



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

**“EFECTO DE LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA
CRIANZA Y PRODUCCIÓN DE TILAPIA ROJA”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR:

Fredy Geovanny Brito Suárez

DIRECTOR:

Dr. Luis C. Rodríguez Quintero

**CUENCA – ECUADOR
2009**

DEDICATORIA

Dedico mi tesis con mucho cariño a mis padres Lucho y Yomita quienes con mucho cariño me han sabido apoyar en todos mis estudios, dedico también a mis hermanos y amigos quienes de una u otra manera estaban siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la vida y permitir seguir viviendo; como también a mis padres por todo el apoyo en mi vida estudiantil y familiar.

Un agradecimiento especial para todos mis profesores quienes me han enseñado todos los conocimientos dentro y fuera de las aulas.

Agradezco también al Dr. Luis Carlos Rodríguez por todo el apoyo recibido para culminar este trabajo de tesis.

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio sobre la influencia de la reutilización del agua en la crianza y producción de la tilapia roja, en una zona del oriente ecuatoriano, fundamentada en teorías sobre la resistencia y desarrollo de este pez en aguas pobres en oxígeno, y complementada con una recopilación de textos relacionados con producción, técnicas de cultivo, alimentación, parámetros físico químicos del agua, enfermedades, etc., llegando a demostrarse mediante una serie de cuadros la influencia acentuada del desarrollo de la tilapia a distintos niveles de reutilización del agua. Además, se hace un análisis sobre la factibilidad de este sistema.

ABSTRACT

The present work studied the influence of water reutilization in breeding and production of red tilapia. The study was located in the Ecuadorian rain forest; where some water sources are poor in oxygen. A bibliographic compilation of production, breeding techniques, feeding and tilapia pathologies was developed. This work allowed us to explore the relationship of tilapia development at different water reutilization levels. Moreover, a feasibility analysis of this system is presented.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Cuadros	ix
 INTRODUCCIÓN.....	 1
 CAPITULO I: LA TILAPIA	
 1.1 INTRODUCCIÓN A LA ESPECIE.....	 3
1.2 CONDICIONES Y PARAMETROS DE CULTIVO.....	3
1.2.1 Hábitat	3
1.2.2 Calidad del agua de cultivo	4
1.3 PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	4
1.3.1 Oxígeno	4
1.3.2 Temperatura	6
1.3.3 Dureza	7
1.3.4 pH.....	7
1.3.5 Amonio	8
1.3.6 Nitritos	9
1.3.7 Alcalinidad	9
1.3.8 Dióxido de carbono	9
1.3.9 Gases tóxicos	9
1.3.10 Sólidos en suspensión	10
1.3.11 Fosfatos	10
1.3.12 Cloruros y sulfatos	10
1.4 CANTIDAD DE AGUA	10
1.5 USO ADECUADO DEL AGUA DISPONIBLE	12
1.6 REPRODUCCIÓN Y ALEVINAJE	15
1.6.1 Selección de reproductores	15
1.6.2 Estanques de reproducción	15
1.6.3 Siembra de reproductores	16
1.6.4 Recolección de semilla	16
1.6.5 Proceso de reversión sexual	17
1.6.6 Calidad físico-química y microbiológica de la fuente de agua para Alevines	18

