, a un beneficio directo de las especies cultivadas ó a una utilización más efectiva de los recursos disponibles.

El material de siembra (alevines) deberá originarse en empresas con certificado orgánico. Si esto no fuese posible existe la obligación de indicar y dar prueba por parte del administrador de la granja y si se tiene que comprar el material de siembra de los proveedores convencionales, deberán entonces cumplirse las siguientes condiciones:

- Quedan excluidos los organismos que sean genéticamente manipulados (transgénicos) o hayan sido obtenidos mediante la poliploidización o ginogénesis.
- Los organismos deben ser mantenidos y alimentados al menos 2/3 de sus vidas en concordancia con las Normas de Naturland, antes de que estos puedan ser vendidos haciendo referencia a Naturland.

3. Reproducción

El objetivo es la reproducción natural o recuperación desde los huevos. El uso de hormonas, aun de la misma especie, no está permitido. Si debido a condiciones extremas climáticas no se puede esperar la obtención natural de las crías desde los huevos, se puede acudir a medidas convencionales una vez que se someta esto a una solicitud. Las semillas obtenidas con estas medidas, no pueden ser etiquetadas como orgánicas.

4. Instalación del sistema de cultivo, calidad de agua y densidad de la población

Las condiciones de la tenencia de los animales deben asegurar la subsistencia de los patrones de comportamiento específicos de las especies, esto se refiere en particular, a las necesidades de comportamiento en el movimiento, descanso y alimentación, así como, a los hábitos sociales y de reproducción.

Los sistemas de contención deben ser diseñados tomando en cuenta todos estos puntos de vista, por ejemplo: densidad de la población, estructura del fondo del suelo, refugios, sombra y condiciones de corriente. Bajo ninguna circunstancia los animales deberán mostrar lesiones (p.ej. en las aletas) que indiquen una densidad de población demasiado alta.

La calidad del agua (temperatura, valor de pH, salinidad, oxígeno, concentraciones de amonio y nitrato) deben estar conforme con los requisitos naturales de las especies en cuestión. Si fuese comprobablemente necesaria la iluminación artificial, entonces la duración del día simulado, no deberá exceder de 16 horas.

Para la construcción del sistema de tenencia y en su manejo, solamente es permitido usar materiales y sustancias que no causen ningún efecto dañino a los organismos ni al medio ambiente.

5. Salud e higiene

Primordialmente se deberá asegurar la salud de los organismos mediante la adopción de medidas preventivas (óptimo cuidado de los animales, crianza y alimentación). Se preferirán los métodos naturales curativos en caso de enfermedad. Los tratamientos de rutina y profilácticos con drogas químicos-sintéticos al igual que las hormonas no están permitidos.

Deben cumplirse todas las condiciones legales y oficiales. La población deberá inspeccionarse regularmente con respecto a su estado de salud. Los organismos muertos deberán ser removidos inmediatamente de los sistemas de tenencia.

Los tratamientos permitidos como rutinarios o profilácticos (dentro del marco del reglamento legal) son:

- Uso de métodos físicos naturales (particularmente de secado y de congelamiento rápido).
- Uso de compuestos no tóxicos inorgánicos (peróxido de hidrógeno H₂O₂, sal común NaCl, cal CaCO, cal viva CaO, hipoclorito de sodio).
- Uso de compuestos orgánicos no tóxicos naturales (ácido peracético, ácido cítrico, ácido fórmico, alcohol).
- Uso de sustancias vegetales naturales (en particular especies de la familia *Labiatae* y *Allium*, aun más *Ryania speciosa*, *Derris eliptica*, *Neem/Azadirachta indica*, emulsiones aceitosas con base de aceites de parafina y/o aceites vegetales, *Bacillus thuringensis*).
- Uso de productos homeopáticos
- Uso de polvo mineral

Si cualquier sustancia o medida satisface el criterio de las arriba mencionadas, pero no está mencionada con su nombre real en estas normas, se deberá consultar a Naturland antes de su aplicación.

6. Suministro de oxígeno

La operación de acuicultura deberá estar basada en las condiciones físicas naturales de las aguas. La aireación artificial permanente no está permitida. Las medidas técnicas para aumentar el contenido de oxígeno (uso de oxígeno líquido) están permitidas solo provisionalmente para el mantenimiento de los alevines en las piscinas, para los

propósitos de transporte y para sobrellevar condiciones extremas climáticas en el tope del verano.

7. Fertilización orgánica

La auto-producción de los fondos arenosos de las aguas cultivadas puede ser aumentada mediante la aplicación de materia orgánica como fertilizante, en cantidades y composiciones específicas. El fertilizante utilizado debe originarse en lo posible, de operaciones certificadas de cultivo orgánico.

En caso de que no se puedan obtener fertilizantes de operaciones certificadas de cultivo orgánico (comprobación y notificación por parte del responsable de la producción) se deberá aplicar el uso de fertilizantes orgánicos producidos convencionalmente que preferiblemente provengan de operaciones de cultivo extensivas (en la forma de estiércol, paja o compost).

Se recomienda los métodos de cultivo tales que en una manera apropiada permitan combinar la acuicultura con otras formas de crianza de animales (cerdos, aves acuáticas) o plantaciones agrícolas (arroz, jacintos acuáticos *Eichhornia sp.*).

8. Alimentación

El tipo, la cantidad y la composición del alimento debe tomar en cuenta los métodos naturales de alimentación de la especie animal concerniente. El nivel de actividad y la condición de los animales son mayormente un indicativo en este respecto (p.ej.: factor de corpulencia, tejido adiposo).

La base de crecimiento de los peces deberá ser la auto-producción de la piscina, así que al menos el 50% del crecimiento deberá obtenerse naturalmente a través de la alimentación disponible. Todos los alimentos deben ser producidos de acuerdo a las normas de Naturland, o de acuerdo a las Normas Básicas del IFOAM2 respectivamente.

Si en un país todavía no se puede obtener todo el alimento necesario de una producción orgánica certificada (comprobación y notificación por parte del responsable de la producción), se puede permitir alimentos de la producción tradicional, extensiva o de recolección silvestre, siempre y cuando el origen así como los requerimientos generales sean comprobados por sistemas de control adecuados. Adicionalmente son permitidos los alimentos de origen animal en cantidades limitadas y con origen comprobado.

El alimento proveniente de organismos alterados genéticamente o de sus derivados no deberá ser usado. Deberán llevarse a cabo esfuerzos hacia la reducción de la alimentación externa de las piscinas para que respectivamente se aumente la importancia de la alimentación natural (fitoplancton, zooplancton).

- Adicionalmente, el contenido de harina de pescado así como el total del contenido de proteínas del alimento deberá ser reducido en lo posible. Se fijarán niveles máximos provisionales: 20% para el contenido de harina/aceite de pescado y 25% para el total de proteínas.
- El porcentaje de componente animal en el alimento deberá ser en lo posible disminuido o sustituido por productos vegetales.
- El alimento no deberá ser obtenido de animales terrestres criados convencionalmente (mamíferos, pájaros).
- Con el fin de trabajar en la utilización responsable de la población de peces silvestres, se establecen normas especiales de requisitos para el origen de la harina y la aceite de pescado.
- Con el propósito de cubrir las necesidades específicas de ciertas especies de animales, se permite añadir vitaminas y minerales al alimento.
- De igual forma, el uso de pigmentos naturales (la cáscara de camarón o levadura) está permitido.

- No se permiten antibióticos sintéticos ni sustancias que estimulen el crecimiento, así como otros aditivos sintéticos para el alimento (aminoácidos sintéticos, agentes de coloración).

9. Transporte, sacrificio y procesamiento

El transporte y el sacrificio deben realizarse en la forma más considerada posible y lo más rápido posible con el fin de evitar el sufrimiento innecesario de los animales. Los peces vivos deberán ser provistos de los niveles de oxígeno adecuado durante su transportación. No deberá excederse de una densidad de transportación de 1 kg de peces a 8 litros de agua. El intercambio de agua con agua mantenida a la misma temperatura deberá realizarse después de un máximo de 6 horas de transporte. No se deberá exceder de 10 horas la duración del transporte.

El sacrificio de los peces deberá llevarse a cabo mediante incisiones en las branquias o evisceración inmediata. Previamente, los peces deberán ser anestesiados (descarga eléctrica, dióxido de carbono y si fuera necesario anestésicos vegetales naturales).

Proceso de transición según la IFOAM

La conversión a la acuicultura orgánica implica un proceso mediante el cual se desarrollan prácticas piscícolas que impulsan a mantener un ecosistema acuático equilibrado y sostenible. El lapso entre el comienzo del manejo orgánico y la certificación de la producción se conoce como el período de conversión. (IFOAM 2002).

Los métodos de producción de la acuicultura pueden variar de manera considerable según la biología de los organismos, la tecnología utilizada, las condiciones geográficas, la estructura patrimonial, el período de tiempo, etc.

Conversión a la acuicultura orgánica según IFOAM

Las técnicas de manejo se deberán regir conforme a las necesidades fisiológicas y etológicas de los organismos, en especial cuando se las aplica para ejercer una

influencia en los niveles de producción y en la velocidad de crecimiento, se deben mantener y proteger el bienestar y la salud de los organismos

Los principios que establece la IFOAM son semejantes a los contemplados anteriormente en la norma orgánica de Naturland, la IFOAM retoma los aspectos pertinentes a:

Ubicación de las unidades de producción

La conversión hacia el sistema orgánico debe inducir el menor impacto posible en el área del proyecto, tanto en el ecosistema circundante como en el entorno social, por lo tanto debe ser un proceso progresivo.

Salud y bienestar

Las prácticas de manejo deben lograr un alto nivel de resistencia natural a las enfermedades y de prevención de las infecciones. El bienestar de los organismos es lo más importante a tener en cuenta al elegir el tratamiento contra las enfermedades o las lesiones.

Razas y cría/reproducción

Las estrategias y las prácticas de cría/reproducción en la acuicultura orgánica deberán interferir lo menos posible con el comportamiento natural de los animales. Se utilizarán métodos de cría/reproducción naturales.

Nutrición

Los alimentos se ofrecerán a los organismos de manera tal que se les permita un comportamiento alimentario natural, de manera que el pez coseche del propio estanque el alimento disponible.

Cosecha

La cosecha de organismos acuáticos orgánicos certificados, debe producir el menor estrés en los organismos. La recolección no debe producir efectos adversos en los animales, ni en el medio.

Transporte de animales vivos

El medio de transporte debe ser el apropiado según la especie y sus requerimientos en cuanto: calidad del agua, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto. La distancia y la duración, del transporte deben minimizarse hasta donde sea posible.

Matanza

El proceso de matanza debe reducir al máximo el estrés y el sufrimiento del organismo. El manejo y las técnicas de la matanza deben regirse considerando: la fisiología y el comportamiento de la especie.

CAPÍTULO 2
COMPONENTES DEL SISTEMA
CONVENCIONAL DE PRODUCCIÓN

El diseño de proyectos acuícolas representa un reto para el productor ya que debe armonizar muchos componentes para lograr el éxito productivo. De acuerdo con Polo (1989) un proyecto acuícola exige un planteamiento sistemático, lógico y continuo, el productor debe preguntarse, qué producir, cómo producir, cuánto producir y para quien producir.

La decisión de que producir estará determinada por la disponibilidad de recursos (financieros, técnicos, humanos, insumos, condiciones agroecológicas), la planeación implica entonces estudiar con anticipación las posibles alternativas de esta actividad económica, compararlas y elegir la que proporcione el máximo aprovechamiento de los recursos con los que se cuenta.

En un proyecto de este tipo es indispensable considerar aspectos claves como: el terreno, calidad y cantidad de agua, diseño de infraestructura, selección y manejo de reproductores, producción de semilla, el engorde, el procesamiento, comercialización y consumo. Por esta razón, en los siguientes párrafos se describe en detalle los componentes básicos para el establecimiento de un sistema productivo de tilapia convencional.

Aspectos Generales a considerar

Elección del sitio para la acuicultura

El terreno

Se debe analizar el tipo de suelo, área requerida, topografía, posibilidad de expansión, drenaje. Terrenos planos o ligeramente inclinados con pendientes naturales inferiores a 5% son recomendables.

Según Mercado (1989) los suelos buenos para la construcción son aquellos que contienen material limo arcilloso, presentan pequeñas variaciones de volumen con los cambios de humedad y además poseen suficiente impermeabilidad.

Agua

Es necesario tomar en consideración la disponibilidad del agua, el caudal y la calidad de la fuente, el costo del abastecimiento. La calidad del agua está dada por el conjunto de propiedades físicas, químicas y su interacción con los organismos vivos.

En cuanto a la cantidad requerida es necesario calcular la demanda total de agua para el cultivo para suplir la pérdida por evaporación y filtración, además de estimarse el requerimiento por recambio.

El caudal de agua indicará principalmente el tiempo de llenado. Se puede aceptar entre 4 a 7 días para llenar una hectárea de espejo de agua, lo que requerirá de un caudal de 19 a 34 lt/seg (Baños 1989).

Temperatura

Los peces son animales poiquilotermos (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura). El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28°C y 32°C (Huet 1998).

Parámetros Químicos

Oxígeno disponible

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (3,0mg/l), pero esto provoca efecto de estrés, siendo la principal causa de origen de infecciones patológicas. Para mantener un cultivo exitoso de tilapia, los valores de oxígeno disuelto deberán estar por encima de los 4.5 mg/L. Valores menores al indicado, reducen el crecimiento e incrementa la mortalidad; en el siguiente cuadro se especifica el efecto de la concentración de oxígeno sobre el pez (Alamilla 2002).

Cuadro 5. Efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre los peces México 2002.

Oxígeno (ppm)	Efectos
0-0,3	Los peces pequeños sobreviven en cortos periodos
0,3 - 2,0	Letal a exposiciones prolongadas
3,0 - 4,0	Los peces sobreviven, pero crecen lentamente
Mas de 4,5	Rango deseable para el crecimiento del pez

Fuente: Alamilla (2002)

Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto

- Descomposición de la materia
- Alimento no consumido
- Heces
- Animales muertos
- Aumento de la tasa metabólica por el incremento en la temperatura (variación de la temperatura del día con respecto a la noche)
- Respiración del plancton (organismos microscópicos vegetales y animales que forman la cadena de productividad primaria y secundaria)
- Desgasificación: salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera
- Nubosidad: en días opacos las algas no producen suficiente oxígeno
- Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc
- Densidad de siembra
- Altitud
- Temperatura

Potencial de hidrógeno o pH

El pH del agua depende principalmente de la concentración de carbonatos, bicarbonatos y dióxido de carbono (CO₂). Un alto contenido de CO₂ puede causar valores de pH ácidos, afectando el crecimiento de los peces. El rango de pH adecuado para tilapia es de 6,5 - 8,5. Valores por encima o por debajo, causan cambios de comportamiento en los peces como letargia, inapetencia, retardan el crecimiento y la reproducción.

Valores de pH cercanos a 5 producen mortalidad en un período de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias; además, causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus de la piel. Cuando se presentan niveles de pH ácidos, el ion Fe⁺⁺ se vuelve soluble afectando las células de los arcos branquiales y por ende, disminuyendo los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia.

El pH en el agua fluctúa en un ciclo diurno, principalmente influenciada por la concentración de CO₂, por la densidad del fitoplancton, la alcalinidad total y la dureza del agua (Bardach *et al.* 1986).

Compuestos nitrogenados

Los compuestos nitrogenados son producto de la excreción de los peces y la descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido). El amonio no ionizado (forma gaseosa) es el primer producto de excreción de los peces, es un elemento tóxico.

Cuadro 6. Reacción de ionización del amonio.

La reacción que ocurre es la siguiente:



Forma no ionizada
Forma tóxica
Producto de excreción
de los peces.
Degradación de la
materia orgánica.

Su velocidad de conjugación
con el agua depende del pH.

Forma ionizada.
Forma no tóxica.

Fuente: Manual Nicovita tilapia Alicorp 2003.

La toxicidad del amonio en forma no ionizada (NH), aumenta cuando la concentración de oxígeno disuelto es baja. Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 ppm a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos), los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentra en el rango de 0,6 a 2,0 ppm.

La concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a las enfermedades, reducción del crecimiento y sobrevivencia, exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen) (Alicorp 2003).

Nitritos

Son un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante. Se generan en el proceso de transformación del amoníaco a nitratos. La toxicidad de los nitritos depende de la cantidad de cloruros, temperatura y concentración de oxígeno en el agua.

Es necesario mantener la concentración por debajo de 0,1 ppm, haciendo recambios fuertes, limitando la alimentación y evitando concentraciones altas de amonio en el agua (Alicorp 2003).

Dióxido de carbono

Es un producto de la actividad biológica y metabólica, su concentración depende de la fotosíntesis. Debe mantenerse en un nivel inferior a 20 ppm, porque cuando sobrepasa este valor se presenta letárgia e inapetencia.

Gases Tóxicos

Son compuestos químicos producidos en los estanques por la degradación de materia orgánica. A continuación, se presenta los más comúnmente hallados y cuyas concentraciones deben estar por debajo de los valores siguientes:

- Sulfuro de hidrógeno < 10ppm.
- Acido cianhídrico < 10ppm.
- Gas metano < 25ppm.

Estos gases incrementan su concentración con la edad de los estanques y con la acumulación de materia orgánica en el fondo, produciendo mortalidades masivas y crónicas. Se pueden controlar mediante la adición de cal y zeolita a razón de 40 kg/ha, además, del secado de estanques entre cosechas (Alicorp 2003).

Sólidos en Suspensión

Aumentan la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en ella. Los sólidos se deben controlar mediante sistemas de filtros. De acuerdo a la concentración de sólidos disueltos podemos clasificar los estanques así:

- Estanques limpios: Sólidos menores a 25 mg/l.

- Estanques intermedios: Sólidos entre 25 - 100 mg/l.
- Estanques lodosos: Sólidos mayores a 100 mg/l.

Fosfatos

Son productos resultantes de la actividad biológica de los peces y de la sobrealimentación con alimentos balanceados. La concentración alta, causa aumento en la población de fitoplancton; y éstas a su vez, provocan bajas de oxígeno por la noche. Su valor debe fluctuar entre 0,6 y 1,5 ppm.

Cloruros y Sulfatos

Al igual que los fosfatos, se derivan de la actividad metabólica de los peces y del aporte de los suelos y aguas subterráneas, utilizadas en las granjas piscícolas. El límite superior para cada uno de estos compuestos, son 10 ppm y 18 ppm respectivamente (Alicorp 2003).

Dureza

Es la medida de la concentración de los iones de Ca y Mg expresadas en ppm de su equivalente a Carbonato de calcio. Existen aguas blandas (< 100ppm) y aguas duras (>100ppm). Los Rangos óptimos están entre 50-350 ppm de CaCO. Por estar relacionada directamente con la dureza, el agua para el cultivo debe tener una alcalinidad entre 100ppm a 200ppm.

Durezas por debajo de 20 ppm ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad se controlan adicionando carbonato de calcio (CaCO), o cloruro de calcio (CaCl). Durezas por encima de 350ppm se controlan con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración (Pillay 1997).

Baños (1989) indica que la Infraestructura básica requerida para un sistema acuícola es la siguiente:

- Estanques para las distintas fases (alevín, precría, cría y desarrollo).
- Diques
- Estructuras hidráulicas (Toma de agua, canal de derivación, compuertas, canal de abastecimiento, sistema de drenaje, desagües)
- Bodega

Según indica el INCOPECA (2005) el equipo básico indispensable es el siguiente:

- Equipo pesca
- Red
- Romanas
- Baldes
- Equipo monitoreo oxígeno, temperatura, pH.

Preparación de Estanques

En su mayoría los sistemas contarán con estanques de tierra o piletas de cemento de distintas dimensiones según el tipo de explotación, se detalla a continuación las prácticas a seguir cuando el módulo es en estanques de tierra.