1.6.8 Alimentación	18
1.6.9 Diseño y manejo	18
1.6.10 Preparación del alimento de reversión	18
1.7 MANEJO DEL CULTIVO	19
1.7.1 Fertilización y desinfección de los estanques	19
1.7.2 Siembra	19
1.7.3 Precría	22
1.7.4 Levante	22
1.7.5 Engorde	23
1.8 RIESGOS Y ENFERMEDADES	23
1.8.1 Factores que afectan a los peces en el cultivo	24
1.8.2 Enfermedades	25
1.9 ALIMENTACIÓN	27
1.9.1 Aspectos importantes sobre el alimento	28
1.9.2 Forma de alimentar	28
1.9.3 Horas de alimentación	29
1.9.4 Aspectos nutricionales de los alimentos	29
1.10 CULTIVO	31
1.10.1 Cultivo en jaulas	31
1.10.2 Cultivo en estanques	33
1.11 SISTEMAS DE CULTIVO	34
1.11.1 Sistema extensivo	34
1.11.2 Sistema semi – intensivo	34
1.11.3 Sistema intensivo	35
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Antecedentes de la zona	36
2.2 Materiales	36
2.3 Metodología	37
2.3.1 Construcción de canales y tanques de distribución.....	37
2.3.2 Adecuación de los estanques.....	37
2.3.3 Desinfección y fertilización de los estanques	39
2.3.4 Siembra de alevines	39
2.3.5 Precría I	41
2.3.6 Precría II	41
2.3.7 Levante Juveniles	42
2.3.8 Engorde	42
2.3.9 Cosecha	43

2.3.10 Alimento utilizado para tilapia en sus diferentes estadios y su información nutricional	44
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
3.1 Costos de producción e ingresos	49
3.1.1 Costos por adecuación y personal	49
3.1.2 Costos por siembra y fertilización	49
3.1.3 Costo por alimentación y nutrición de peces	49
3.3.4 COSTO TOTAL	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFIA	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Efecto de las diferentes concentraciones de oxígeno sobre el pez	5
Cuadro 2: Cálculo estimado de vaciado de agua necesario para abastecimiento del consumo de oxígeno de los peces y de los procesos de descomposición de la materia orgánica en las heces, sobre diferentes biomásas y tasas de alimentación.	13
Cuadro 3: Referencia para alevines de mojarra roja en estanques con recambio de agua constante	20
Cuadro 4: Nivel óptimo de proteína en el alimento, según el peso de los peces.....	30
Cuadro 5: Alimentación y peso promedio de todos los estanques medido cada quince días	45
Cuadro 6: Pesos promedios (grs) cada 2 semanas por estanque	46
Cuadro 7: Conversión alimenticia por estanque durante el periodo registrado	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo1: Ubicación de los diferentes estanques y cantidad de peces por cada uno.	56
Anexo 2: Alimento suministrado a los peces en sus diferentes etapas.....	57
Anexo 3: Consumo diario de alimento para cada estanque (grs).....	58
Anexo 4: Consumo de alimento por etapas en el cultivo de la tilapia (gr)	59
Anexo 5: Biomasa presente en los estanques (gr.)	60
Anexo 6: Gráfico sobre el crecimiento de la tilapia en los diferentes niveles de reutilización de agua	61

Brito Suárez Fredy Geovanny

Trabajo de Graduación

Dr. Luis C. Rodríguez Q.

Junio del 2009

“EFECTO DE LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA CRIANZA Y PRODUCCIÓN DE TILAPIA ROJA”

INTRODUCCIÓN

La piscicultura se presenta como una nueva alternativa de producción en el sector agropecuario; sin embargo, el agua es el principal factor limitante en esta actividad. Muchos países, que carecen de agua suficiente, adoptan el uso de sistemas cerrados con recirculación de agua, en ambientes controlados, con las técnicas más intensivas que se hayan desarrollado hasta el momento. En nuestro medio es muy difícil implementar estos sistemas por el alto costo del equipo y la falta de estudio del mismo.

El sector rural del oriente ecuatoriano cuenta con muchas explotaciones piscícolas familiares y semi-comerciales en donde la reutilización del agua es muy frecuente, debido a la dificultad de obtener mayores volúmenes de agua para dichas explotaciones ya sea por la topografía del terreno y la falta de recursos de las personas.

La falta de estudio, de este sistema de explotación, ha llevado a los productores a desconocer puntos básicos como productividad, costos de producción y eficiencia del sistema.