- Limpieza del fondo: Debe eliminarse del fondo el lodo, piedras, troncos, ramas u otros materiales que en el futuro dificultarán los muestreos y la cosecha.
- Entrada de agua: Es conveniente limpiar el canal de abastecimiento y asegurar el buen funcionamiento de las compuertas de distribución de agua.
- Drenaje: Conviene asegurarse del buen funcionamiento del drenaje de manera que no se pierda agua por filtración y la malla evite la pérdida de peces.
- Encalado: Esta es una práctica que se hace para corregir el pH del agua, aunque en general en el país los valores de pH son adecuados. El uso de cal es apropiado para crear condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos de los que se alimentará la tilapia, además la cal actúa como antiparasitario y antibacteriano y reduce la toxicidad causada por desechos nitrogenados. El

encalado se hace 3 - 4 días antes de la siembra, después de la aplicación se procede a llenar el estanque. (INCOPECA 1995).

- Fertilización química u orgánica para potenciar la productividad del estanque.

Recambios de agua

En condiciones de cultivo semi-intensivo es necesario recambiar agua para evitar el estrés y la muerte de peces por falta de oxígeno. Para ello, diariamente se debe medir la turbidez del agua.

Mantenimiento

Las actividades necesarias para el mantenimiento del cultivo son: abastecer agua para que el estanque tenga el nivel máximo, limpiar los canales de abastecimiento, limpieza de bordas, compuertas, canales drenaje.

Tipos de aireadores

- Naturales caídas de agua, escaleras, chorros, cascadas.
- Mecánica: Motobombas, difusores, aireadores de paletas, aireadores de inyección de O₂, generadores de oxígeno líquido (Alamilla 2002).

Alimentación

La alimentación, en los sistemas semiintensivos e intensivos se realiza utilizando raciones completas o concentrados, esta suplementación debe ser acorde con el ciclo en que se encuentren los peces por consiguiente, la cantidad de alimento debe estar adecuada a la talla del pez, para tal efecto ver cuadro 5 (Anexo), aquí se detalla la cantidad de alimento diario a suplementar según peso del pez, además en los cuadros del (Anexo 6) se observan los requerimientos en cuanto a proteína, vitaminas, minerales y energía, indispensables en la dieta, para el adecuado desarrollo de los individuos (Tacón 1989).

Reproducción

Debido a las diferencias de crecimiento entre el macho y la hembra, es necesario que los cultivos de tilapia sean monosexo (mayor porcentaje posible de machos). En la producción de tilapia es posible realizar el cultivo monosexo. El cultivo de solo machos se recomienda debido a una mayor tasa de crecimiento, una mayor eficiencia en la tasa de conversión de alimento, además, es posible alcanzar tamaños de hasta un kilogramo de peso vivo en un año de producción y un mayor rendimiento de filete (Popma *et al.* 1990).

La reversión sexual tiene como fin, producir poblaciones monosexo, es un proceso que se realiza durante el primer mes de vida del animal una vez reabsorbido el saco vitelino, utilizando la hormona 17-alfa-metil-testosterona (Quintero 1985).

Manejo sanitario /control de enfermedades

En densidades y condiciones óptimas de cultivo, es poco frecuente la incidencia de enfermedades de la tilapia; no obstante, las enfermedades más comunes son producidas por microorganismos de los grupos conocidos como protozoarios, bacterias y hongos. En el caso particular de la tilapia, las enfermedades generadas por virus son poco frecuentes y de muy escasa diversidad. El problema más acusado se presenta con las infecciones bacterianas que invaden los ojos, tracto digestivo y sangre, en los cuadros (Anexo 7) se resumen las enfermedades más frecuentes, síntomas, agentes infecciosos y control químico.

Dentro de los factores que propician la presencia de enfermedades en los estanques de cultivo se señalan los siguientes como los más determinantes:

Cuadro 7. Factores causantes de afecciones en el cultivo de la tilapia

Tipo de Factor	Factor	Comentario
Factores Físico	Temperatura	Elevadas variaciones aumentan la susceptibilidad a las enfermedades
	Luminosidad	La luz excesiva puede ocasionar quemaduras en el dorso
	Gases disueltos	El exceso de nitrógeno puede producir “burbujas de gas”
Factores Químicos	Contaminantes	Pesticidas, metales pesados y residuos pueden alterar el metabolismo.
	Amonio Nitritos	Tienen efectos altamente tóxicos
	Sólidos en suspensión	Causan daños en las branquias y pueden llegar a formar una película que tapiza las paredes de los huevos e impide el intercambio gaseoso. Pueden ejercer como sustrato para hongos
Factores Biológicos	Nutrición	Condiciona el crecimiento y normal desarrollo del ejemplar
	Microorganismos	Pueden generar diversas Patologías
	Algas	Actúan como fuente de toxinas
	Animales Acuáticos	Algunos moluscos pueden ejercer de huéspedes intermediarios de parásitos y convertirse en focos de Infección

Fuente: Alicorp (2003)

Manejo del cultivo

Cada estanque debe ser atendido diariamente, para ello en los sistemas intensivos y semiintensivos se acostumbra a trabajar por fases para tal efecto se dividen los animales en los siguientes grupos:

- Pre- cria: Esta fase comprende la crianza de alevinos con pesos entre 1 a 5 gramos. Generalmente, se realiza en estanques con área entre 350 y 800 m, con densidad de 100 a 150/m³, buen porcentaje de recambio de agua (del 10 al 15% día) y con aireación, mientras que para esta misma fase pero sin aireación, se sugiere densidades de 50 a 60 peces por m³. Los alevines son alimentados con alimento balanceado conteniendo 45% de proteína, a razón de 10 a 12% de la biomasa distribuido entre 8 a 10 veces al día.
- Levante: Esta comprendido entre los 5 y 80 gramos. Generalmente se realiza en estanques de 450 a 1500 m², con densidad de 20 a 50 peces por m³, buen porcentaje de recambio de agua (5 a 10% día). Los peces son alimentados con alimento balanceado cuyo contenido en proteína es de 30 o 32%, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3% al 6% de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día.
- Engorde: Está fase comprende la crianza de la tilapia desde los 80 gramos hasta el peso de cosecha. Generalmente se realiza en estanques de 1000 a 5000 m², con densidades entre 1 a 30 peces por m³. En densidades mayores de 12 animales por m³ es necesario contar con sistemas de aireación o con alto porcentaje de recambio de agua (40 a 50%). Los peces son alimentados con alimentos balanceados de 28% o 30% de proteína, Se sugiere suministrar entre el 1,2% y el 3% de la biomasa y alimentar de 2 a 4 veces al día (Tacón 1989).

Muestreo

La cantidad de alimento a utilizar debe calcularse cada 2 semanas en base a la muestra de peces. El procedimiento consiste en capturar parte de la población de peces, contarlos y pesarlos; el resultado de dividir el peso total entre el número de peces es el peso promedio.

Además durante el muestreo se deben examinar los peces en busca de parásitos, daños en la piel, daños en aletas, de manera que se pueda identificar a tiempo la incidencia de parásitos o enfermedad.

Cosecha

Previo a la cosecha es necesario hacer contacto con el mercado para determinar cantidades y tamaños del pescado. Para mantener la calidad de frescura del pescado se recomienda el siguiente procedimiento.

- Una noche antes se baja el nivel del estanque y se mantiene un flujo de agua constante para evitar falta de oxígeno.
- Temprano por la mañana se inicia la cosecha, para ello se usa una red de arrastre que tiene una línea con plomo en el fondo y la línea superior con flotadores. Esta red se pasa por el estanque encerrando los peces que posteriormente se cosechan con redes de mano.
- Los pescados se lavan en agua limpia, finalmente se enhielan, para ello se usa hielo en escamas o triturado en una proporción de 2:1 (2 unidades de pescado por una de hielo), para ser trasladados al mercado.

CAPITULO 3
PROPUESTA PARA EL SISTEMA
ORGÁNICO

Diseño del Sistema productivo

El diseño de este modelo productivo de tilapia orgánica corresponde a una propuesta teórica, se parte del hecho de que la finca en cuestión cuenta con las condiciones óptimas para el establecimiento del sistema, por lo tanto es una finca orgánica integral, de manera que todos los animales del sistema están bajo esta política de manejo.

Por lo anterior se asume que el terreno cuenta con una topografía adecuada de manera que su conversión a estanques será lo mas económica posible, el subsuelo es suficientemente impermeable para que retenga el agua, y existe un cuerpo de agua óptimo tanto en volumen como en calidad, lo mismo que las condiciones meteorológicas como: temperatura, evaporación, precipitación, humedad, intensidad de los vientos.

Baños (1989) señala que parte del éxito productivo de un sistema de esta naturaleza depende de las buenas condiciones agro ecológicas con las que se cuente.

En el sistema se utilizarán estanques de tierra por ser más baratos y a la vez porque este tipo de estanque está acorde con lo que la norma orgánica estipula, la excavación y los movimientos de tierra se realizarán con maquinaria, la construcción de canales de abasto, drenaje, compuertas y demás actividades serán realizadas con mano de obra contratada para este fin.

A continuación se detalla el diseño propuesto y se describe el área asignada a cada estanque y el objetivo de manejo para cada uno de ellos. Se estima obtener una producción de 5000 kg/ha/año, debido a que se trabajará con una densidad de un pez/m³, se trabajará con esta densidad por que el sistema orgánico es extensivo y bajo las condiciones que impone la norma orgánica, es difícil incrementar la densidad, sin el uso aireadores y recambios de agua, los individuos se cosecharán con 500 gramos de peso.

Se requiere de un área total de 1,5 ha para el establecimiento, esta área incluye todos los estanques, caminos, drenajes, canales de abasto, canal de *Lemna sp* , bodega y el área para la producción de lombrices, se asume que la finca cuenta con toda la infraestructura necesaria para mantener al resto de los animales del sistema.

Se implementará el uso de estanques de derivación, semiexcavados porque se cuenta con un terreno inclinado cuya pendiente no es mayor al 8%, este sistema permitirá reducir costos, además se trabajará con el sistema de diques, todos los estanques serán de forma rectangular y cada uno contará con una entrada para el agua (tubo horizontal) y una salida de agua independiente (drenaje este será con tubo en L y codo), se empleará un canal de abastecimiento primario, que conducirá el agua a los canales de abastecimiento secundarios para suplir el volumen de agua necesario a cada estanque, estos canales a su vez contarán con compuertas de madera para regular la entrada del agua.

Todo el sistema contará con canales de drenaje que conducirán el agua de desecho hacia el área de los cultivos de la finca. El canal de drenaje principal tendrá una dimensión de 1m ancho por 36 m largo x 0,50 m profundidad y el drenaje lateral tendrá una dimensión de 34 m largo por 0,6 m ancho por 0,50 m profundidad. Solo el agua de los estanques de producción drenará el agua hacia el canal de *Lemna sp*.

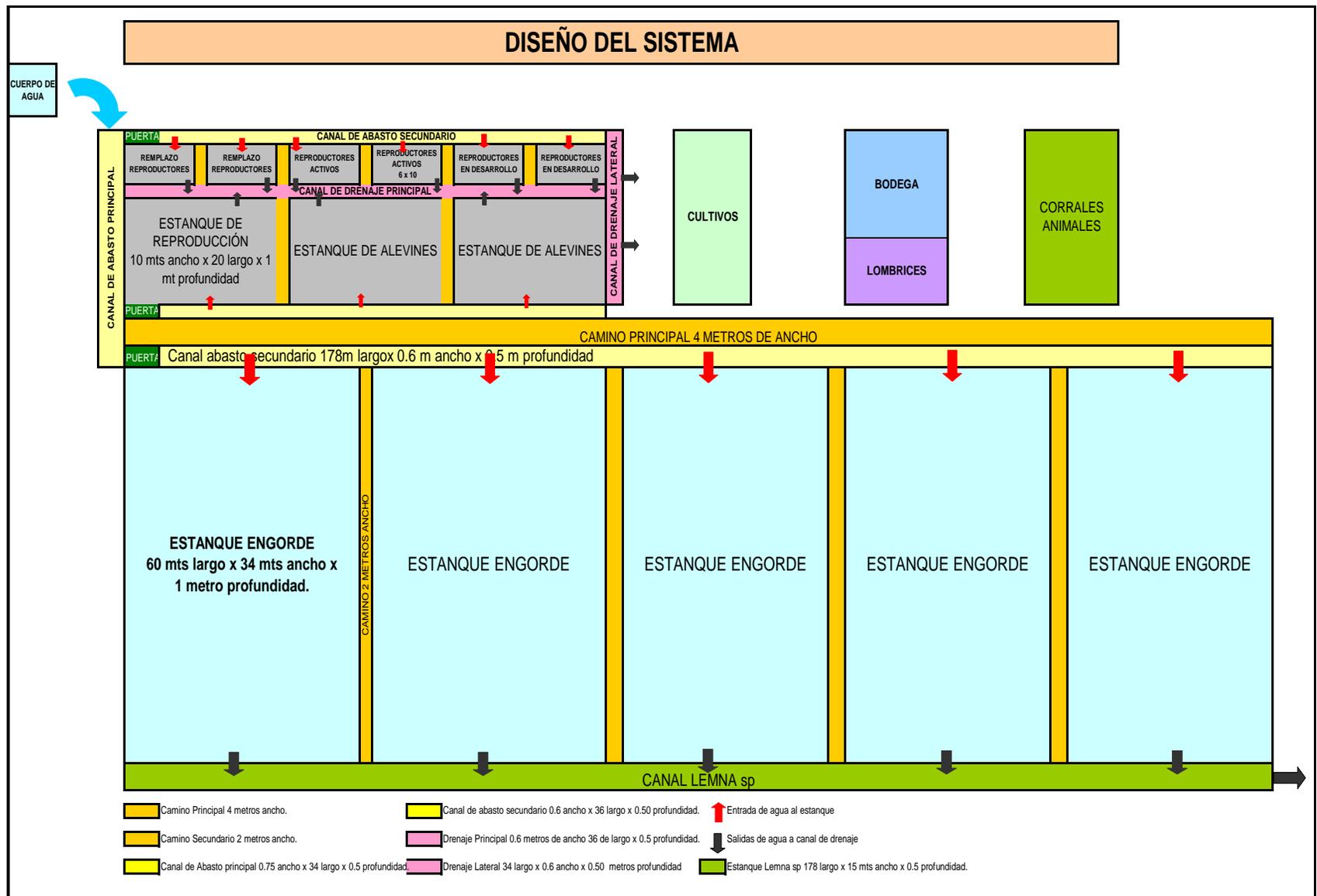
Se construirán seis estanques de 60 m² ,con dimensiones de 6 m de ancho por 10 m largo, aquí se mantendrán los reproductores, habrá otro estanque de 10 m de ancho por 20 m de largo para el apareamiento de los reproductores y la obtención de los alevines, se construirán dos estanques de 200 m² cada uno con dimensiones de 10 m de ancho por 20 de largo para la siembra de alevines y la posterior extracción de juveniles y finalmente se establecerán cinco estanques de 2000 m² de 34m de ancho por 60 m de largo para el desarrollo de los juveniles hasta la edad de cosecha.

Adicionalmente se construirá un canal de 178 m de largo por 15 m de ancho para la producción de *Lemna sp*, este canal estará contiguo a la salida del drenaje de los estanques de producción, tiene una profundidad de 0,50 m, se cosechará 850 m² diariamente para disponer 34 kg y suplir el material necesario para suplementar a los peces y a las lombrices del sistema.

El canal de abasto principal tendrá una dimensión de 0,75 m de ancho por 34 m de largo por 0,50 m de profundidad, los canales secundarios tendrán una dimensión de 0,6 m de ancho por 36 largo por 0,50 m de profundidad, los caminos serán de 2 m entre los estanques y de 4 m el camino principal.

El sistema contará con una bodega de 60 m², además del módulo donde estarán los animales que proporcionarán el abono orgánico, también se acondicionará un área 10 m² para la producción de la lombriz roja.

El diseño del sistema propuesto se detalla a continuación



Fuente. Elaborado por la autora

Preparación de los Estanques

En el establecimiento y preparación de los estanques se seguirá el mismo manejo que se citó en el sistema productivo convencional. Sólo la fertilización se realizará de un modo distinto, se utilizará para ello materia orgánica específicamente excretas de aves, cerdos y bovinos, que deben provenir de un sistema orgánico o al menos de sistemas extensivos.

Actividades Diarias

Rutina de manejo de los estanques para monitorear la calidad físico-química del agua.

Medición de variables ambientales: Se efectuará diariamente, a la misma hora, la medición de la concentración de oxígeno disuelto en el agua deberá medirse, como mínimo por la mañana a primera hora, para tal operación se empleará el medidor de oxígeno.

El control de la densidad de fitoplancton, se realizará por medio del disco de Secchi, calculándose que el mismo debe dejar de verse entre los 25 y 40 cm de profundidad (en estanques con productividad primaria adecuada) (Huet 1998)

Se puede usar esta medición como un método simple para establecer la necesidad de fertilizante adicional en un estanque de peces. Según los valores observados, de acuerdo con la medición del disco y como se detalla en el cuadro adjunto.

Cuadro 8. Requerimientos de fertilización para un sistema productivo de tilapia

Transparencia disco de Secchi	Manejo/control
Menos de 25 cm	No fertilización: Buscar señales de carencia de oxígeno disuelto Aumentar la entra de agua, si es necesario.
25 - 40 cm	No fertilización: Observe regularmente el comportamiento de los peces
40 - 60 cm	Necesaria fertilización regular
Más de 60 cm	Necesaria fertilización regular, si es posible Aumentando la dosis

Fuente: Huet (1998)

La temperatura del agua se medirá tres veces al día (mañana a primera hora, medio día y tarde) por lo menos durante el primer año de producción para obtener registros confiables sobre este parámetro en el sitio seleccionado.

Los registros de pH pueden acompañar a los de temperaturas y el resto de los registros sobre variables químicas, se evaluarán al menos una vez al mes, de manera que se tomarán muestras de agua y serán llevadas al laboratorio para ser analizadas.

Debe darse una adecuada limpieza tanto del canal principal como los canales secundarios, confirmar el óptimo estado y funcionamiento de las compuertas así como canales de drenaje y diques, para alargar la vida útil de los estanques y optimizar su funcionamiento.

En todo sistema acuícola es necesario reponer el volumen de agua perdido, las pérdidas más importantes se deben a la filtración del suelo y la evaporación, en sistemas semiintensivos e intensivos es común realizar recambios diarios, pero la norma orgánica no contempla esta posibilidad por lo tanto para esta propuesta solo se repondrá el agua perdida por las variables antes mencionadas. Se empleará la siguiente metodología, para este fin.

Cálculo de pérdidas por filtración

Para reponer el volumen de agua perdido es necesario determinar el volumen total del agua de estanque y esto se hace conociendo el área del espejo de agua y la profundidad media del mismo y se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Área} = \text{ancho} \times \text{largo} \text{ (m}^2\text{)}$$

Considerando que los estanques del sistema son de forma regular (rectangulares), están llenos y la pendiente es constante se tomará la profundidad en cuatro puntos y se obtendrá un promedio

$$P = \frac{1+2+3+4}{4} \text{ Promedio profundidad}$$

Para calcular las pérdidas por filtración se consideran los siguientes parámetros; el área del estanque, el tipo de suelo y la pérdida promedio de agua según el tipo de suelo, se hace la conversión a metros/ día y se multiplica por el área del estanque y así entonces se tiene el volumen a reponer en m³/día. El dato del promedio de pérdida en mm/ día aparece en el cuadro adjunto.

Cuadro 9. Perdidas por filtración en milímetros/ día para diferentes tipos de suelo

Tipo de suelo	Pérdidas por Filtración (mm/día)
Arenoso	25-250
Franco Arenoso	13-76
Franco	8-20
Franco Arcilloso	2.50-15
Arcilloso	1.25-10

Fuente: Baños (1989)

Cálculo de pérdidas por evaporación

Para determinar cuál es el volumen necesario para reponer las pérdidas, es necesario conocer la velocidad de evaporación en el área donde se está desarrollando el proyecto, para tal medición se empleará el método de Cubetas clase A, para esto se requiere una cubeta clase A que tiene las siguientes características: diámetro de 1,50 m y 0,50 m de profundidad, se llena y se hacen mediciones diarias sobre el volumen perdido en la cubeta. Luego con los datos se obtiene la velocidad media de evaporación de la cubeta.