La tilapia está considerada hoy en día como una especie ideal para la piscicultura con excelentes perspectivas; por su capacidad de desarrollarse en aguas pobres en calidad y bajos niveles de oxígeno,

El presente estudio tiene por objeto principal criar tilapias con poca cantidad de agua, mediante el uso de estanques contruidos en forma de rosario, partiendo de que la

tilapia se ha adaptado y desarrollado en cultivos con baja cantidad de oxígeno y altas en amoníaco.

CAPITULO I

LA TILAPIA

1.1 INTRODUCCIÓN A LA ESPECIE

La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae, originario de África. Habita en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento

Es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno, es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques, y puede ser manipulado genéticamente.

Actualmente, se cultivan con éxito unas diez especies. La tilapia roja es un híbrido proveniente de líneas mejoradas, partiendo de las cuatro especies más importantes del género. Las especies parentales del híbrido son: *O. aureus*, *O. mossambicus*, *O. niloticus* y *O. urolepis hornorum*. Por estar emparentadas entre sí, sus comportamientos reproductivos y alimenticios son similares. El desarrollo de este híbrido permitió obtener muchas ventajas sobre otras especies, como el alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento rápido, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura y coloración de carne, con muy buena aceptación en el mercado.

1.2 CONDICIONES Y PARÁMETROS DE CULTIVO

1.2.1 Hábitat

Son especies aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales. Debido a su naturaleza híbrida, se adapta con gran facilidad a ambientes lénticos (aguas poco estancadas), estanques, lagunas, reservorios.

1.2.2 Calidad del agua de cultivo

Se deberá proporcionar a los peces en cautiverio, un ambiente óptimo para su crecimiento, de forma tal que éste sea rápido, a un costo mínimo, tanto en recursos como en capital. Los sistemas intensivos de recirculación tienen la gran ventaja de poder controlar el ambiente y todos los parámetros de calidad del agua fácilmente (temperatura, oxígeno, pH, anhídrido carbónico, amoníaco, nitritos, nitratos, alcalinidad, etc.), obteniéndose así un óptimo crecimiento de los animales y una prevención en sanidad. Estos “parámetros” o “variables” de calidad de agua no actúan independientemente, sino que están interrelacionados, de tal forma que el manejo del sistema puede resultar complejo. Por ello, es importante entender las interrelaciones existentes entre los parámetros o variables en la calidad de agua, para lo cual se debe efectuar con continuidad el monitoreo de los mismos.

Los factores biológicos (que son propios de la especie a cultivar), junto a los factores físicos y químicos del agua, se interrelacionan en una serie de complejas reacciones físico-bio-químicas que influyen sobre todos los aspectos del cultivo y actúan sobre la tasa de crecimiento de los peces. Por lo tanto, es imprescindible que el acuicultor conozca en forma básica la química y física del agua del cultivo, para obtener éxito en este sistema de producción (Sitio Argentino de Producción Animal).

1.3 PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS

De acuerdo a Alamilla (2002), el agua para el cultivo de tilapia debe cumplir diversas condiciones:

1.3.1 Oxígeno

Dentro de los parámetros físico-químicos, el oxígeno es el más importante en el cultivo de especies acuáticas. Para conocer las cantidades exactas de oxígeno se utiliza oxímetros en el agua, en nuestro medio el costo de este equipo es elevado y solo se utilizarían en instalaciones a gran escala.

El grado de saturación del oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y pH.

En la Tabla 1 se indican los posibles efectos sobre el pez a diferentes concentraciones de oxígeno:

Cuadro 1: Efecto de las diferentes concentraciones de oxígeno sobre el pez

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.
> 4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

Fuente: Galo Plaza Mayorca 2005

1.3.1.1 Factores que disminuyen la cantidad de oxígeno disuelto

Algunos de estos factores son:

- Descomposición de la materia orgánica.
- 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.

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1,0mg/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 deberían estar por encima de los 4mg/L, el cual debería ser medido en la estructura de salida del estanque (desagüe). Valores menores al indicado, reducen el crecimiento e incrementa la mortalidad. (www.producción-animal.com.ar).