Para efectos del cálculo se procede de la siguiente manera:

Se multiplica la velocidad de evaporación promedio X Factor de corrección (0,75), luego este cociente se multiplica por el área total del estanque y este es el volumen de agua a reponer (m³) (Baños 1989).

Manejo Reproductivo

La tilapia es una especie de vida relativamente corta, 4 a 7 años de crecimiento rápido (en función del tipo de medio donde se desarrolla). Alcanza la madurez a los tres meses, con un tamaño de 12 cm aproximadamente. No obstante en condiciones favorables, se han observado hembras de unos 9 cm incubando (Alamilla 2002).

Esta especie presenta incubación de tipo bucal así, cuando los huevos son fecundados por el macho, la hembra los recoge y los mantiene en la boca de 3 a 6 días hasta que se produce la eclosión. Después, las larvas son protegidas de los depredadores por la madre por un período variable entre 7-12 días.

Estas pequeñas crías llevan adherido el saco vitelino, del cual se alimentan hasta que se reabsorbe un 60-75% del mismo proceso que dura de 15-18 días, momento en que el alevín desarrolla la capacidad de nadar a los 18-22 días de vida aparecen los ojos y queda formada la columna vertebral. Estos alevines pasan a convertirse en individuos adultos cuando alcanzan los 10 a 18 cm.

La edad madura se alcanza a partir del año de vida, según el sexo y el medio de cultivo, y es entonces cuando el dimorfismo sexual se hace más patente ya que los machos comienzan a crecer más rápido y a presentar tamaños claramente superiores, aunque en condiciones muy favorables se pueden obtener tamaños similares de machos y hembras (Morales 1974).

Las tilapias son consideradas especies muy prolíficas, esta condición ha hecho que se busquen alternativas de manejo para contrarrestar los efectos sobre el cultivo que conlleva esta alta reproducción (Hepher y Pruginin 1989).

De acuerdo con lo expresado por el Biólogo Alvaro Otárola ⁷, lo más conveniente en los sistemas productivos es el uso de individuos machos, de esta manera no solo se elimina la reproducción indeseable si no, que se logra mantener la uniformidad en los estanques y a la vez se obtienen mejores rendimientos porque los machos ganan peso mas rápidamente.

El presente trabajo esta planteando bajo el marco de la normativa orgánica y considerando lo que establece claramente su reglamento en cuanto a la prohibición absoluta del uso de hormonas para reversión de sexo, se hace necesario plantear una alternativa para el manejo de reproductores ya que es indispensable para el sistema la producción de alevines machos viables.

Por lo anterior para esta propuesta se empleará como alternativa la producción de machos por la técnica de hibridación interespecífica. Esta técnica implica el cruce de dos especies diferentes afines etológica y genéticamente, con el fin de obtener individuos monosexo, logrando a su vez un mejoramiento en sus características fenotípicas. Cabe resaltar que la pureza genética es fundamental para obtener buenos resultados (Castillo 2003).

Ix—————

⁷ Biólogo INCOPECA: Comunicación personal

Las cruces que han logrado los mejores resultados en cuanto a la obtención de un alto porcentaje de machos próximo al 100%, dependiendo de la pureza genética de los reproductores son los siguientes:

Cuadro 10. Cruces para la obtención de híbridos machos tilapia

Machos	Hembras	% de machos en F1
<i>O. hornorum</i>	<i>O. niloticus</i>	100
<i>O. aureus</i>	<i>O. niloticus</i>	100
<i>O. niloticus</i>	<i>O. hornorum</i>	75
<i>O. aureus</i>	<i>O. mossambicus</i>	75
<i>O. hornorum</i>	<i>O. mossambicus</i>	75
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. niloticus</i>	80
<i>O. niloticus</i>	<i>O. hornorum</i>	75

Fuente: Buddle (1984)

Según Buddle (1984), el cruce más utilizado en tilapicultura es el de machos *O. aureus* X hembras de *O. niloticus*, que garantiza una descendencia de 100% de machos de excelentes condiciones y características, resistentes a bajas temperaturas, buen rendimiento en filete y acelerado crecimiento.

Contemplando que en la actualidad el INCOPECA cuenta con reproductores de *O. aureus* y *O. nilotica*, se determinó que para este proyecto se utilizaran machos de *O. aureus* y hembras *O. nilotica*. El Biólogo Efraín Duran⁸ señala que en INCOPECA se ha podido determinar que una hembra de 300 gramos de peso, es capaz de producir aproximadamente 300 alevines viables.

Este comportamiento es menor al señalado por Espejo (2001), quien indica que una hembra que pese en promedio 200 gramos puede producir 370 alevines, pero superior al informado por Popma y Green (1990) que indica que una hembra de 200 gramos puede producir aproximadamente 0.5 alevines viables por gramo de peso.

lxi_____

⁸ Biólogo INCOPECA. Comunicación personal

El tamaño ideal para la selección de reproductores se encuentra entre los 160 y 300 gramos, a partir de tallas superiores a ésta, la motilidad espermática en el macho se ve fuertemente afectada y las hembras presentan taponamiento del oviducto, lo que interfiere con la oviposición (Espejo 2001).

Características generales de los Reproductores seleccionados

Oreochromis nilotica. Especie fitoplanctófaga y/o zooplanctófaga muy apta para el cultivo debido a las altas producciones que de ella pueden obtenerse. Es la tilapia más cultivada. El color de su cuerpo es verde olivo o metálico con el vientre plateado y presenta de 3 a 4 hileras de dientes robustos y gruesos (Morales 1974).

Oreochromis aureus: Esta especie basa su alimentación en detritus y en animales de pequeño tamaño que habitan en el lógamo orgánico de la capa superior del fondo. Sus tasas de crecimiento y rendimiento en condiciones de cultivo son muy favorables. Su cuerpo presenta color gris azulado, con cabeza oscura y vientre claro con manchas difusas rojizas, la aleta dorsal fuertemente coloreada de rosa a rojiza (Espejo 2001).

Parámetros para la selección de reproductores

La sobrevivencia de los alevines depende de que se haga una adecuada selección de los reproductores, que las condiciones del medio sean buenas, y que se mantenga al máximo la pureza en las líneas parentales, además deben tomar en consideración las siguientes características (Castillo 1993).

- Peso de 250 a 300 gr
- Talla de 12 a 13 cm
- Edad de 6 a 12 meses
- Deben tener la cabeza y cola pequeña en relación al resto del cuerpo (mayor proporción de carne)
- Deben estar sanos sin parásitos ni malformaciones.

- Ambos reproductores deben tener pesos similares o que las hembras no superen la talla de los machos.

Manejo de reproductores

Los reproductores serán colocados en estanques de tierra, donde estarán permanentemente separados por sexo, cuando el pez adquiriera la talla adecuada para la reproducción serán sembrados en estanques adicionales para que se realice el apareamiento y la obtención de alevines, considerando la proporción de 3 hembras por cada 2 machos. Por lo tanto el sistema requiere de 72 hembras y 48 machos, 55 hembras serán sembradas directamente en los estanques de apareamiento junto con 37 machos para la obtención de los alevines, los peces restantes serán ubicados en estanques independientes con el objetivo de reemplazar a los reproductores activos en el próximo ciclo.

Se considero un 30% de reemplazo para los reproductores. Después de un ciclo productivo los reproductores serán llevados a estanques independientes para su descanso, para ello serán sexados manualmente antes de ser trasladados.

Los reproductores se manejaran a una densidad de 1.5 pez/m³, en estanques de tierra con una profundidad máxima de 1.0 m, dichos estanques tendrán una dimensión de (6 m ancho por 10 de largo).

Parámetros óptimos para los estanques de reproducción

- Temperatura: 24° a 29°C
- Dióxido de carbono: 5 a 6 ppm
- Salinidad: 0 ppm
- Turbidez: 25 cm
- pH: 7 - 8
- Amonio: 0,1 ppm

- Nitritos: 4,6 a 5 ppm
- Alcalinidad y dureza: 80 a 100 mg de CaCO₃/L

Producción de Alevines

El alevín corresponde a la etapa siguiente a la eclosión, dura alrededor de 3 a 5 días y la sobrevivencia se basa en los nutrientes aportados por el saco vitelino. Al terminar esta fase, el alevín presenta una talla de 0,5 a 1 cm, posterior a esta talla se le considera juvenil. La etapa juvenil va de 1 hasta 10 cm, se alcanza aproximadamente a los dos meses de edad.

Se procederá a colectar los alevines a los 15 días, se utilizarán para este propósito baldes plásticos, se espera cosechar alevines que tengan tallas entre 0,7 y 1.0 cm, por lo tanto se utilizará un tamiz que tenga un diámetro de 0,7 cm, toda la operación se realizará por la mañana y los alevines serán colocados en los estanques el mismo día.

Se colocarán en 2 estanques con dimensiones de 10 m de ancho por 20 largo, a una densidad de 41,3 alevines /m³, por lo que en cada estanque se sembrarán 8266 alevines, para un total de 16532 alevines que es el número que se requiere.

De los estanques de alevinaje se extraerán los individuos que superen los 10 cm de talla y que tengan pesos superiores a los 50 gramos, esto con el fin de garantizar la mayor supervivencia a la hora de realizar la siembra en los estanques para desarrollo hasta el peso de cosecha, la separación se realizará con un tamiz de 10 cm de diámetro, que permita segregar aquellos peces que tengan tallas inferiores a ésta, los individuos que no superen los 10 cm permanecerán en el estanque hasta que adquieran la talla requerida.

Los juveniles seleccionados serán transportados a los estanques de cría en baldes a una baja densidad, para que los mismos sufran el menor estrés posible, además el mismo día que se cosechen serán sembrados en el estanque donde realizarán todo su proceso

de desarrollo. Las operaciones se realizarán siempre por la mañana. Se utilizará una densidad de 1 pez/m³, por lo tanto se colocaran 2000 juveniles por estanque, por lo tanto se contara con 5 estanques de 34 m de ancho por 60 m de largo.

Para efectos de cálculo se utilizó los datos de mortalidad reportados por INCOPECA para sistemas semiintensivos, se considera a priori que para un sistema orgánico la mortalidad será menor a la del sistema convencional, no obstante la estimación se realizó utilizando los valores reportados por INCOPECA.

Cuadro 11. Mortalidad estimada y número de alevines necesarios por fase para la obtención 10000 peces/ha o 5000 kg/ha para el sistema orgánico de 1 pez/m³

Fase	Mortalidad %	Requerimiento
Alevín	25	16532
Juvenil	15	13225
Adulto	15	11500

Fuente. Elaborado por la autora

Manejo Sanitario

Consuelo Vásquez es una de las investigadores que más ha trabajado en la patología de peces de cultivo, de su trabajo del año 2001, se han extraído las principales enfermedades de los sistemas productivos. De acuerdo con lo señalado por la investigadora la mayor frecuencia, de enfermedades se da en sistemas intensivos de cultivo como (jaulas, raceways, de recirculación parcial o total).

Los patógenos y los parásitos conviven en los sistemas de cultivo junto a los peces, por lo que se necesita solamente un leve desequilibrio del sistema como (altas densidades, descuido en la calidad del agua del cultivo, inadecuada nutrición, disminución en las temperaturas o manejo inadecuado) para que comiencen a aparecer problemas sanitarios.

La tilapia muestra una sensible reducción en su respuesta inmunológica cuando el factor temperatura no es acorde a sus requerimientos. A bajas temperaturas, entre los 16 a 18°C, su respuesta de defensa disminuye sensiblemente y prácticamente se inhibe.

Aunque la mayoría de los patógenos y parásitos también disminuyen su actividad a bajas temperaturas en los ambientes de cultivo, donde la carga orgánica es alta, las poblaciones de estos organismos son también altas y suficientes para desencadenar el inicio de procesos patológicos (Prieto *et al.* 1991)

Cuando los cultivos se mantienen a temperaturas constantes, dentro de la faja de 24 a 32°C, los peces son menos propensos a la parasitosis y enfermedades, a menos que la calidad del agua disminuya y el manejo nutricional y la alimentación no sean los correctos o que las densidades empleadas sean muy altas (Silveira *et al.* 2000).

Los cultivos intensivos aumentan la posibilidad de contacto entre los peces y por lo tanto los predisponen a las enfermedades. Asimismo, una intensa alimentación aumentará la carga orgánica en los estanques y se favorecerá la multiplicación de los patógenos, ya que el material orgánico es un excelente sustrato para el crecimiento y multiplicación masiva de bacterias y hongos, sirviendo además como alimento a gran número de parásitos.

La disminución de oxígeno en el ambiente de cultivo, el aumento de sustancias de desecho metabólico de los propios peces (anhídrido carbónico, amoníaco, nitritos y otros) aumenta también los riesgos y disminuye la posibilidad de defensas de los peces.

Antes de adoptar medidas para controlar las enfermedades, es fundamental entender la relación existente entre los peces, y su medio ambiente. Por ello es importante que el productor aprenda a *prevenir las enfermedades* cuidando con atención el medio de cultivo. Varios de los parásitos existentes en este medio, al atacar a los peces producen

la apertura para una invasión secundaria de bacterias que pueden llevar a la muerte a los animales, con gran pérdida económica para el productor (Vázquez *et al.* 2001).

Sintomatología

Cuando los peces tienen pérdida del apetito, nadan en espiral o vertical, se agrupan en la superficie o cerca a la entrada del agua, presentan ulceraciones o desgarramientos de la piel y aletas, es síntoma de deficiencia de oxígeno o de enfermedad (Prieto *et.al* 1991).

En todo sistema productivo la presencia de enfermedades es algo normal y por consiguiente lo más acertado es tratar de atenuar la propagación y la incidencia de las mismas, en modelos convencionales existen innumerables tipos de agentes químicos para combatirlas, no obstante en sistemas orgánicos estos productos están completamente prohibidos, como lo señala con detalle la norma orgánica descrita en el Capítulo 2 del presente trabajo.

Por lo tanto, para la elaboración de esta propuesta es necesario explorar nuevas alternativas para controlar las posibles enfermedades, cabe mencionar que en la actualidad existe poca investigación al respecto pero la mayoría está orientada hacia la implementación de extractos naturales.

En Cuba se han realizado diversas investigaciones para evaluar la acción terapéutica de diferentes extractos de plantas para el control de parásitos y bacterias (Silveira *et al.* 2000).

A continuación se detallan algunas de las plantas más utilizadas y el efecto terapéutico de las mismas.

Cuadro 12. Plantas medicinales evaluadas contra patógenos de organismos Acuáticos

Nombre científico	Nombre común	Uso terapéutico
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	Parasitocida
<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca	Parasitocida
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Parasitocida
<i>Eucalyptus sp</i>	Eucalipto	Antibacteriano
<i>Pinus sp.</i>	Pino	Antibacteriano
<i>Schinus</i>	Copal	Parasitocida
<i>Calendula officinalis L.</i>	Ajo	Antibacteriano
<i>Cassia alata L.</i>	Caléndula	Antibacteriano
<i>Plantago major</i>	Orégano francés	Antibacteriano

Fuente: Silveira *et al.* (2000).

En el siguiente cuadro se observan los niveles de efectividad de los extractos ensayados, esta información resulta valiosa considerando que en el país contamos con las especies que se describen, por consiguiente es factible su uso en el modelo orgánico propuesto.

Cuadro 13. Efectividad de los extractos ensayados sobre ectoprotazoos parásitos

Especie utilizada	Tiempo de exposición Minutos	Concentraciones ensayadas ml/ litro (% eficiencia)			
		4 ml/l	2 ml/l	1 ml/l	Control
Albahaca	15	25%	0	0	0
	30	75%	0	0	0
	60	100%	0	0	0
Pino	15	0%	0	0	0
	30	50%	0	0	0
	60	90%	0	0	0
	120	100%	0	0	0
Guayaba	15	90%	0	0	0
	30	100%	0	0	0
	60				
	120				
Romero	15	1.75 ml/l	0.75 ml/l	0.35 ml/l	Control
		100%	100%	100%	0

Fuente. Silveira *et al.* (2000)

Una alternativa de control contra hongos y parásitos externos es la aplicación de sal blanca en los estanques de la siguiente manera: se debe bajar el nivel del agua en un 30%, se aplicaran 200 gramos de sal por metro cuadrado para ello se debe (hacer una disolución de la sal en agua e incorporar de manera uniforme al estanque) 2 horas después del tratamiento, se repone el volumen normal del estanque, debe repetirse el tratamiento dos veces dejando un día por medio entre cada uno.

Para un sistema de esta naturaleza es de esperar que si las condiciones de los estanques son adecuadas los peces se enfermen muy poco, esencialmente por que el hecho de manejar una, baja densidad de siembra 1pez/m³ versus 4-15 peces/m³ en sistemas semiintensivos y mas de 50 peces/m³ en intensivos, permite la reducción del stress, la competencia por espacio, alimento y oxígeno y esto como se ha mencionado anteriormente contribuye a disminuir la incidencia de enfermedades, cosa muy distinta a lo que ocurre en un sistema con altas densidades.

Cabe indicar también que la tilapia es ya de por sí un organismo sumamente resistente, que responde bien al confinamiento y que es poco susceptible en general a condiciones adversas del medio, por tal razón es de esperar que el manejo sanitario no sea una limitante en un sistema como éste. De alguna manera al garantizar que las condiciones de cultivo sean las más naturales, estamos propiciando una respuesta inmune más eficiente en los peces.

Fertilización Orgánica

Por definición se dice que un abono orgánico es cualquier producto cuyo origen sea principalmente natural, esto es, que sea producto de la actividad de otros organismos vivos (Soto 2003). Entonces son sustancias naturales que en los estanques permiten incrementar las poblaciones de organismos que son fácilmente consumidos por los peces. Tales organismos son principalmente fitoplancton, zooplancton e insectos.

Fertilizantes orgánicos: abonos animales

En muchos casos, especialmente en las granjas pequeñas, los fertilizantes orgánicos constituyen el modo más efectivo y barato de aumentar la disponibilidad de alimentos naturales en los estanques. La mayoría de materiales de desecho, se pueden utilizar como fertilizantes orgánicos.

Los más comunes son:

- abono animal, la mayor parte proveniente de los animales de granjas certificadas o de sistemas extensivos
- desechos agro industriales
- lixiviados de biodigestores
- vegetación natural
- compost, una mezcla de diversos tipos de materia orgánica.

Abono animal como fertilizante orgánico

El uso del abono orgánico nos brinda las siguientes ventajas:

- Es utilizado por los peces como alimento directo, puede reemplazar parcialmente los alimentos complementarios. Algunos peces como la tilapia, se pueden producir en grandes cantidades sin alimentación adicional simplemente, realizando una adecuada fertilización que potencie la productividad del estanque.
- El abono animal es una fuente adicional de dióxido de carbono (CO₂), que es muy importante para la utilización eficiente de los nutrientes presentes en el agua.
- Permite incrementar la población de bacterias en el agua, esto acelera la descomposición de la materia orgánica.
- Representa un beneficio no sólo sobre la estructura del suelo del fondo del estanque si no, también sobre la fauna permitiendo la proliferación de organismos como :
 - Zooplancton: Copépodos con la Familia Cyclopodidae; Cladóceros con las familias Bosminidae, Daphniidae, Sididae y Moinidae; Rotíferos con la familia Brachionidae.
 - Fitoplancton Desmidiaceae
 - Perifiton diatomeas ,Navícula sp³, Vorticella.
 - Macroinvertebrados :Trichópteros, Coleópteros, Dípteros, Efemerópteros, Hemípteros, Gasterópodos, etc.

Composición de los abonos animales

La composición química de los abonos orgánicos varía mucho, dependerá entonces de la edad, sexo, tipo de alimentación y también del manejo que se le de al propio abono, es decir su grado de frescura, las condiciones de almacenamiento y la tasa de dilución

en agua. Es preferible utilizar el abono proveniente de bovinos y cerdos cuando es fresco, en cambio se puede almacenar el abono proveniente de pollos y patos.

En todo el mundo, la mayoría del abono animal se obtiene de un número limitado de especies, tales como búfalos, vacunos (bueyes, vacas lecheras o de engorde), caballos o asnos, ovinos, cabras, cerdos, conejos y aves (pollo, patos, gansos).

El excremento de los pollos o gallinaza es el más rico en nutrientes. El estiércol de cerdo habitualmente es más rico que el de ovejas o gansos. El estiércol proveniente de vacunos y caballos es más pobre en nutrientes, especialmente si los animales se alimentan sólo de forrajes. En el cuadro (8) del anexo se detallan los contenidos promedios de N-P-K que aportan las excretas de distintos especies.

Al seleccionar un abono se debe contemplar que éste pueda disolver y dispersar fácilmente en el agua. Son preferibles los excrementos líquidos o los excrementos sólidos de aves, dado que los excrementos de vacunos o caballos habitualmente contienen mucha celulosa insoluble, especialmente si están mezclados con la cama del establo (Soto 2003).

Se debe presentar en forma de pequeñas partículas y no en trozos grandes. Debe ser lo más fresco posible, los estanques nuevos con suelo arenoso, pueden fertilizarse inicialmente con abono de vacunos ya que al tener un alto contenido de fibras contribuyen a formar el fango del fondo (Arredondo 1991).

Hopkins y Cruz (1982), consideran que la gallinaza es una de las mejores fuentes a utilizar, indican que se debe incorporar de 100 - 110 kg/ha/día, a su vez González et al (1987) señala que la adición debe ser con un aumento progresivo empezando con 55 hasta llegar a 175 kg/ha/día para fertilizar.

Schroeder y Buck (1987) utilizaron 125 kg/ha/día y Asbana (1983-1984) recomendó la incorporación de una cantidad fija de 150 kg/ha/día, Burns y Stickney (1980) recomiendan una dosis máxima de 100 kg/ha/día.

De acuerdo con Espejo (1997), en los sistemas extensivos colombianos se indica que las dosis más efectivas corresponden a:

- Porquinaza 60 g/m²/semana
- Gallinaza 17 g/m²/semana
- Bovinaza 70 g/m²/semana

En estanques pequeños, con un tamaño que en general varía de 100 a 300 m², se recomienda aplicar una vez o preferiblemente dos veces por semana, uno de los siguientes abonos:

- excremento de aves, 4.5 kg/100 m²
- estiércol de ovejas o cabras, 3 kg/100 m²
- estiércol de cerdo, 6 kg/100 m²
- estiércol de vacunos o caballos, 5 kg/100 m²
- cama del establo de vacunos o caballos, 15 kg/100 m²

Propuesta de Fertilización para el sistema orgánico.

Para esta propuesta se parte del hecho de que la finca, cuenta con los animales requeridos para obtener las excretas necesarias para fertilizar los estanques. Si el productor no cuenta con animales éste podría representar un problema considerando que el abono de acuerdo con la norma orgánica debe proceder de sistemas certificados o al menos extensivos.

El programa de fertilización requiere de la aplicación de 20 a 30 kg de nitrógeno y 2 a 3 kg de fósforo por hectárea cada 14 días. Para alcanzar estos valores se deberá aplicar la siguiente cantidad de abono orgánico.

Cuadro14. Requerimiento de abono para fertilización orgánica

Requerimiento de abono orgánico/ ha/14 días
Estiércol de aves 500 Kg./ha.
Estiércol de cerdo 700 Kg./ha.
Estiércol de vaca 1000 Kg./ha.

Fuente: Woynarovich (1985)

El Anexo 8 muestra los porcentajes de excretas diarios que aportan los distintos animales según su peso vivo. Para los cálculos se utilizaron dichas estimaciones.

El abono no se aplicará de una sola vez, pues esto reduce bruscamente los niveles de oxígeno, por lo tanto se fraccionará la dosis de la siguiente manera: estiércol de aves 35.7 kg/ha/día, cerdaza 50 Kg./ha/día, boñiga 71.4 Kg./ha/día.

Por consiguiente se requieren 0,0157 kg/m² de abono orgánico, por lo tanto para los estanques de producción se requieren 157,1 kg/estanque/día, para los de reproducción 9,42 kg/estanque/día y los de alevines 5,652 kg/estanque/día, el estanque de *Lemna sp* requiere 41.92 kg/día. Para la obtención diaria de este volumen de abono se requieren:

Cuadro 15. Requerimiento de animales y excretas en gramos/ha/día para estanques de producción

Especie	Excretas/gr/día	Requerimiento gr/ha/día	Kg/ha/día	Requerimiento Animales
Vaca	4050	71400	71.4	18
Cerdo	490	50000	50	102
Aves	3,2	35700	35.7	11156
Total		157100	157.1	

Fuente: Elaborada por la autora

En el siguiente Cuadro se detalla el requerimiento de abono orgánico para los estanques de reproductores y alevines.

Cuadro 16. Requerimiento de animales y excretas en gramos/ha/día para estanques de reproducción, alevines y *Lemna sp*

Especie	Excretas/gr/día	Requerimiento gr/ha/día	Kg/ha/día	Requerimiento Animales
Vaca	4050	25920	25,92	7
Cerdo	490	18150	18,15	37
Aves	3,2	12950	12,95	4047
Total		57000	57,00	

Fuente: Elaborado por la autora

En total para todo el sistema se requieren 214,1 kg/ día, para ello se requieren 25 vacas, 139 cerdos y 15203 aves.

La aplicación se realizará sobre las márgenes y lugares menos profundos del estanque (preferentemente serán aplicados en horarios de máxima luminosidad) (Ver anexo 9).

Se ajustará permanentemente según sea el requerimiento de cada estanque, de acuerdo con lo reflejado en la medición de la turbidez del agua con el disco Secchi. Para adecuar el requerimiento de fertilización se consideran las siguientes variables:

Cuadro 17. Recomendación Fertilización Orgánica

Cuándo fertilizar los estanques con abono orgánico	Si	No
Temperatura del agua a mediodía	Superior a 20° C	Inferior a 20° C
Transparencia del disco de Secchi	Superior a 40 cm	Inferior a 40 cm
pH del agua al atardecer	Inferior a 9	Superior a 9
Oxígeno disuelto antes del amanecer ¹	Superior a 3-4 mg/l	Inferior a 3-4 mg/l

Fuente: Huet (1998)

Manejo Nutricional

Las tilapias son muy heterogéneas en cuanto a su tipo de alimentación, se dividen en tres grandes categorías: omnívoras, fitoplantófagas y herbívoras. Su capacidad para adaptarse a diferentes alimentos se debe a la presencia de su doble dentición tanto a nivel mandibular como faríngea, esto les permite ingerir los distintos tipos de alimentos sin problema (Tacon 1989).

Los juveniles se alimentan preferentemente de plancton, los adultos de algas, macrofitas, detritus y se adaptan con facilidad a la alimentación artificial, razón por la cual *O. niloticus* y *O. aureus* se consideran como las especies más adecuadas para el cultivo, debido a su rápido crecimiento y a la gran capacidad de utilización del alimento natural así como suplementario (Luquet 1991).

Alimento Vivo

Conformado por los organismos del plantón, perifitón y bentos. En estanques bien fertilizados se desarrollan poblaciones de crustáceos, insectos, moluscos y anélidos, hongos, bacterias, larvas, con alto potencial para ser explotados.

Para el desarrollo de este sistema orgánico se hace indispensable la implementación de alimento natural ya que la norma orgánica prohíbe la utilización de alimento balanceado de origen convencional.

Los investigadores en este tema consideran que la alimentación complementaria así como una adecuada fertilización orgánica son fundamentales para garantizar el éxito productivo, no obstante señalan que es un campo poco entendido aun.

Los peces como todos los animales, requieren de una nutrición adecuada para poder crecer y sobrevivir. El estanque ofrece una gran variedad de alimentos tanto de origen animal como vegetal, además de diversos nutrientes disueltos en el agua. Muchos de

los iones suspendidos pueden ser absorbidos directamente a través de las branquias o también deglutidos con el alimento (Bardach y Lager 1990). En los cuadros (7) del anexo se detalla los requerimientos específicos de proteína, vitaminas, minerales y energía de la especie.

Estrategias de Alimentación

En un sistema acuícola los niveles de alimentación están relacionados con la edad del animal, la etapa fisiológica (reproductores, alevines, engorde) y con las condiciones del medio.

Uno de los aspectos claves a la hora de alimentar es considerar la frecuencia con la que debe suministrarse la ración, ésta dependerá en gran medida de la temperatura del agua y del peso de los peces.

De acuerdo con las investigaciones de Luquet (1991), la tilapia tiene hábitos alimenticios continuos y un estómago de pequeña capacidad, por lo que es recomendable alimentar varias veces al día.

Umaña (1991) reporta que en sistemas que solamente se fertilizaron los estanques se logró una tasa de crecimiento de 0.75 g/día, en el trabajo reportado por González *et al.* (1987) fue de 0.80 g/día con una tasa de fertilización de 110 kg/ha/día y una densidad de 1.5 peces/m³, para los híbridos de *O.hornorum* X *O.mossambicus*.

Greem *et al.* (1980) reportó un valor de 1.14 g/día y Hopkins y Cruz (1982) de 0.84 gr/día, con tasas de fertilización de 72 y 151 kg/ha/día y densidades de siembra de 1 a 2 peces/m³ respectivamente.

ASBANA (1983-1984) reporta un valor de 0.64 gr/día para híbridos a una densidad de 1.6 peces/m³, con una fertilización de 100 kg/ha/día, Bayne y Dunseth (1976) indican un valor de 0.55gr/día para a *O.aureus* a una densidad de 3 peces/m³ y una tasa de fertilización de 27 kg/ha/día.

El Cuadro 18 detalla los rendimientos obtenidos en países de la región, bajo modelos extensivos, implementando fertilización orgánica.

País	Fuente	Estanques m ²	Densidad siembra Peces/ m ³	Días de cultivo	Peso de cosecha gramo	Ganancia diaria peso en gramos
Panamá	R. Morales	100 a 10000	0.5 a 2	180 a 365	250 a 400	0.5 a 1.2
Guatemala	J. Castillo	150 a 300	1 a 2	240	114	0.5
Honduras	M. Sarmiento	No	1 a 2	330	150 a 350	no
	W. Lanza					
Costa Rica	E. Duran	No	0.5 a 1	no	500	no

Fuente: Simposio Centroamericano cultivo tilapia 1995.

Como en el sistema orgánico propuesto la densidad de siembra es baja 1 pez/m³ y se realizará la correspondiente fertilización es de esperar que la ganancia diaria de peso sea similar a la reportada en la literatura. Para propósitos del análisis se consideró una ganancia diaria de 0,75 gr/día en este proyecto.

Entre los materiales que se pueden considerar como alimento suplementario o que provengan de sistemas orgánicos preferiblemente se incluyen:

- Desechos de fabricación de cerveza: restos agotados (granos) y levadura.
- Desechos de pasturas/granos: hojas, ramas, raíces, tubérculos, cascarillas y semillas.
- Macrófitas acuáticas: plantas flotantes y emergentes
- Desechos de frutas: cáscaras, fruta dañada y pulpa.
- Cascarillas y residuos de cereales: brácteas y salvado.
- Desechos de caña de azúcar: bagazo (como ensilado), melazas
- Invertebrados terrestres: lombriz de tierra, caracoles e insectos (incluyendo larvas y pupas).
- Animales acuáticos: larvas de quironómidos, poliquetos, ranas picadas, renacuajos, crustáceos

Preparación y presentación del alimento

Para efectos de este sistema el alimento será presentado de forma sencilla, simplemente se suministrará en su forma fresca o picada. Hepher y Pruginin (1989) señalan que esta estrategia de alimentación es la más adecuada para estanques con baja densidad de siembra y alta productividad natural.

Puesto que el alimento natural del estanque juega un papel gradualmente menor, conforme se aumenta la talla de los peces, es necesario que se proporcione alimento suplementario. Ya que no existe una tabla específica para suplementar tilapias con alimentos alternativos, de acuerdo con la literatura consultada, se optó por aplicar para este sistema la recomendación de Hepher y Pruginin (1989), que indica que para estanques de tilapia la tasa de alimentación deberá ser menor que la recomendada para carpas por lo tanto este será el parámetro utilizado para adicionar alimento a los peces.

En el sistema propuesto se alimentará a los individuos 4 veces al día durante el periodo comprendido de las 8.00 am hasta la 2.00 pm, con intervalos de dos horas entre cada alimentación.

A continuación se detalla el régimen alimenticio para crías de tilapia adaptado de la recomendación para carpas (Hepher y Pruginin 1989). Este sistema de alimentación se empleará únicamente en los estanques de producción, los alevines y reproductores se alimentarán únicamente con lombriz roja y la productividad primaria del estanque.

Antes de sembrar: Se prepara el estanque poniendo 22.5 ton/ha de abono verde, para este propósito se puede utilizar cualquier desecho vegetal que se disponga en la finca.

Durante el primer mes después de sembrar: Diariamente se adicionará pequeñas plantas verdes (lemna) 40-70% de la biomasa ó 20 kg/10,000 crías. Se suplementará 300 g/10,000 crías (3-3.6 cm) de lombrices rojas cultivadas para este propósito. Se

incorporará al estanque cada 15 días 3.75–5.25 ton/ha de hojas verdes suaves o rastrojos o follaje.

Después del primer mes: Se alimentara diariamente con plantas acuáticas (lemnna), 30–50% más que el primer mes, incrementando la cantidad gradualmente. Se suplementara diariamente con lombrices roja, a razón de 500, 800, 1400 , 2000, 3000g/10,000 peces de 3,6–4,8 cm, 4,8–6,0 cm, 6,0–7,5 cm , 7,5–12 cm y 12-15 cm de tamaño, respectivamente. También se adicionaran hojas verdes suaves como: morera, maní forrajero, leucaena o rastrojos de la finca, cada 10–15 días, pero la cantidad se reduce a 1,5 ton/ha.

Contemplando lo anterior y considerando que en el país contamos con ambas fuentes se optó por utilizarlas como fuentes alternativas, no solo por que son fáciles de adquirir sino por que tienen altos porcentajes de proteína y son muy digeribles para los peces.

En general las especies de Lemnaceas presentan un buen balance de aminoácidos, destacándose en su composición la metionina, lisina, treonina, triptófano y la leucina. La composición química de esta planta según diferentes investigadores, en % de peso seco varia de la siguiente forma:

- Proteína: 6,8 – 45,0
- Fibra cruda: 5,7 – 16,2
- Ceniza: 12,0 – 27,6

La *Lemna sp*, en su estado fresco, se ha utilizado para sustituir el 50 % de la proteína convencional de la dieta (harina de pescado y harina de soya) en la alimentación de peces, obteniéndose resultados alentadores con respecto a la supervivencia y talla al término del ciclo productivo. Al utilizar este sistema, en un solo estanque de 0,6 ha, se produjeron en un año 4,5 Tm de tilapia y se calculó que se puede duplicar el rendimiento a 10 tm/ha/año (Ponce y Fitz 2004).

Arrivallaga et al. (1987) realizaron un experimento donde obtuvieron producciones de tilapia de 3,7 Tm / ha/ año a partir de la fertilización de las aguas con excretas y de 13,4 Tm/ ha / año con la adición de plantas acuáticas como suplemento alimenticio.

Para que la producción de estas plantas sea posible deben existir condiciones de pH entre 6,5 y 7,5 y temperaturas de 27 °C, con una adecuada carga de nutrientes en el medio de cultivo, espacio suficiente para su desarrollo y una efectiva protección contra las corrientes de agua o de viento.

El rendimiento en biomasa fresca es de 0,4 Tm /ha / día lo que equivale a 400 kg/ha/día, lo que indica que se producen 40gramos/m² (Becerra *et al.*1995). Como el requerimiento diario es de 30 kg/ha/día se dispondrá de un canal de 174 m largo por 15m ancho para el desarrollo de la macrófita, proyectándose una producción de 34.8 kg/ día/m² por lo tanto diariamente se cosecharán 850m². Se distribuirá el área del canal en tres porciones para establecer un sistema de rotación para la cosecha y lograr así la recuperación de la *lemna sp* después de cada cosecha. Cabe resaltar que esta especie tiene un crecimiento muy explosivo por lo tanto en término de 1 día es capaz de regenerar todo el tejido vegetal removido.

La lombriz roja (*Eisinoea foetida*), por su parte es dentro de las lombrices conocidas una de las que tiene mayor porcentaje de proteína en la composición de su carne. De acuerdo con el tipo de alimentación suministrado los porcentajes de proteína presentes en la carne oscilan entre el 68 a 82%, por lo tanto constituye un complejo proteico excepcional, se suplementará fresca.

Considerando que una lombriz tiene un peso adulto de 1 gramo y que diariamente se requieren 0.2 gramos/ pez se estimo que se necesitan 2000 gramos diarios y anualmente 730000 lombrices, se requieren 60834 lombrices mensuales, considerando que una lombriz es capaz de producir 10 a 15 lombrices cada 21 días, se estima que con 5 kilogramos en el establecimiento inicial se tendrán en el primer mes aproximadamente

50000 gramos, por lo tanto esta cantidad es suficiente incluso para suplementar a todos los peses durante 25 días sin necesidad de que las lombrices se reproduzcan, no obstante el ciclo se duplica cada 45 o 60 días según las condiciones, por lo tanto los 5 kg del establecimiento son más que suficiente.

El objetivo de suplementar a los peces con estas fuentes es lograr acortar el ciclo productivo y mejorar la ganancia de peso.

Cosecha de los peces

Los peces serán cosechados por las mañanas y se extraerán todos los peces del estanque el mismo día, la actividad se realizará con una red de arrastre.

Manejo antes de la cosecha

Para evitar los sabores indeseables en los peces se procederá a suspender la fertilización del estanque al menos dos días antes de la cosecha, además se drenará parcialmente el estanque dejando el nivel a 60 cm.

Otra opción es trasladar los peces a un estanque con agua fresca, limpia y dejarlos al menos unas 6 horas, o si es posible 1 día.

Comercialización

Los peces se cosecharán con pesos de 500 gramos, se venderán enteros y frescos. Se espera cosechar 11 meses después de que se de la siembra de los alevines.

Viabilidad Ambiental

La producción alimentaría tiene invariablemente efectos ambientales, por lo tanto es responsabilidad de todo proyecto productivo garantizar el menor impacto posible a los sistemas naturales y a la vez proponer medidas de mitigación para atenuar los efectos adversos sobre el ambiente.

El sistema productivo propuesto implica el uso de tecnología limpia, no obstante siempre tiene efectos ambientales; el objetivo primordial de este sistema es que se promueva la salud y el bienestar animal así como la rentabilidad del mismo.

Con el fin de garantizar que esto se cumpla es indispensable considerar el marco legal vinculante, para que efectivamente un productor obtenga los permisos de funcionamiento y pueda poner en marcha su proyecto.

Para tal efecto es necesario considerar lo estipulado en la Ley de Pesca y Acuicultura N° 8436, de Costa Rica, específicamente lo correspondiente a la normativa sobre el fomento acuícola Artículos 80 - 91 capítulo 1, así como lo expuesto en el Capítulo 2 artículos 92 - 97. En cuanto al otorgamiento de permisos, licencias y concesiones es necesario considerar los artículos 101- 111 y 113-114, 119-121 de la ley de pesca. Además las siguientes leyes Ley de Aguas, Ley Forestal, Ley de Biodiversidad entre otras.

Para realizar la ejecución del proyecto es indispensable contar con el aval de la SETENA (Secretaria Técnica Ambiental), que es el ente encargado de emitir el diagnóstico y otorgar la viabilidad para que el proyecto pueda funcionar.

Dentro de los pasos a seguir destacan los siguientes:

1. Evaluación Ambiental Inicial
2. Confección de alguno de los instrumentos de evaluación ambiental que corresponda según el nivel de riesgo de la actividad.
3. Control y Seguimiento ambiental de la actividad, a través de los compromisos ambientales establecidos.

Aun cuando un sistema orgánico representa un menor impacto ambiental igualmente es indispensable conocer cuáles son los pasos necesarios para que se logre el

establecimiento del proyecto, apegados a lo estipulado en la legislación vigente y vinculante en Costa Rica (Decreto No. 32712 - MINAE 2005).