1.3.1.2 Consecuencias de las exposiciones prolongadas a valores bajos de oxígeno disuelto

- Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- Aumenta la conversión alimenticia (relación alimento consumido/aumento de peso).
- Se produce inapetencia y letargia.
- Causa enfermedad a nivel de branquias.
- Produce inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades.
- Disminuye la capacidad reproductiva.

1.3.1.3 Tipos de aireación

- Natural: Caídas de agua, escaleras, chorros, cascadas, sistemas de abanico.
- Mecánica: Motobombas, difusores, aireadores de paletas, aireadores de inyección de oxígeno, generadores de oxígeno líquido.

1.3.1.4 Ventajas de una buena aireación

- Permite incrementar las densidades de siembra hasta un 30% y manejar densidades más altas por unidad de área, como en el caso del cultivo en jaulas.
- Se obtienen buenos rendimientos (crecimiento, conversión alimenticia, incremento de peso y menor mortalidad).
- Compensa los consumos de oxígeno demandados en la degradación de la materia orgánica, manteniendo niveles más constantes dentro del cuerpo de agua.
- Elimina los gases tóxicos.

1.3.2 Temperatura

Los peces son animales poiquiloterms (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, aunque ésta puede continuarse con una variación de hasta 5°C por debajo de este rango óptimo.

- Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno.
- El efecto negativo sobre el crecimiento del pez cultivado, que pudiera originar las variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche, podría subsanarse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína (30%, 32%, etc) (www.producción-animal.com.ar).

1.3.3 Dureza

Es la medida de la concentración de los iones de Ca y Mg, expresada en ppm de su equivalente a Carbonato de calcio.

- Rangos óptimos: Entre 50-350 ppm de CaCO_3 .
- Por estar relacionada directamente con la dureza, el agua para el cultivo debe tener una alcalinidad entre 100 ppm a 200 ppm.
- Durezas por debajo de 20 ppm ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad [se controlan adicionando carbonato de calcio (CaCO_3), o cloruro de calcio (CaCl)].
- Durezas por encima de 350 ppm se controlan con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración. (www.producción-animal.com.ar).

1.3.4 pH

Es la concentración de iones de hidrógeno en el agua.

- El rango óptimo está entre 6.5 a 9.0.
- Valores por encima o por debajo, causan cambios de comportamiento en los peces como letargia, inapetencia, retardan el crecimiento y retrasan 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 (asfixia por falta de oxígeno).

- 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. El pH para tilapia debe de ser neutro o muy cercano a él, con una dureza normalmente alta para proporcionar una segregación adecuada del mucus en la piel. (www.producción-animal.com.ar).

1.3.5 Amonio

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

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-----	$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	-----	$\text{NH}_3 + \text{OH}^-$
Forma no ionizada		Su velocidad de conjugación		Forma ionizada.
Forma tóxica		con el agua depende del pH.		Forma no tóxica.

La toxicidad del amonio en forma no ionizada (NH₃) aumenta cuando la concentración de oxígeno disuelto es bajo, el pH indica valores altos (alcalino) y la temperatura es alta. Cuando los valores de pH son bajos (ácidos), el amonio no causa mortalidades.

Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.0 1 ppm a 0.1 ppm. (Valores cercanos a 2 ppm son críticos). El amonio es tóxico, y se hace más tóxico cuando el pH y la temperatura del agua están elevados, 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 exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen). (www.producción-animal.com.ar).

1.3.6 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.

1.3.7 Alcalinidad

Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Los valores de alcalinidad y dureza son aproximadamente iguales. Para valores por debajo de 20 ppm es necesario aplicar 200 g/m de carbonato de calcio, entre dos y tres veces por año.

1.3.8 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 letargia e inapetencia.

1.3.9 Gases tóxicos

Son compuestos químicos producidos en los estanques por la degradación de materia orgánica. A continuación, se presentan 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).

1.3.10 Sólidos en suspensión

Aumentan la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en ella. Los sólidos se deben controlar mediante sistemas de desarenadores y 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.