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS FINANCIERO

Indicadores financieros

La evaluación del proyecto pretende medir cuál es la viabilidad financiera y la aceptabilidad económica del sistema productivo, Polo (1989) indica que este objetivo se logra estimando cuales son las inversiones, los ingresos y egresos en definitiva, cual es la rentabilidad real del proyecto.

El estudio financiero sistematiza la información de todos los estudios previos, con el fin de cuantificar la inversión en los activos que requiere el proyecto y la determinación del capital de trabajo inicial necesario para el funcionamiento normal según Sapag (1990).

De acuerdo con Marín y Ketelhohn (1995) los métodos de evaluación se pueden clasificar en dos grupos fundamentales:

- Métodos aproximados. Incluye el periodo de recuperación y rentabilidad contable o tasa de rendimiento contable.
- Método fundamentado en el valor cronológico de los flujos de efectivo, que tienen importancia como función del tiempo. Estos son: la tasa interna de rendimiento (TIR), el valor actual neto (VAN).

Según Marín, la teoría financiera moderna reconoce al VAN como el mejor método de evaluación desde el punto de vista teórico, y a la TIR como el que le segunda.

El Valor actual neto (VAN) toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre los flujos de beneficio y el valor, también actualizado, de las inversiones y otros egresos de efectivo y es la tasa que busca el inversionista. Para este proyecto se determinó que la tasa de descuento será de un 15% y es la tasa que busca el inversionista.

El VAN se puede expresar mediante la siguiente igualdad:

$$VAN = - I_0 + R_1 / (1+K) + R_2 / (1+K)^2 + + R_n (1+K)^n$$

Donde:

Inversión inicial = I_0

Flujos de efectivo por período = R_1 a R_n

Rendimiento mínimo aceptable o tasa de descuento = K

El criterio de decisión es si el valor del VAN es positivo

Tasa interna de rendimiento (TIR)

TIR representa la tasa de descuento (r), que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sean igual a los valores actuales de los flujos de inversión (negativos). Con esta tasa todos los flujos asociados al proyecto se hacen cero cuando la inversión inicial se produce en el periodo de tiempo cero, la TIR será aquel valor (r) que verifique la siguiente ecuación:

$$TIR = I_0 = R_1 / (1+r) + R_2 / (1+r)^2 + R_3 / (1+r)^3 + + R_n / (1+r)^n$$

Donde:

Inversión inicial = I_0

Flujos de efectivo futuros períodos = R_2 a R_n

r : Tasa interna de retorno

El TIR es un indicador financiero que sirve para compararlo con la tasa comercial bancaria utilizada. Si la TIR es mayor que esa tasa, se puede aceptar la opción

propuesta, por que la misma genera mas ingresos que si el dinero se coloca en un banco comercial en ese momento y no se realiza la inversión.

Relación Beneficio/Costo (B/C)

Determina el peso relativo de los beneficios de una actividad productiva con respecto a sus costos. Es útil sobre todo por que permite definir rápidamente el peso de los beneficios con respecto a los costos. Para que el proyecto sea conveniente la relación B/C debe ser igual o mayor que la unidad. Si es igual a la unidad indica que el VAN es cero.

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Suma entradas anuales totales descontadas}}{\text{Suma de salidas anuales totales descontadas}}$$

Punto de Equilibrio

La definición de este punto es de suma relevancia ya que nos indica el momento exacto donde los costos de nuestro proyecto son iguales a los ingresos. Por lo tanto nos muestra el volumen de producción necesario para garantizar que el proyecto esté en el punto donde no haya utilidad ni perdida, por lo tanto pueda sostenerse. Para efectos de cálculo se aplicara la siguiente ecuación:

$$Q = FC/P-VC$$

Donde

Q = Punto de equilibrio

FC= Costos fijos totales

P= Precio venta/ unidad

VC= Costos variables unitarios

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es un estudio de carácter bidimensional, implica por lo tanto el examen de la correlación entre dos variables, donde la variable dependiente puede ser alguno de los indicadores (VAN o TIR) y las variables independientes alguna de las cantidades o precios de los insumos de los productos (Andrade 1994).

La evaluación del proyecto será sensible a las variaciones de uno o más parámetros si, al incluir estas modificaciones la decisión inicial cambia. Por lo tanto el análisis de sensibilidad es básico para determinar si el proyecto es o no rentable.

Para el siguiente análisis se plantean los siguientes escenarios:

1. Sistema orgánico sin sobreprecio, por lo tanto precio de venta igual a 1200 colones /kilo/ tilapia orgánica
2. Sensibilidad del TIR y VAN ante cambios en el sobreprecio del producto.
3. Sistema orgánico con un sobreprecio de 200% por lo tanto un precio de 3600 colones por kilo/ tilapia/orgánica.

Evaluación económica y financiera del Proyecto

El análisis que se detalla a continuación corresponde al sistema orgánico bajo una tasa cambiaria de 520 colones por dólar, sin sobreprecio, por lo tanto el precio de venta estimado es de 1200 colones por kilo de tilapia orgánica.

Inversiones

Son el conjunto de bienes y servicios que es necesario adquirir o construir para poner en marcha el proyecto. En el caso de este proyecto las inversiones necesarias para llevar a cabo las actividades programadas son las siguientes:

1. Terreno

Se cuenta con el terreno necesario y es propiedad del productor, para efectos de esta propuesta se requiere de 1.5 Ha

2. Construcciones

Para el establecimiento de este proyecto se requiere construir 14 estanques, una bodega, una toma de agua, canales de abastecimiento y drenaje, así como un modulo para producción de lombrices.

La finca cuenta con un terreno que tiene una pendiente adecuada para el establecimiento de los estanques, se procederá a la limpieza del terreno y la construcción de los estanques utilizando un tractor tipo back hope, para la construcción de canales de abasto y el canal de *Lemna sp* se utilizara mano de obra. El costo total de la construcción de los estanques es de ₡ 11.046.720 y se detalla a continuación:

Cuadro 19. Costo Estimado de la Construcción de quince estanques para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008

Concepto	Costo unitario	Cantidad requerida	Costo Total
Obreros limpieza de terreno	690	244	168360
Horas de Tractor Back Hope	17000	630	10710000
Obreros reacomodo tierra	690	244	168360
COSTO TOTAL			11.046.720

Nota : la hora trabajo Tractor se cotizó en ₡17000, remueve 20m³/hora

Construcción de Bodega

En la actualidad se cuenta con una construcción de 60 m², la misma será organizada para cumplir como bodega y almacén de insumos, equipo monitoreo, artes de pesca, además funcionara como sala de procesos para almacenar el pescado que se comercializara. Se dividirá en dos secciones para tal efecto se remodelará la

infraestructura. El costo de la obra es de ¢788.605,20, se detalla en el cuadro del anexo (10) los materiales necesarios para su construcción.

Construcción de toma de agua y canales de conducción de aguas

Se debe construir una toma de agua que conduzca el agua hacia los canales de abasto, después de esto se construirán los canales tanto primarios como secundarios que abastecerán los estanques. También se establecerán los canales de drenaje. El costo de la obra es de 823.839,76 colones. En el cuadro del anexo (11) se detalla la lista de materiales y el costo total.

Equipo científico y otros

Se requiere de un equipo para monitorear la calidad del agua del sistema, además se comprara una red para pesca de tejido especial, romanas con capacidad para 25 kg (2), equipo de pesca (10) y Baldes (10). La inversión total es de 916.793,00 colones. El cuadro del anexo (12) se detalla estos rubros.

Resumen de las Inversiones

El siguiente cuadro resume la inversión necesaria que debe hacerse para establecer el sistema de tilapia orgánica.

Cuadro 20. Resumen de Inversiones para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008

Concepto	Descripción	Inversión Inicial
Construcción estanques	15 estanques	11.046.720
Tubería alimentación	toma de agua canales	823.840
Instalaciones	Repa y modificacion inst	788.605
Equipo científico	Unidad Calidad agua	461.993
Red	1 unidad tejido especial	160.000
Romana	2 con capacidad 25 kg	134.800
Equipo de pesca	10 unidades	150.000
Baldes	10 unidades	10.000
		13.575.958
Imprevistos 10%		1.357.596
COSTO TOTAL		14.933.554

Ingresos

Los ingresos del proyecto dependerán de la cantidad de kilos de tilapia que se coloquen en el mercado, la estimación de las ventas anuales se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 21. Estimación de Ventas para un sistema productivo de tilapia orgánico Costa Rica 2008

Periodo	Total kilos producidos	Precio Venta	Total de Venta
Año 1	5000	1200	6.000.000,00
Año 2	5000	1320	6.600.000,00
Año 3	5000	1452	7.260.000,00
Año 4	5000	1597,2	7.986.000,00
Año 5	5000	1756,92	8.784.600,00
total ventas al 5 año			36.630.600,00

Supuestos:

1. De acuerdo con la información aportada por INCOPECA se estimó una mortalidad de 25% para Alevines, 15% Juveniles y 15% Adultos. Para efectos de la producción requerida por año se aplicó esta mortalidad previamente y se estimó el número de alevines necesarios para obtener una producción estable de 5000 kg por año.
2. Se espera un incremento en el precio de venta de 10% anual para los cinco años del estudio.

Egresos

Se consideran como egresos todos los costos en que se incurra para mantener el proyecto en operación. Los costos son el conjunto de erogaciones en que se debe incurrir para la adquisición de bienes y servicios, con el fin de generar ingresos futuros.

Costos variables: Incluye los costos que fluctúan en relación con la actividad o volumen dado. En el caso de este proyecto se contemplan los que van a depender de la cantidad de kilos de tilapia producida. El siguiente cuadro muestra estos rubros.

Cuadro 22. Costos Variables esperados para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Compra reproductores	360.000,00	396.000,00	435.600,00	479.160,00	527.076,00	579.783,60
Compra lombrices rojas	12.500,00	13.750,00	15.125,00	16.637,50	18.301,25	20.131,38
Mano de obra personal	4.290.000,00	4.719.000,00	5.190.900,00	5.709.990,00	6.280.989,00	6.909.087,90
Cargas sociales y poliza de riesgos del trabajo	943.800,00	1.038.180,00	1.141.998,00	1.256.197,80	1.381.817,58	1.519.999,34
Prest Legales, Aguinaldo, Vacaciones 20.82%	893.178,00	982.495,80	1.080.745,38	1.188.819,92	1.307.701,91	1.438.472,10
Visita Tecnico	500.000,00	550.000,00	605.000,00	665.500,00	732.050,00	805.255,00
Canon de agua	36.000,00	39.600,00	43.560,00	47.916,00	52.707,60	57.978,36
Costo parcial	7.035.478,00	7.739.025,80	8.512.928,38	9.364.221,22	10.300.643,34	11.330.707,67
Imprevistos 10%	703.547,80	773.902,58	851.292,84	936.422,12	1.030.064,33	1.133.070,77
TOTAL DE COSTOS VARIABLES	7.739.025,80	8.512.928,38	9.364.221,22	10.300.643,34	11.330.707,67	12.463.778,44

Supuestos considerados en la estimación de los costos variables.

1. Para todos los costos variables se estimó un incremento anual de 10%, excepto para el rubro de imprevistos.
2. El rubro de imprevistos corresponde a 10% de la inversión inicial, se mantendrá constante aunque se espera que disminuya, pero como prevención se estima de esta manera.
3. Se estima un incremento de un 10% en el precio de compra de los reproductores y de las lombrices de un año a otro

Costos Fijos

Aquí se incluyen los costos que se mantienen constantes dentro del tiempo del proyecto y que no dependen de la cantidad de kilos de tilapia producidos.

Para este proyecto se estiman los siguientes costos.

Cuadro 23. Costos fijos esperados para un sistema productivo de tilapia orgánica
Costa Rica 2008

Concepto	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Depreciación	1.510.340,29	1.510.340,29	1.510.340,29	1.510.340,29	1.510.340,29
Mantenimiento	1.493.355,38	1.493.355,38	1.493.355,38	1.493.355,38	1.493.355,38
TOTAL DE COSTOS FIJOS	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67

Supuestos considerados en la estimación de los costos fijos:

- La depreciación es calculada bajo el sistema de línea recta, el cual es aceptado por la Dirección General de Tributación Directa.
- El mantenimiento de estanques instalaciones y tuberías se estima a razón de 10% de la inversión original. Para el calculo impuesto sobre la renta ver tabla anexo 13

Cuadro 24. Cálculo depreciación para un sistema productivo de tilapia orgánica
Costa Rica 2008

Concepto	Monto	Vida útil	Depreciación anual	Depreciación al 5 año	Valor al 5 año
Estanques	11.046.720,00	10,00	1.104.672,00	5.523.360,00	5.523.360,00
Instalaciones	788.605,20	20,00	157.721,04	788.605,20	0,00
Toma de agua	823.839,76	20,00	164.767,95	823.839,76	0,00
Equipo Científico	461.993,00	10,00	46.199,30	230.996,50	230.996,50
Red	160.000,00	5,00	8.000,00	40.000,00	120.000,00
Romanas	134.800,00	10,00	13.480,00	67.400,00	67.400,00
Equipo de pesca	150.000,00	10,00	15.000,00	75.000,00	75.000,00
Baldes	10.000,00	5,00	500,00	2.500,00	2.500,00
DEPRECIACION ANUAL			1.510.340,29		
DEPRECIANCION AL 5 AÑO				7.476.701,46	
VALOR ACITIVOS AL 5 AÑO					6.019.256,50

Flujo de efectivo

El Flujo de efectivo considera las inversiones, ingresos y egresos de un proyecto en un periodo determinado. El flujo de efectivo del proyecto se muestra a continuación:

Cuadro 25. Proyección del Flujo de efectivo para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008

Concepto	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
FINANCIAMIENTO						
INVERSION INICIAL	-14.933.554					
INGRESOS						
Capital inicial	-7.739.026					
Ingresos por ventas		6.000.000	6.600.000	7.260.000	7.986.000	8.784.600
TOTAL INGRESOS		6.000.000	6.600.000	7.260.000	7.986.000	8.784.600
EGRESOS						
Colones						
Depreciación		1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340
Compra reproductores	360.000	396.000	435.600	479.160	527.076	579.784
Compra lombrices	12.500	13.750	15.125	16.638	18.301	20.131
Mano de obra	4.290.000	4.719.000	5.190.900	5.709.990	6.280.989	6.909.088
Cargas Sociales póliza	943.800	1.038.180	1.141.998	1.256.198	1.381.818	1.519.999
Prest Legales, Aguinaldo, Vacaciones 20.82%	893.178	893.178	982.496	1.080.745	1.188.820	1.307.702
Visita tecnica	500.000	550.000	605.000	665.500	732.050	805.255
Canon de agua	36.000	39.600	43.560	47.916	52.708	57.978
Mantenimiento estanques instalaciones y tuberías		1.265.916	1.265.916	1.265.916	1.265.916	1.265.916
Imprevistos 10%			1.357.596	1.357.596	1.357.596	1.357.596
SUBTOTAL DE EGRESOS		10.425.965	12.548.531	13.389.999	14.315.614	15.333.790
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		-4.425.965	-5.948.531	-6.129.999	-6.329.614	-6.549.190
IMPUESTO SOBRE LA RENTA						
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO		-4.425.965	-5.948.531	-6.129.999	-6.329.614	-6.549.190
Depreciación		1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340
Valor residual del terreno						
Valor residual de los activos						
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-22.672.580	-2.915.624	-4.438.191	-4.619.659	-4.819.274	-5.038.850
VALOR ACTUAL NETO (V.A.N)				-32.053.870		
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)				#¡NUM!		
RELACION BENEFICIO COSTO (B/C)				0,57		

El porcentaje utilizado en el cálculo del impuesto sobre la renta es el fijado previamente por la Dirección General de Tributación Directa.

Considerando lo que resume el cuadro anterior si todas las condiciones previstas se cumplen, el proyecto no sería viable, el VAN es negativo, con un valor de (-32.053.870), el TIR con un valor inferior a 0 por lo tanto con este precio de venta el proyecto no se debería de realizar ya que traería pérdidas al productor.

La relación costo/beneficio nos muestra un resultado de 0,57, confirmando que este proyecto no es viable, los costos de producción superan las ganancias.

Para determinar el costo de oportunidad se considero la tasa pasiva del 5.5 del banco más 5 de factor de riesgo, ya que la inflación esta arriba del 11.5 %, para brindar mas seguridad al inversionista se tomó la decisión de establecer un 15% como costo de oportunidad.

Estado de ganancias y pérdidas

El estado de ganancias y pérdidas proyectadas a cinco años se muestra a continuación:

Cuadro 26. Estado de ganancias y pérdidas para un sistema productivo de tilapia orgánica proyectada a 5 años Costa Rica 2008

Concepto	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
FINANCIAMIENTO					
INVERSION INICIAL					
INGRESOS					
Ingresos por ventas	6.000.000	6.600.000	7.260.000	7.986.000	8.784.600
TOTAL INGRESOS	6.000.000	6.600.000	7.260.000	7.986.000	8.784.600
EGRESOS					
Colones					
Depreciación	1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340
Compra reproductores	396.000	435.600	479.160	527.076	579.784
Compra lombrices	13.750	15.125	16.638	18.301	20.131
Mano de obra	4.719.000	5.190.900	5.709.990	6.280.989	6.909.088
Cargas Sociales póliza	1.038.180	1.141.998	1.256.198	1.381.818	1.519.999
Prest Legales, Aguinaldo, Vacaciones 20.82%	982.496	1.080.746	1.188.820	1.307.702	1.438.472
Visita técnica	550.000	605.000	665.500	732.050	805.255
Canon de agua	39.600	43.560	47.916	52.708	57.978
Mantenimiento estanques	1.265.916	1.265.916	1.265.916	1.265.916	1.265.916
Imprevistos 10%		1.493.355	1.493.355	1.493.355	1.493.355
SUBTOTAL DE EGRESOS	10.515.283	12.782.541	13.633.834	14.570.256	15.600.320
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	-4.515.283	-6.182.541	-6.373.834	-6.584.256	-6.815.720
IMPUESTO SOBRE LA RENTA					
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO	-4.515.283	-6.182.541	-6.373.834	-6.584.256	-6.815.720
RENTABILIDAD NETA	-75%	-94%	-88%	-82%	-78%

La rentabilidad neta en ninguno de los años es positiva con lo que se reafirma que los inversionistas del proyecto recibirán una tasa menor al 15%, al optar por este proyecto y perderían si invierten en él.

Punto de Equilibrio

Con el fin de conocer el punto de equilibrio del proyecto en cada uno de los años estimados, dicho cálculo se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 27. Análisis punto de Equilibrio a cinco años para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio de venta=P	1.200,00	1.320,00	1.452,00	1.597,20	1.756,92
Ventas Totales en Kg	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
Total de ingresos	6.000.000,00	6.600.000,00	7.260.000,00	7.986.000,00	8.784.600,00
Costos variables totales	7.739.025,80	8.512.928,38	9.364.221,22	10.300.643,34	11.330.707,67
Costos variables unitarios=V	1.547,81	1.702,59	1.872,84	2.060,13	2.266,14
Costos Fijos Totales=F	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67
Total costos fijos + costos variables	10.742.721,47	11.516.624,05	12.367.916,89	13.304.339,01	14.334.403,34
utilidad antes de impuestos	(4.425.964,79)	(5.948.531,38)	(6.129.999,26)	(6.329.613,93)	(6.549.190,07)
Punto de equilibrio=x	(8.636,14)	(7.851,04)	(7.137,31)	(6.488,46)	(5.898,60)
Prueba					
(P*X)-F-(V*X)	0	0	0	0	0

Con este análisis se puede apreciar la cantidad de kilos de tilapia que se deben producir cada año para obtener el punto de equilibrio en cada uno de los periodos del estudio. Se confirma una vez más que con estas condiciones no es una opción de inversión este proyecto, ya que para el primer año el sistema tendría que producir 3637 kg más que volumen proyectado apenas para lograr alcanzar el punto de equilibrio.

Análisis de sensibilidad

En este análisis se consideran dos escenarios: uno suponiendo una variación en el precio del producto, realizando incrementos de 20% hasta llegar al 200% de sobreprecio con el fin de analizar el efecto de esta variación sobre el VAN.

El otro suponiendo la misma variación en el precio pero evaluando la repercusión que tiene esto sobre el TIR.

El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos al realizar las variaciones en el precio de venta.

Cuadro 28. Variaciones en el TIR -VAN - C/B para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008

Precio venta	% Sobreprecio	VAN	TIR	C/B
1200	0	(32.053.870,02)	0%	0,57
1440	20	(27.894.734,80)	0%	0,69
1680	40	(23.735.599,58)	0%	0,80
1920	60	(19.576.464,36)	0%	0,92
2160	80	(15.417.329,14)	0%	1,03
2400	100	(11.258.193,91)	-12%	1,15
2640	120	(8.226.236,85)	-4%	1,26
2880	140	(4.795.850,37)	5%	1,37
3120	160	(1.260.585,43)	12%	1,49
3360	180	2.274.679,51	19%	1,60
3600	200	5.809.944,44	26%	1,72

Se concluye de los resultados del cuadro anterior que un sobreprecio del 160% aun que presenta un TIR del 12% no es suficiente para descontar los flujos de efectivo, por lo tanto aun cuando la relación C/B es positiva no sería este un precio competitivo para comercializar el producto.

En la figura que se muestra a continuación se detalla el sobreprecio y el efecto de esta variación sobre el VAN

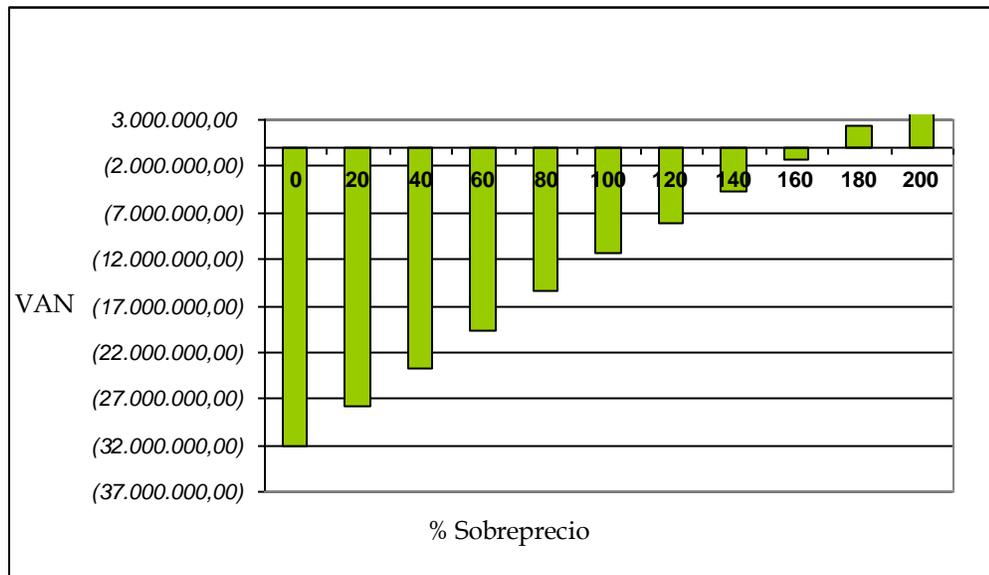


Figura 4. Efecto de la variación en el sobreprecio sobre VAN

Se concluye con lo que se detalla en el cuadro y la figura anterior que el VAN es sensible a las variaciones en el sobreprecio, quedando demostrado que cuando el sobreprecio es igual al 160% el productor no logra llegar al costo de oportunidad que se fijo y apenas cubre la inflación, por consiguiente se asume que el precio mínimo de venta que un productor puede aceptar para comercializar su producto es de 3250 colones, con este precio lograría obtener rentabilidad y estaría descontando los flujos de efectivo en el tiempo. Llegaría por lo tanto a cubrir el costo de oportunidad del 15% que se fijo, como criterio para invertir.

En la siguiente figura se confronta el sobreprecio contra el TIR, este resultado permite reforzar lo expuesto anteriormente, lo que significa que un precio de venta inferior a los 3250 colones no resulta competitivo para el productor por lo que se recomendaría no realizar la inversión.

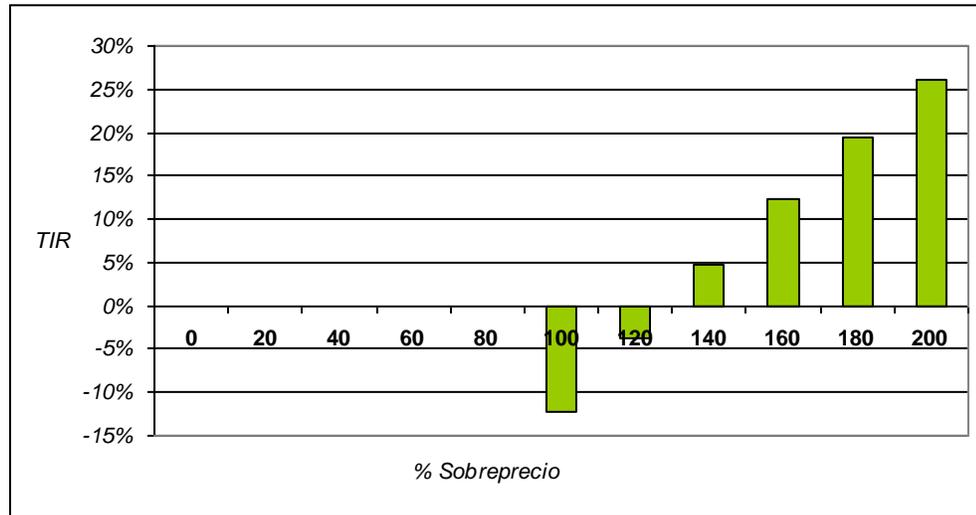


Figura 5. Efecto de la variación en el sobreprecio sobre TIR

Análisis Financiero cuando el sobreprecio es de 3600 colones por kg lo que representa el 200% de sobreprecio.

Para efectos de este análisis sólo se incluirán los resultados, en su cálculo se procedió de la misma manera que en el sistema donde se estimó un precio de 1200 colones. La modificación es básicamente el cambio de precio. Por lo tanto los costos infraestructura, compra de equipo, construcción de toma de agua y estanques son los mismos que en el análisis anterior.

Cuadro 29. Estimación de Ventas para un sistema de tilapia orgánica con sobreprecio Costa Rica 2008

Periodo	Total kilos producidos	Precio Venta	Total de Venta
Año 1	5000	3600	18.000.000,00
Año 2	5000	3960	19.800.000,00
Año 3	5000	4356	21.780.000,00
Año 4	5000	4791,6	23.958.000,00
Año 5	5000	5270,76	26.353.800,00
Total ventas al 5 año			109.891.800,00

Para este sistema considerando un precio de venta de 3600 colones se estiman 18.000.000 millones de colones por concepto de venta, este rubro es considerablemente mayor al obtenido en el sistema donde el precio de venta es de 1200 obteniéndose 6.000.000 millones de colones.

Cuadro 30. Proyección del Flujo de efectivo para un sistema productivo de tilapia Orgánica con sobreprecio Costa Rica 2008

Concepto	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
FINANCIAMIENTO						
INVERSION INICIAL	-14.933.554					
INGRESOS						
Capital inicial	-7.739.026					
Ingresos por ventas		18.000.000	19.800.000	21.780.000	23.958.000	26.353.800
TOTAL INGRESOS		18.000.000	19.800.000	21.780.000	23.958.000	26.353.800
EGRESOS						
Colones						
Depreciación		1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340
Compra reproductores	360.000	396.000	435.600	479.160	527.076	579.784
Compra lombrices	12.500	13.750	15.125	16.638	18.301	20.131
Mano de obra	4.290.000	4.719.000	5.190.900	5.709.990	6.280.989	6.909.088
Cargas Sociales poliza	943.800	1.038.180	1.141.998	1.256.198	1.381.818	1.519.999
Prest Legales, Aguinaldo, Vacaciones 20.82%	893.178	893.178	982.496	1.080.745	1.188.820	1.307.702
Visita tecnica	500.000	550.000	605.000	665.500	732.050	805.255
Canon de agua	36.000	39.600	43.560	47.916	52.708	57.978
Mantenimieento estanques instalaciones y tuberias		1.265.916	1.265.916	1.265.916	1.265.916	1.265.916
Imprevistos 10%			1.357.596	1.357.596	1.357.596	1.357.596
SUBTOTAL DE EGRESOS		10.425.965	12.548.531	13.389.999	14.315.614	15.333.790
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		7.574.035	7.251.469	8.390.001	9.642.386	11.020.010
IMPUESTO SOBRE LA RENTA		1.136.105	1.087.720	1.258.500	1.446.358	1.653.001
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO		6.437.930	6.163.748	7.131.501	8.196.028	9.367.008
Depreciación		1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340
Valor residual del terreno						
Valor residual de los activos						
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-22.672.580	7.948.270	7.674.089	8.641.841	9.706.368	10.877.349
VALOR ACTUAL NETO (V.A.N)			5.809.945			
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)			26%			
RELACION BENEFICIO COSTO (B/C)			1,72			

Considerando lo que resume el cuadro anterior si todas las condiciones previstas se cumplen, el proyecto seria rentable en un 26% que es un porcentaje muy superior al costo de oportunidad 15% que se estimo, el VAN es positivo con un valor de 5.809.945, por lo cual el seria viable la implementación del proyecto.

La relación costo beneficio nos muestra un valor de 1.72, confirmando lo rentable que es el proyecto.

Cuadro 31. Estado de Ganancias y pérdidas para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008

Concepto	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
FINANCIAMIENTO					
INVERSION INICIAL					
INGRESOS					
Ingresos por ventas	18.000.000	19.800.000	21.780.000	23.958.000	26.353.800
TOTAL INGRESOS	18.000.000	19.800.000	21.780.000	23.958.000	26.353.800
EGRESOS					
Colones					
Depreciación	1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340	1.510.340
Compra reproductores	396.000	435.600	479.160	527.076	579.784
Compra lombrices	13.750	15.125	16.638	18.301	20.131
Mano de obra	4.719.000	5.190.900	5.709.990	6.280.989	6.909.088
Cargas Sociales poliza	1.038.180	1.141.998	1.256.198	1.381.818	1.519.999
Prest Legales, Aguinaldo, Vacaciones 20.82%	982.496	1.080.746	1.188.820	1.307.702	1.438.472
Visita tecnica	550.000	605.000	665.500	732.050	805.255
Canon de agua	39.600	43.560	47.916	52.708	57.978
Mantenimieento estanques	1.265.916	1.265.916	1.265.916	1.265.916	1.265.916
Imprevistos 10%		1.493.355	1.493.355	1.493.355	1.493.355
SUBTOTAL DE EGRESOS	10.515.283	12.782.541	13.633.834	14.570.256	15.600.320
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	7.484.717	7.017.459	8.146.166	9.387.744	10.753.480
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	1.122.708	1.052.619	1.221.925	1.408.162	1.613.022
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO	6.362.010	5.964.840	6.924.241	7.979.583	9.140.458
RENTABILIDAD NETA	35%	30%	32%	33%	35%

En la última línea del cuadro se observa que la rentabilidad neta en ninguno de los años es inferior al 30% con lo que se reafirma que los inversionistas del proyecto recibirán una tasa mayor al 15%, al optar por este proyecto.

Cuadro 32. Análisis del punto de equilibrio para un sistema productivo de tilapia orgánica Costa Rica 2008

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio de venta=P	3.600,00	3.960,00	4.356,00	4.791,60	5.270,76
Ventas Totales en Kg	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
Total de ingresos	18.000.000,00	19.800.000,00	21.780.000,00	23.958.000,00	26.353.800,00
Costos variables totales	7.739.025,80	8.512.928,38	9.364.221,22	10.300.643,34	11.330.707,67
Costos variables unitarios=V	1.547,81	1.702,59	1.872,84	2.060,13	2.266,14
Costos Fijos Totales=F	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67	3.003.695,67
Total costos fijos + costos variables	10.742.721,47	11.516.624,05	12.367.916,89	13.304.339,01	14.334.403,34
utilidad antes de impuestos	7.574.035,21	7.251.468,62	8.390.000,74	9.642.386,07	11.020.009,93
Punto de equilibrio=x	1.463,65	1.330,59	1.209,63	1.099,66	999,69
Prueba					
$(P \cdot X) - F - (V \cdot X)$	0	0	0	0	0

Con este análisis se puede apreciar la cantidad de kilos de tilapia que se deben producir cada año para obtener el punto de equilibrio en cada uno de los periodos del estudio. Además al compararlo con el sistema anterior se nota una diferencia marcada en el volumen de kilos que deben producirse para alcanzar el punto donde no se tengan ni pérdidas ni ganancias.

En el primer sistema donde no hay sobreprecio para el primer año el punto de equilibrio se alcanza cuando se producen 8636 kg lo que representa una producción imposible de lograr para la densidad con la que se planea trabajar, mientras tanto en el sistema con 200% sobreprecio el punto para el primer año es de 1464 kg, esto nos indica

claramente que el efecto del sobreprecio en un sistema de esta naturaleza es fundamental para lograr su implementación, sobre todo si consideramos que bajo las condiciones que impone la normativa orgánica un incremento sustancial en la densidad de siembra no es viable, por lo que el incremento en el volumen de producción está muy limitado.

DISCUSION

La conversión productiva es un proceso complejo, especialmente si se considera desarrollar un sistema orgánico. Son muchas las modificaciones que deben realizarse si la pretensión es establecer un contrato de certificación. No obstante aun cuando las normas son muy restrictivas, al concluir este proyecto se comprobó que existen alternativas para resolver las demandas de un sistema de esta naturaleza.

Existen limitaciones para desarrollar un modelo orgánico, quizás la más importante sea la propia inexistencia de una normativa específica para producción de tilapia orgánica; que defina con claridad los lineamientos para la producción de esta especie en particular, sobre todo en punto claves como: densidad de siembra autorizada, talla de cosecha, aireación, recambios de agua, por mencionar algunos.

Desde el punto de vista de manejo la mayor limitación es la carencia en el mercado de productos certificados que puedan ser utilizados en los alimentos para peces, es un problema importante sobre todo si se espera que el sistema además de ser ambientalmente viable, sea económicamente rentable, está más que claro que la única manera de acortar el ciclo productivo es suplementar con una ración adicional, el proceso se complica si consideramos además, que hay una gran carencia de información en cuanto al % de inclusión de alimento suplementario en los estanques, ganancia/diaria/peso, conversión alimenticia, consumo ect.

La reproducción es otro aspecto clave; en el sistema orgánico se prohíbe la reversión sexual, lo que implica un costo adicional al productor ya que debe instalar la infraestructura para manejar los reproductores y obtener su propia semilla y además tiene la inminente necesidad de contar con líneas parentales de alta pureza para lograr obtener híbridos de buena calidad, lo que incrementa los costos iniciales del establecimiento.

En cuanto a la sanidad la situación es similar a las anteriores no existen opciones orgánicas para el manejo de enfermedades, pese a esto, no sería éste un punto crítico del sistema considerando que los peces al estar en condiciones adecuadas tendrán un menor estrés, por consiguiente una menor predisposición a enfermar.

La fertilización orgánica no ofrece mayores complicaciones siempre y cuando el productor cuente con los animales necesarios y éstos a su vez estén siendo alimentados con raciones naturales, acorde con la normativa orgánica. Si no es así, esta podría ser una limitante importante sobre todo si consideramos que el requerimiento diario de excretas es alto, además en el caso de que el productor no cuente con los animales tendría que incurrir en un costo adicional para comprar las excretas a otro productor lo que no resultaría rentable, si contemplamos que un sistema orgánico pretende reciclar y aprovechar todos los insumos de la finca.

Por lo tanto el contexto más adecuado en este sentido es contar con un productor que este bajo un sistema integrado de manejo y que este interesado en hacer la conversión productiva.

En cuanto a la cosecha de los peces la norma contempla el uso de anestésicos naturales para adormecer a los animales previo a la matanza, en el mercado nacional existen pocos productos para este propósito, actualmente se comercializa un producto aceitoso a base de clavo de olor, pero no existe una dosis específica para el uso en peces.

En general desde el punto de vista zootécnico se considera que la mayor limitación es la carencia de materias primas certificadas para alimentar a los peces, ahora la comercialización es otro punto vital, en el país según indica el INCOPESCA el consumo per cápita de tilapia ha crecido, pese a esto no existe ningún tipo de comercio específico para la colocación de tilapia orgánica, quizás por que no es un producto que esté disponible actualmente en el mercado nacional y por consiguiente no existe una demanda real, pero ante la posibilidad de producir tilapia orgánica se hace necesario

desarrollar un nicho en el mercado para su comercialización ; actualmente en el país existen dos ferias de productos orgánicos y este podría resultar un punto estratégico para iniciar su comercialización.

Generar este nuevo mercado es esencial; así como la definición de un precio realmente competitivo, que cubra no solo los costos de producción sino que haga al sistema realmente factible.

Para efectos del análisis financiero, en este proyecto se consideró un escenario con un sistema sin sobreprecio con precio de venta de 1200/kg/tilapia orgánica y un escenario donde se estimó un precio de venta de ₡3600/ kg/ tilapia orgánica, comercializada fresca y entera con un peso de cosecha de 500 gramos, de acuerdo con los resultados de los indicadores financieros se llegó a la conclusión de que con 5000 kg/ anuales en el escenario con sobreprecio se logran cubrir los costos y obtener beneficio económico, en el escenario que no tiene sobreprecio por el contrario se generan pérdidas.

No obstante este sobreprecio es solo un supuesto planteado para desarrollar un posible escenario, la definición del precio real al que este producto podría venderse en el mercado o cuánto estaría el consumidor dispuesto a pagar por un producto de este tipo es esencial.

El establecimiento de un sistema orgánico implica una inversión inicial alta pero el valor agregado del producto lo compensa, un sistema convencional definitivamente depende del volumen de producción, porque es la única forma de diluir los costos, por el contrario un sistema orgánico al reaprovechar materias primas y al suprimir el uso de insumos convencionales logra no solo reducir sus costos operativos sino, forzar menos su escala de planta y genera un producto de calidad que propicia beneficio económico.

Se considera básico para el desarrollo de esta actividad determinar los lineamientos puntuales desde el punto de vista de la normativa orgánica, definir una línea de comercialización, un precio de mercado competitivo real que incentive al productor a realizar la conversión productiva.

CONCLUSIONES

1. La conversión hacia un sistema orgánico implica una transformación sustancial de todos los aspectos operativos, desde el punto de vista de manejo.
2. Un modelo orgánico por el hecho de trabajar a menor densidad de siembra tendrá menor producción pero su eficiencia dependerá del sobreprecio que se pague por el producto.
3. Costa Rica no cuenta con materias primas certificadas para la suplementación de peces orgánicos.
4. Existen alternativas para la suplementación adicional, control de enfermedades y manejo reproductivo, pero hay que generar los estudios pertinentes para analizar en el campo la eficacia de su implementación.
5. Es necesario generar el nicho de mercado para la comercialización de la tilapia orgánica y definir el precio más adecuado para lograr utilidades.
6. Los ciclos productivos en sistemas orgánicos son más largos, por lo tanto si en un sistema convencional se habla de 7-8 meses, el sistema orgánico puede implicar ciclos de 10-11 meses.
7. El uso de suplementación alternativa es fundamental para acortar el ciclo productivo.
8. De acuerdo con los resultados del análisis financiero en el escenario donde hay sobreprecio con un volumen de 5000 kg anuales, se logro obtener dividendos.
9. De acuerdo con los resultados del análisis financiero la implementación de un sistema orgánico es rentable si se estima un precio de venta competitivo.

RECOMENDACIONES

1. Sistematizar el diseño orgánico para confrontar las alternativas propuestas y ver en el campo si son o no factibles y, analizar cual es la respuesta real de los animales del cultivo.
2. Diseñar un experimento que permita valorar distintas materias primas como suplemento alternativo, de manera que se puedan obtener datos confiables sobre conversión alimenticia, ganancia diaria de peso.
3. Realizar un modelo experimental que permita analizar la respuesta en el crecimiento de los peces cuando los estanques son fertilizados orgánicamente y son suplementados con fuentes alternativas, contra un sistema donde la fertilización es convencional y se da un alimento completo.
4. Evaluar la eficiencia en el crecimiento de las tilapias como respuesta a la fertilización orgánica con distintas fuentes.
5. Comprobar la eficiencia del uso de extractos naturales en el control de enfermedades, de manera que se pueda determinar las dosis más efectivas, fuentes más adecuadas.
6. Evaluar el efecto que tiene el aumento de la densidad/m² sobre la ganancia de peso de los individuos y la incidencia de enfermedades en sistemas que no tienen recambio de agua ni aireación artificial.
7. Valorar la digestibilidad de distintas materias primas en la suplementación alternativa de peces, niveles de inclusión, aporte nutricional de dichas materias.
8. Desarrollar un diseño que permita evaluar la calidad de los machos obtenidos de líneas puras por hibridación interespecífica.
9. Comparar el efecto que tiene desde el punto de vista económico la sustitución de concentrados por materias primas alternativas en una unidad productiva.

BIBLIOGRÁFIA

- ALCESTE C. 2000. An Overview of Tilapia Production Systems. ADVOCATE. Aquaculture Magazine. Volume 26. Number 1.USA: p 47-51
- ALICORP S.A 2003. Manual de Crianza de Tilapias. www.alicorp.com.pe Consultado 22/1/2008 3.20 pm.
- ANDRADE S. 1994. Compendio de Proyectos. Perú: Editorial Lucero R. 250 p
- ALAMILLA H. 2002. Cultivo de Tilapias. ZOE Tecno Campo. México: 16 p
- ARREDONDO D. 1991. Comparación de 3 sistemas de abonos para la producción, sobrevivencia y levante masivo de alevinos de tilapia roja (*O. mossambicus* albina x *O. niloticus*). Tesis de Grado Director Luis Ferando Castillo, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- ARRIVALLAGA C. A.; ARREDONDO J. L. 1987. Una revisión sobre el potencial de las macrófitas acuáticas en la acuicultura. Universidad ciencia, 4(8).55-67
- ASBANA 1983 - 1984. Sexto informe de labores de Diversificación Agrícola, Proyecto de Tilapias.
- BAÑOS G.1989. Construcción de Estanques, Colegio Biólogos de Guayaquil, Guayaquil. México. 240 p
- BARDACH E.; RYTHER J.; MCLARNEY W. 1986. Acuicultura crianza y cultivo de Organismos marinos y de agua dulce. 1 era edición. Editorial A.G.T Editor S.A. México, D.F.
- BARD J. P. ;KIMPE J. ; LEMASSON P. ; LESSENT. 1975. Manual de Piscicultura Destinado a la América Tropical. Centre Technique Forestier Tropical, segunda edición, Francia 164 pag
- BECERRA M .; CONDE N .; CHARA J. D.; PEDRAZA G. X. 1995. Evaluación de un sistema de descontaminación de aguas a través de organismos y plantas acuáticas. I Informe Semestral ECOFONDO. Fundación CIPAV: 104 pp.
- BERGLEIDER 2001. Acuicultura Orgánica, Estado Actual y Perpestivas. En Departamento de desarrollo Sostenible/FAO/Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria.

- BERMAN J. 1995. La producción de Tilapia en Acuacorporación S.A. Pag. 126-130. En: N. Galvez, J. Günther, A. Porras, H.P. Athanasiadis y W. Zurburg, Actas del Primer Simposio Centroamericano sobre el Cultivo de Tilapia, San José, Costa Rica, PRADEPESCA, INCOPEPESCA, AQUACORPORACION, Universidad Nacional Heredia de Costa Rica.
- BUDDLE R. 1984. Monosexo Tilapia fry production. ICLARM Newsletter. Center for living aquatic resources Management. 7 (1) 4-6
- CASTILLO L.F. 1993. Genética e Ictiopatología. Seminario Aplicación de Nuevas Tecnologías para la producción del híbrido de tilapia roja. U.J.T.L., Bogota, mimeo. 10 P
- CASTILLO L.F. 2001. Situación del comercio de tilapia en el año 2000. Panorama Acuícola, Marzo/ Abril de 2001, México D.F., Vol. 6 No 3: 24-27.
- CASTILLO L.F. 2003_a. TILAPIA 2003: Desarrollo del cultivo en América Latina Contexto y Perspectiva internacional .Panorama Acuícola Magazine, Mayo/Junio de 2003, Vol. 8 No 4: 30-34.
- CASTILLO L.F. 2003_b. Tilapia roja 2003. Una Evolución de 22 años. De la incertidumbre al éxito. Consultado el 24/ julio 2006
Disponibile http://redarpe.cl/document/TILAPIA_ROJA_2003.pdf
- CASTILLO L.F. 2006 . Estado Actual de la Producción de Tilapia de cultivo en Latinoamérica. Panorama Acuícola, Diciembre/Enero de 2006, México D.F., Vol. 6 No 3: 24-27.
- DECRETO No..32712- MINAE. Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA parte II) y formulario D-1. Publicado en la Gaceta No .223 del 18-11-05.
- DECRETO No .32079-MINAE. Código de Buenas Practicas Ambientales, Políticas generales y Formulario D-2 y Instructivo de llenado, formulario. Publicado en la gaceta No .217 del 05-11-04.
- DURAN E. 1995. Situación del cultivo de Tilapia en Costa Rica 27-32 pp. En Gálvez, Neta al (eds) Primer Simposio Centroamericano sobre cultivo de tilapia. San José, Costa Rica. Convenio ALA/90/09. PRADEPESCA.

- ESPEJO C. 1997. La piscicultura en Colombia, tecnología de punta en el departamento Del Valle del Cauca. IV Simposio Centroamericano de Acuicultura, Tegucigalpa, Honduras. 110 p
- ESPEJO C. 2001. Manejo industrial de las tilapias. Curso Lance en Acuicultura. Monterrey, México. Marzo 2001. 132 p
- FAO. 1999. Organic agriculture. Committee on Agriculture, 15th Session, 25 - 29 de enero 1999, COAG/99/9. consultado el 25/4/2006
Disponible en www.fao.org/docrep/meeting/X0075E.htm
- FAO 2003. El papel de la Acuicultura en la mejora de la seguridad alimentaria y la nutrición. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 29o periodo de secciones, Roma 12 al 14 de Mayo 2003.
- FAO 2004. El estado mundial de la pesca y acuicultura (SOFIA), 2004. Departamento de Pesca, Roma 2004. Disponible <http://apps.fao.org/default.htm> consultado 4/5/2006
- FIZTSIMMONS K. 2001. Tilapia Aquaculture in the 21st Century. Power Point Presentation on the 2o. Foro Internacional de Acuicultura. Hermosillo, Son. Mex. Dec. 2
- GREEN R.; ALVARENGA. P 1980. The effect of manures and chemical fertilizers on the production of *Oreochromis niloticus* in earthen ponds. *Aquaculture*, 76: 37-42.
- HEPHER B.; PRUGININ. Y. 1989. Cultivo de peces comerciales. México : Editorial Limusa / Grupo Noriega Editores de Colombia
- HUET M. 1998. Tratado de Piscicultura. 3 era edición. Ediciones Mundi-Prensa Madrid. España. Pg 11-31
- HOPKINGS K.; CRUZ 1982. The ICLRAM-CLUS integrated Animal - Fish Farming project: Final report Phillipines, ICLARM technical reports No. 5. 28 p
- IFOAM. 2000. International Federation of Organic Agriculture Movements basic standards for organic production and processing. IFOAM, Tholey-Theley, Alemania. Disponible en www.ifoam.org/standard/indexneu.html consultado 2/5/2007

- IFOAM. 2002A . International Federation of Organic Agriculture Movements 2nd draft 2002 Basic Standards for organic production and processing (2do Borrador). Consultado 2/5/2007.
Disponible en www.ifoam.org/standard/ibsdraft22002b.html
- IFOAM/FAO/UNCTAD. 2002B. Report of the conference on international harmonization and equivalence in organic agriculture. Nuremberg, Alemania, 18 - 19 febrero 2002.
- INCOPESCA. 1995. Análisis de la Situación actual de la Acuicultura en Costa Rica.
- INCOPESCA. 2005A Memoria del Curso de Acuicultura Básica énfasis en Tilapia Trucha. Instituto Tecnológico de Costa Rica – Sede de San Carlos. Costa Rica. Pp 118.
- INCOPESCA. 2005 s. Base de Datos Departamento de Acuicultura. Programa Excel.
- INCOPESCA. 2006. Base de Datos Departamento de Acuicultura. Programa Excel.
- LEY DE PESCA Y ACUACULTURA No 8436.2005. San José Costa Rica, Publicación Gaceta No 78 del 25 de abril.
- LUQUET, P. 1991. Tilapia *Oreochromis* spp. In: Handbook of Nutrient Requirement of Finfish. R. Wilson (ed.). CRC Press, Inc.; USA.
- NATURLAND NORMAS PARA LA ACUICULTURA ORGANICA. 2004. Comunidad Europea Alemania. Disponible en www.naturland.de/englisch/n4/seite45.html. Consultado 5/4/2006 a las 8.00 pm
- MARIN; KETELHON. 1995. Inversiones Estratégicas. Un Enfoque Multidimensional. Costa Rica: Asociación Libro Libre.
- MERCADO J. 1989. Orientaciones básicas al piscicultor y como construir o acondicionar cuerpos de agua para cultivar peces. Recursos hidrobiológicos. Rev Cient. Tec. Inf. INDERENA, Cartagena. 28p
- MORALES A. 1974. El cultivo de la Tilapia en México. Datos Biológicos. Instituto Nacional de Pesca. INP/SI. 110 p
- OTAROLA A . 2002. Evaluación del crecimiento de la tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) la tilapia Stirling (variedad mejorada de la nilotica) y el híbrido Blanco

- O.niloticus X O. aureus) en tres etapas de desarrollo bajo cultivo intensivo en estanques de tierra. Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Biología con énfasis en recursos Acuáticos, Universidad de Costa Rica.
- PILLAY T. 1997. Acuicultura Principios y Prácticas. Limusa Noriega Editores. México. 210 p
- POLO G. 1989. Conferencias del Curso: Formulación y Evaluación Económica para Proyectos de Acuicultura. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Colombia.
- PONCE J.T.; FITZ M. 2004. Azolla mexicana como alimento suplementario en el policultivo de juveniles de tilapia (*Oreochromis hornorum*) y carpa barrigona (*C. C. rubrofuscus*) bajo condiciones semicontroladas en: I Congreso Nacional de Acuicultura SEPESCA, Pachuca, Hgo. p. 6.
- POPMA J.T.; GREEN W.B. 1990. Manual de producción acuícola. Reversión sexual en Lagunas de tierra. Auburn University, Alabama.
- PRIETO A.E .; FAJAR H.; VINJOY M 1991. Manual para la prevención y el tratamiento de enfermedades en peces de cultivo en agua dulce. FAO. Oficina regional para América Latina y el Caribe. RLAC/91/21-PES-23.Chile 65 paginas
- QUINTERO J M.1985. El uso de hormona (17 MetilTestosterona) en alevines de Tilapia Nilotica para la producción de Tilapias monosexuales en Panamá. Rev.Lat Acui. Vol. 24 pag 27-44
- SAPAG C.N. 1990. Preparación y Evaluación de Proyectos. 2 ed. México. Mc Graw Hill Interamericana.
- SEGURA R. 2001. Crecimiento, digestibilidad y utilización del alimento en Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) alimentada con dietas conteniendo diferentes niveles de harina de banano. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Biología Marina con énfasis en acuicultura. Heredia.Universidad Nacional. Costa Rica.
- SETENA Decreto No 31849- MINAE-MS-MOPT-MAG-MEIC. 2004. Reglamento general sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental. Publicado en la Gaceta No .125 del 28-06-04.
- SILVEIRA R.; NUÑEZ M.; MARTINEZ A.; PRIETO I.; MENA J.; VALLADARES Y POZO M. 2000. Actividad terapéutica de extractos naturales de origen vegetal para el control de parásitos y bacterias de organismos acuáticos de cultivo. Centro de investigaciones pesqueras. Santa Fé, Ciudad Habana, Cuba. 18 p

- SING T. 2006. Acuicultura Orgánica. Una oportunidad comercial para países en desarrollo. Infopesca Internacional. Volumen No26 Abril/Junio pag 24-27.
- SCHROEDER G.; BUCK K. 1987. Estimates of the relative contributions of organic and mineral contents of manure in fish growth. *J. Aqua. Trop.*; 2: 133-138.
- SOTO G. 2003. Abonos orgánicos: el proceso de compostaje. Taller Abonos Orgánicos, San José, CATIE/GTZ/UCR/CANIAN
- UMAÑA E. 1991. Crecimiento de la Tilapia Azul (*Oreochromis aureus*) en estanques fertilizados, utilizando dos dietas suplementarias y evaluación de la factibilidad económica del cultivo, Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas Costa Rica. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Biología. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional.
- VAZQUEZ C.; VILLANUEVA M.; RODRIQUEZ H. 2001. Principales enfermedades de los peces en cultivo. Pp 147-188. En:INPA. Fundamentos de Acuicultura Continental. 1era edición. GRAFIMPRESOS QUINTERO. Bogotá, Colombia. Pp 342
- TACON A. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación .Documento de campo N° 4. PROYECTO AQUILA II.GCP/RLA/102/ITA .F.A.O., Italia 580 pg.

ANEXOS

Anexo 1

Programas de certificación de la acuicultura orgánica, cosechas y normas en el año 2001

Programa de certificación	Certificación orgánica de/Normas para
1. EUROPA	
<i>Certificadores privados de acuicultura orgánica</i>	
BIOSUISSE (Suiza)	trucha
DEBIO (Noruega)	salmón, trucha
ERNTE (Austria)	carpa, trucha
KRAV (Suecia)	salmón, trucha, salvelino del Ártico
Bioland, Demeter, Biokreis (Alemania)	carpa
Naturland ¹ (Alemania)	carpa/tenca (1995), salmón (1996), trucha (2000), mejillón (1999), camarón (2001) ¹
SOIL(Reino Unido)	salmón, trucha (1999)
TÚN (Islandia)	salmón, trucha, salvelino del Ártico, alga marina (1999)
QCI (Italia)	trucha, mero, dentón (2001) ²
<i>Normas nacionales de acuicultura orgánica</i>	
Francia	normas de acuicultura orgánica, desde 2000
Reino Unido	normas de acuicultura orgánica, desde 2000
2. OCEANÍA	
<i>Certificadores privados de acuicultura orgánica</i>	
BIOGRO (Nueva Zelanda)	salmón (1994) ³ , cangrejo de río, ostras, algas marinas (1999)
BFA(Australia)	normas de acuicultura orgánica, desde octubre de 2001
NASAA(Australia)	normas de acuicultura orgánica, desde 1999
<i>Normas nacionales de acuicultura orgánica</i>	
Australia	normas de acuicultura orgánica, desde septiembre de 2001
3. ASIA	
<i>Certificadores privados de acuicultura orgánica</i>	
ACT ² (Tailandia)	camarones
4. AMÉRICA DEL NORTE	
<i>Certificadores privados de acuicultura orgánica</i>	
FOG (EUA)	
FVO (EUA)	
NOFAMassachusetts (EUA)	
<i>Normas federales estadounidenses de acuicultura orgánica</i>	
Indiana	normas de acuicultura orgánica, desde 2001
5. INTERNACIONAL	
<i>Normas internacionales de acuicultura orgánica</i>	
IFOAM	Borrador de Normas sobre Acuicultura Orgánica adoptadas en el año 2000, pero que aún no se adoptaron como normas finales

Anexo 2.

Cuadro. Total Kilogramos de Filete Fresco Exportado a Estados Unidos Periodo
1992 - 2003

Año	Brasil	Costa Rica	Ecuador	El Salvador	Honduras	Panamá
1992	0	140.429	0	0	0	0
1993	0	439.967	9.857	0	19.893	0
1994	0	713.945	34.246	0	34.755	0
1995	0	866.877	112.864	0	68.803	1.528
1996	0	1.080.954	450.700	0	127.932	1.200
1997	0	1.655.607	601.782	0	163.713	61.451
1998	0	2.206.290	645.851	0	435.597	3.845
1999	0	2.310.143	1.805.993	0	771.497	20.116
2000	0	2.683.888	3.252.514	0	1.037.770	159.282
2001	0	3,108,922	4,924,244	0	1,437,708	350,174
2002	111,821	3,206,025	6,615,541	77,726	2,873,576	147,417
2003	41,973	1,059,951	2,351,496	55,965	723,446	11,675
TOTAL	153,794	19,472,998	20,805,088	133,691	7,694,690	756,688

Fuente: U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

Anexo 3

Cuadro. Total de ingresos (US \$) Filete Fresco Exportado a Estados Unidos
Periodo 1992 - 2003

Año	Brasil	Costa Rica	Ecuador	El Salvador	Honduras	Panamá
1992	0	702.711	0	0	0	0
1993	0	2.410.470	32.555	0	119.763	0
1994	0	3.910.503	121.668	0	211.853	0
1995	0	4.780.804	540.331	0	467.774	7.614
1996	0	5.887.587	2.536.686	0	839.513	4.902
1997	0	7.820.259	2.816.162	0	825.914	282.574
1998	0	10.265.503	2.512.811	0	2.501.822	18.179
1999	0	10.654.438	9.291.048	0	3.971.944	124.512
2000	0	13.583.112	21.831.348	0	5.914.932	1.026.565
2001	0	16,485,179	31,805,661	0	8,634,514	2,104,705
2002	485,012	18,389,069	40,240,895	382,875	17,350,505	829,859
2003	183.365	5.973.295	13.855.270	330.698	4.362.462	71.308
Total\$	668.377	100.862.930	125.584.435	713.573	45.200.996	4.470.218

Fuente: U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

Anexo 4

Cuadro: Parámetros Físico-químicos adecuados para el desarrollo de peces en cuerpos de agua dulce calida

PARAMETRO	RANGOS IDEALES
Oxígeno Disuelto (OD)	3 a 10 mg/l
Ozono	0 a 0.005 mg/l
Temperatura	24 a 28 °C
pH	6.5 a 9.0
Dureza (Alcalinidad: CaCO ₃)	10 a 500 mg/l
Magnesio (Mg)	0 a 36 mg/l
Manganeso (Mn)	0 a 0.01 mg/l
Calcio	5 a 160 mg/l
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0 a 2.0 mg/l
Amonio Total	Hasta 2.0 mg/l
Amonio (NH ₃ : no ionizado)	0 a 0.05 mg/l
Nitritos (NO ₂)	0 a 0.1 mg/l
Fosfatos (PO ₄)	0.5 a 1.5 mg/l
Fósforo Total	0.01 a 3.0 mg/l
Fósforo soluble	0 a 10 mg/l
Sulfuro de Hidrógeno o Ac. Sulfhídrico (H ₂ S)	0 a 0.003 mg/l
Acido Cianhídrico (HCN)	0 a 0.1 mg/l
Gas Metano (CH ₄)	0 a 0.15 mg/l
Cadmio en aguas duras	0 a 0.003 mg/l
Cadmio en aguas blandas	0 a 0.004 mg/l
Cloro	0 a 0.003 mg/l
Cobre en aguas duras	0 a 0.03 mg/l
Cobre en aguas blandas	0 a 0.006 mg/l
Cromo (Cr)	0 a 0.03 mg/l
Hierro (Fe)	0 a 0.015 mg/l
Mercurio (Hg)	0 a 0.0002 mg/l
Níquel (Ni)	0 a 0.02 mg/l
Plomo (Pb)	0 a 0.03 mg/l
Turbidez (Disco Secchi)	30 a 40 cm
Sólidos Disueltos	0 a 30 mg/l
Sulfatos (SO ₄ =)	0 a 500 mg/l
Zinc (Zn)	0 a 0.05 mg/l

Fuente: Biólogo Cantor Atlatenco 2007

Anexo 5

Cuadro. Tabla de alimentación (Cultivo semiintensivo-intensivo)

Edad (semanas)	Peso promedio(grs)	Crecimiento diario (grs/día)	Alimento diario (% de peso)	FCA ⁹
0	1		15	0.83
1	3	0.27	10	0.85
2	5	0.27	8	0.85
3	7	0.34	5.8	0.86
4	10	0.36	5.7	0.90
5	13	0.46	5.5	0.90
6	17	0.58	5.1	0.90
7	22	0.71	5.1	0.91
8	29	0.93	5.0	0.95
9	37	1.14	4.5	0.98
10	46	1.29	4.3	0.98
11	56	1.51	4.2	1.00
12	69	1.79	4.1	1.03
13	83	2.07	4.0	1.03
14	100	2.43	4.0	1.10
15	120	2.85	3.5	1.15
16	140	2.86	3.4	1.15
17	162	3.14	3.2	1.25
18	184	3.14	2.9	1.25
19	207	3.29	2.8	1.26
20	231	3.43	2.6	1.28
21	256	3.57	2.4	1.28
22	282	3.71	2.3	1.28
23	309	3.85	2.2	1.30
24	337	4.0	2.1	1.37
25	355	4.0	1.9	1.37
26	393	4.0	1.8	1.37
27	422	4.14	1.7	1.37
28	451	4.14	1.6	1.37
29	480	4.14	1.5	1.34
30	509	4.14	1.4	1.34
31	538	4.14	1.4	1.35
32	567	4.14	1.4	1.45
33	596	4.14	1.3	1.47
34	629	4.14	1.3	1.49
35	654	4.14	1.2	1.49
36	683	4.14	1.1	1.65

Fuente: Alicorp S.A 2003. Manual de Crianza de Tilapias.

Anexo 6.

Requerimientos de proteína para tilapia según su peso

Rango de peso (grs)	Nivel óptimo de proteína (%)
Larva a 0.5	40 - 45%
0.5 a 10	40 - 35%
10 a 30	30 - 35
30 a 250	30 - 35%
250 a talla comercial	25 - 35%

Fuente: NRC, 1993.

Tabla: Aminoácidos

Aminoácido	% del aminoácido en la dieta
Arginina	4.2
Histidina	1.7
Isoleucina	3.1
Lisina	5.1
Leucina	3.4
Metionina	2.7
Fenilalanina	3.8
Treonina	3.8
Triptófano	1.0
Valina	2.8

Fuente: NRC, 1993.

Vitaminas

:

Vitamina	Nivel en la dieta
Tiamina	0.1 mg/kg
Riboflavina	3.5 mg/kg
Piridoxina	0.5 mg/kg
Ácido pantoténico	3 - 5 mg/kg
Niacina	6 - 10 mg/kg
Biotina	0 - 0.5 mg/kg
Ácido Fólico	0 - 0.5 mg/kg
Cianocobalamina	0.01 mg/kg
Inositol	300 mg/kg
Colina	400 mg/kg
Ácido ascórbico	50 mg/kg
Retinol	500 UI/kg
Vitamina D	200 UI/kg
Vitamina E	10 mg/kg
Vitamina K	0 - 1 mg/kg

Fuente: Tacón, 1987

Minerales

Mineral	Requerimiento en la dieta
Calcio	0
Fósforo	5 - 10g/kg
Magnesio	0.5 -0.7 g/kg
Potasio	2.0g/kg
Hierro	30 mg/kg
Manganeso	2.4 mg/kg
Cobre	5.0 mg/kg
Selenio	0.1 mg/kg
Cromo	1.0 mg/kg

Fuente: Steffens, 1987

Requerimientos para dietas de Tilapia

(Tomado de Halver, 1988)

Peso (gr)	ETAPAS		
	Alevinos	Dedinos	Juvenil y Engorde
	(hasta 0.5g) %	(0.5 - 35 g)%	(35 g hasta cosecha) %
Lípidos	10	8	6
Proteína	50	35	30
Carbohidratos digestibles	25	25	25
fibra	8	8 - 10	10
Lisina	4.1*	4.1*	4.1*
Metionina + 50% de cistina	1.7*	1.7*	1.7*

Energía digestible 2500 - 3400 Kcal/Kg de alimento

Sobre el % de proteína en la dieta

Componentes esenciales: no menos del 1% de ácidos grasos esenciales de las series omega 3 y 6.

Anexo 7.

Cuadro. Enfermedades virales de la tilapia

Enfermedad Viral	Síntomas	Causa y/o Prevención	Control o Tratamiento
Linfocitosis	Causa la alteración de los linfocitos; se transmite vía oral. Se presenta en la superficie del cuerpo del pez.	Las células dañadas, pueden romperse y transferir el virus al agua. Cuando la temperatura del agua se mantiene entre 23 y 25°C, se replica el virus.	Detectar a los peces enfermos y matarlos. Mantener el estanque en excelentes condiciones sanitarias. No se conocen medidas terapéuticas para su control.

Cuadro. Enfermedades Bacterianas de la tilapia

Enfermedades Bacterianas	Síntomas	Causa y/o Prevención	Control o Tratamiento
<i>Flexibacter columnaris cd</i>	Lesiones y úlceras epidérmicas que pueden ocasionar mortalidades masivas	Epizootias asociadas a condiciones ambientales adversas, estrés, heridas.	KMnO ₄ 2-3 ppm, Acriflavina 10 ppm/hr, NaCl 1-3%, Terramicina 83 g/40Kg de alimento
<i>Aeromonas Pseudomonas Micobacterium</i>	Natación letárgica, septicemia o infección sanguínea degenerativa; lesiones cutáneas granulomas en hígado, bazo y riñón.	La cavidad corporal se llena de fluidos, hemorragias del hígado, riñón, intestino.	Se advierte el riesgo del uso indiscriminado de antibióticos.
<i>Ichthyobodo</i>	Moco grisáceo sobre piel y branquias	Presente en bajas temperaturas	Formol 12-25 mg/l, KMnO ₄ 2-3 mg/l
<i>Myxosporidia</i>	Papiloma cutáneo, quistes en piel, branquias y aletas	Drenado y desinfección de estanques para eliminar esporas	No existe tratamiento eficaz
<i>Dinoflagelados</i>	Toxinas producidas por florecimientos excesivos de fitoplancton	Evitar la eutrofización de estanques y control del fitoplancton	CuSO ₄ 0.5 mg/l KMnO ₄ 2-3 mg/l

Cuadro. Enfermedades Nicóticas de la tilapia

Enfermedades micóticas	Síntomas	Causa y/o Prevención	Control o Tratamiento
Saprolegnia Branchyomicos	Crecimiento de micelios algodonosos sobre el epitelio lesionado. Con frecuencia ocasionadas como infecciones secundarias	Infecciones causadas por lesiones de manejo con redes y equipo.	Prácticas normales sanitarias para evitar infecciones secundarias, KMnO ₄ 2 mg/l

Cuadro. Enfermedades por protozoarios de la tilapia

Enfermedades	Síntomas	Causa y/o Prevención	Control o Tratamiento
<i>Ichthiophthirius</i> (<i>Ich/mancha blanca</i>)	Natación frenética, letargia e inapetencia, altas mortalidades de alevines y crías	Higiene y limpieza periódica de estanques, desinfección de artes de pesca.	Formol 15mg/l
<i>Trichodina sp</i>	Lesiones y hemorragias de piel y branquias	Control de la calidad del agua, oxidación de la materia orgánica y evitar el estrés.	CuSO ₄ 0.25-0.50 mg/l KMNO ₄ 2-3 mg/l Formol 15mg/l
<i>Costiasis</i> <i>Costia sp</i>	Película blanco-azulosa en la piel, enrojecimiento de zonas infectadas, aletas replegadas y perdida del apetito	Higiene y limpieza periódica de estanques, oxidación de la materia orgánica	Formol 1 ml/lit de agua durante 15 min.

Cuadro. Enfermedades parasitarias de la tilapia

Enfermedades Parasitarias	Síntomas	Causa y/o Prevención	Control o Tratamiento
<i>Cichlidogirus</i> <i>Gyrodactylus</i>	Se adhieren a la superficie corporal, branquias y aletas	Control de la calidad del agua, desinfección de estanques, evitar contacto	No afecta el crecimiento de los organismos formol 15 mg/l. KMnO ₄ 2-3 mg/l Masoten 0.25 mg/l
Diplostomun	Gusanos parásitos del ojo del pez, pueden llegar a causar ceguera total.	La larva se desarrolla en aves, la larva miracidio infecta a caracoles y a la larva del pez.	Evitar presencia de aves piscívoras y eliminación de caracoles.
<i>Clinostomun</i>	Las larvas de este gusano se enquistan en músculos y en las branquias	El ciclo comprende tres huéspedes: aves, caracoles y peces	Evitar presencia de aves (garzas y cormoranes), así como de caracoles.
Cestodos			
<i>Corallobotrium</i>	Enquistamiento en músculos y cavidad pericardial.	Desinfección de estanques para eliminar copépodos.	Evitar presencia de aves piscívoras
Nemátodos			
<i>Contracaenum</i>	Las formas larvales se alojan en piel y vísceras; formas adultas en intestino. Daño visceral considerable	Patogenicidad desconocida	Masoten 0.25 mg/l Evitar presencia de aves piscívoras
Acantocéfalos	Enteritis severas, dañando mucosa intestinal	Larvas se transforman en nidadas	Se desconocen medidas terapéuticas efectivas.
Sanguijuelas	Infestaciones masivas pueden ocasionar reacciones severas del tejido sobre el	Adherencia intermitente a las superficies externas del pez, consumiendo	Masoten 0.50 mg/l

	que se adhieren	grandes cantidades de sangre	
Parásitos externos (crustáceos)			
<i>Argulus</i> <i>Ergasilus</i> <i>Lernea</i>	Incrustación sobre piel y branquias causando lesiones que limitan la aceptación del pez por parte del consumidor	Posibles infecciones secundarias. Se recomienda la desinfección de estanques y el contacto con peces infectados.	Masoten 0.25 mg/l NaCl 1-3%

Anexo 8

Cuadro. Composición NPK de abonos animales porcentaje de peso seco después de secado al horno)

Animales/aves	País	Nitrógeno N	Fósforo P	Potasio K
Excremento de búfalo	China	1.50	0.55	0.40
	India	0.75	0.20	2.00
Bosta de caballo	India	1.88	0.52	1.00
	Estados Unidos	2.00	1.20	0.80
Bosta de vaca	India	1.65	0.44	0.83
	Gran Bretaña	2.98	0.41	1.78
Excremento de oveja	India	1.55	0.70	0.72
	Estados Unidos	1.89	1.35	0.54
Excremento de cabra	(Asia)	2.04	0.73	0.47
Excremento de cerdo	China	2.66	1.37	1.47
	Estados Unidos	3.03	1.66	1.60
Excremento de conejo	-	1.72	1.30	1.08
Excremento de ganso	Hungría	0.6	0.22	0.83
Excremento de pato	Valores promedios	2.15	1.13	1.15
	Hungría	1.00	0.62	0.50
Excremento de pollo	China	5.14	1.98	2.03
	India	2.87	1.28	1.95
	Estados Unidos	4.59	2.33	1.96

R,V, Misra and P,R, Hesse, Comparative analyses of organic manures, Proyecto Regional FAO/UNDP RAS/75/004, Documento de proyecto 24, 97p,

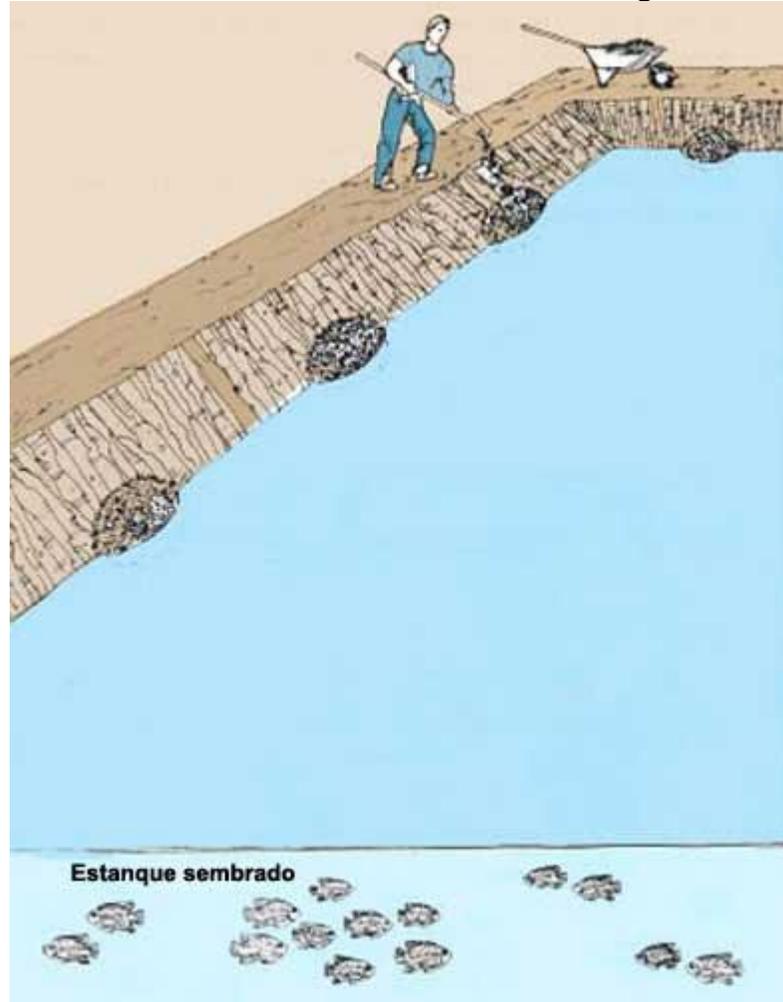
Cuadro. Peso promedio anual del abono orgánico total producido por varios animales de granja (por cada 100 Kg de peso vivo¹)

Producción diaria estimada de desechos provenientes de animales de granja											
¹ Desechos sólidos y orina											
Animales/aves	Peso vivo PV(kg)	Total de desechos ¹ líquidos por DIA		Desechos sólidos por DIA		Materias secas				Totales desechos ¹ frescos (solamente sólidos)	Total de materia seca ¹ (solamente sólidos)
						Desechos frescos totales ¹		Desechos sólidos		kg/100 kg PV/DIA	
		% PV	kg	% PV	kg	%	g/d	%	g/d		
Búfalos	250	6.4	16	4.5	11	17	2720	19	2100		
	500	5.7	28	4.0	20		4760		3800		
Ganado bovino	210	6.2	13	4.7	9		1950		1800	6.0	0.95
	350	6.0	21	4.3	15	15	3150	20	3000	(4.5)	(0.85)
	450	6.0	27	4.2	19		4050		3800		
	550	6.2	34	4.4	24		5100		4800		
Caballos	380	5.0	24	3.5	13	20	4800	23	3000	5.0 (3.5)	1.0 (0.7)
Ovejas/cabras	30	7.0	2.1	3.5	1.0	28	590	35	368	7.0 (3.5)	1.9 (1.2)
Cerdos	13-36	10.0	2.5	5.3	1.3		350		390		
	36-54	8.0	3.0	4.3	1.6	14	420	20	480	8.0	1.1
	54-72	6.0	3.5	3.2	1.9		490		570	(4.3)	(0.9)
	72-90	4.5	3.5	2.7	1.9		490		570		
Patos	2-3	11	0.275	-	-	43	118	-	-	11.0	4.7
Pollos	1-1.5	7	0.080	-	45	36	-	-	7.0	3.2	

Producción diaria estimada de desechos provenientes de animales de granjas.1 Desechos sólidos y orina. R,V, Misra and P,R, Hesse, Comparative analyses of organic manures, Proyecto Regional FAO/UNDP RAS/75/004, Documento de proyecto

Anexo 9.

Colocación de abono animal en montones a lo largo de los taludes



Anexo 10

Análisis Financiero Modelo Orgánico sin sobreprecio

Costos Estimados de Reconstrucción y Modificación de Instalaciones (colones)

Características	Cantidad	Precio por unidad	Precio total
1.22 m x 2.44 mts x 0.6 mm	30	6.550,00	196.500,00
2" x 4" semiduro sin cepillo 4 vrs	12	936,00	11.232,00
Tipo mosquito, metalico	10	566,40	5.664,00
Clavos hierro 2.5"	5	964,60	4.823,00
Clavos de hierro 3"	5	796,60	3.983,00
Sur aceite gln 100-000 blanco	3	7.605,00	22.815,00
Cable eléctrico conducen 25 amp 50s	50	309,80	15.490,00
Socket fijo porcelana	2	309,80	619,60
Socket hule para intemperie	4	358,60	1.434,40
Fregadero acero inox	1	75.663,80	75.663,80
Acero inox. Ferrosos numero22 1.00 x 2.00 mts	2	24.000,00	48.000,00
1x 3 semiduro s/cepillo 4 vrs	18	280,00	5.040,00
1x 12 suave formaleta 4 vrs	6	4.600,00	27.600,00
Concremix 50 kilos	15	3.380,00	50.700,00
Pegamix 50 kilos	5	25.000,00	125.000,00
¼ x 60 cm x 40 cm	8	500,00	4.000,00
Puerta interna t-plywood 0.75 x 2.10	2	9.717,00	19.434,00
Tubería pvc ½" sch 4 0 p.g	15	332,00	4.980,00
Codos pvc ½" S 40	10	79,80	798,00
Unión pvc ½" S 4 0 p.g. Lisa	2	57,60	115,20
Grifo H.G potable	1	3.333,80	3.333,80
Pegamento pvc 950 grms. c/brocha	1	5.062,00	5.062,00
Llavín yale doble paso 610-50 derecho	3	21.150,60	63.451,80
Bisagras Stanley 3x3	6	827,60	4.965,60
1/8" x 10 cm x 45 cm	10	270,00	2.700,00
mano de obra	2	690,00	55.200,00
Flete		30.000,00	30.000,00
COSTO TOTAL		223.341,00	788.605,20

Anexo 11

Cuadro. Costos Estimados de la Construcción de Toma de Agua Cañería conducción de agua (colones)

Concepto	Características	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Requerida				
Tubos pvc	Tubos pvc 4" SDR 50	30	9.000,00	270.000,00
Reducciones pvc	Reducc. Lisa 100 x 50, 4 a 2	14	1.349,60	18.894,40
Tes pvc	Te pvc 4" SD-32.5	14	2.933,80	41.073,20
Tapon pvc	Tapon pvc liso 4" pared delgada	14	2.022,20	28.310,80
Codos	Codo pvc 4" x 90 32.5	14	2.186,00	30.604,00
Pegamento pvc	Pegamento pvc 3.79 litros (1 gal)	3	25.000,00	75.000,00
Concremix	Concremix 50 kilos	25	3.380,00	84.500,00
mano obra		200	690,00	138.000,00
Flete		1	30.000,00	30.000,00
			76.561,60	716.382,40
Impuesto ventas			88045,84	823.839,76
COSTO TOTAL				823.839,76

Anexo 12

Cuadro Costo Estimado de Equipo Científico y otros (colones)

Concepto	Descripción	Inversión Inicial
Equipo científico	Unidad control calidad agua	461.993,00
Red	Red tejido especial	160.000,00
Romana	2 unidades con capacidad 25 kg	134.800,00
Equipo pesca	10 unidades	150.000,00
Baldes	10 unidades	10.000,00
COSTO TOTAL		916.793,00

Anexo 13

Cuadro. Tarifas oficiales de hacienda sobre impuestos sobre la renta

	Período 2006	Período 2007	Período 2008	TARIFA
Hasta	¢1.858.000	¢2.074.000	¢2.252.000	Exento
S/ exceso	¢1.858.000 hasta	¢2.074.000 hasta	¢2.252.000 hasta	10%
S/ exceso	¢2.775.000	¢3.097.000	3.362.000	
S/ exceso	¢2.775.000 hasta	¢3.097.000 hasta	¢3.362.000 hasta	15%
S/ exceso	¢4.629.000	¢5.167.000	¢5.609.000	
	¢4.629.000 hasta	¢5.167.000 hasta	¢5.609.000 hasta	20%
	¢9.276.000	¢10.354.000	11.241.000	
	¢9.276.000	¢10.354.000	¢11.241.000	25%

Fuente: <https://www.hacienda.go.cr/Msib21/Espanol/Direccion+General+de+Tributación/organizacion.htm>