1.3.11 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 como PO_4 . Su toxicidad aumenta a valores de pH ácido.

1.3.12 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.

1.4 CANTIDAD DE AGUA

Según el sitio Argentino de Producción Animal: el requerimiento correspondiente a la cantidad de agua de abastecimiento para la producción proyectada, es uno de los ítems más importantes cuando se está definiendo dónde instalar el sistema de cultivo (cualquier clase que sea). La cantidad de agua a utilizar dependerá de diferentes factores, como son: la especie a cultivar, la densidad a utilizar en producción, las prácticas de manejo acuícola, la tecnología de producción a emplear y el grado de

riesgo que el productor esté dispuesto a aceptar. Por lo tanto, la cantidad de agua a emplear deberá ser calculada con precisión, aún cuando el sistema utilice la tecnología de recirculación y en este último caso, se deberá pensar en un alto recambio del volumen total del sistema, en forma diaria (aunque después, pueda bajarse según la especie a cultivar, ya que no es lo mismo cultivar una trucha arco iris, de aguas frías, que una tilapia de aguas cálidas, por ejemplo, debido a su diferente fisiología y diferentes requerimientos).

En un sistema de recirculación, la cantidad de agua nueva a agregar, dependerá directamente del grado de reutilización de la misma. Existen varias razones para volver a utilizar el agua nuevamente y entre ellas se mencionan la disminución en cuanto a su demanda y el volumen reducido de los efluentes (aguas de desecho) a tratar. Esta es una de las ventajas de los sistemas de recirculación, especialmente cuando se necesita producir peces fuera de su área de distribución climática.

En orden de importancia, el factor más relevante, que limita el cultivo de peces, se refiere a la concentración de oxígeno disponible en el agua para los animales. En menor grado y a continuación, los factores más importantes a considerar son los niveles de amoníaco y de anhídrido carbónico disuelto; estando estos dos últimos parámetros interrelacionados (debido a la acción del anhídrido carbónico sobre los niveles del pH y la relación del pH con la toxicidad del amoníaco). Al respecto, como cada especie posee límites diferentes de seguridad frente a una exposición prolongada de estas variables, los sistemas a emplear deberán mantener los niveles necesarios de oxígeno disuelto en el agua y asegurar asimismo que las cantidades de anhídrido carbónico y los valores de pH se mantengan por debajo de los límites máximos, según la especie bajo cultivo.

El agua de abastecimiento deberá ser de excelente calidad a la entrada al sistema (previamente determinada por análisis) y con suficiente caudal como para futuras ampliaciones del cultivo (en este sentido, el agua subterránea de profundidad sin contaminación, es la que presenta mejores condiciones iniciales, siempre que su abastecimiento sea cierto en cuanto a términos de volumen y continuidad). Por otra parte, la ventaja principal de esta agua (además de su calidad), está representada por

el hecho de que su temperatura se mantiene constante a lo largo del año (en general 18°C en clima cálido y templado) a su salida.

1.5 USO ADECUADO DEL AGUA DISPONIBLE

El desperdicio y el mal uso del agua son comunes en la mayoría de las pisciculturas. Ese desperdicio se acentúa por la idea de que el cambio de agua es indispensable para la oxigenación de los estanques. Así, ya en el inicio de los ciclos (fases) de cultivo, es común registrar el uso de una renovación excesiva de agua en los estanques, lo que perjudica la eficiencia del encalado y de la fertilización, haciendo que el agua sea pobre de nutrientes. Eso impide la formación del plancton, manteniendo el agua transparente por mucho tiempo, favoreciendo la entrada de luz en la columna de agua, con el desarrollo de algas filamentosas y de plantas sumergidas en el fondo de los estanques.

Si el agua de abastecimiento fuese la única fuente de oxígeno en los estanques, sería necesario altas tasas de renovación de agua para asegurar la sobrevivencia de los peces. Tal práctica generalmente es prohibitiva en la mayoría de los emprendimientos, aún en aquellas con pequeñas áreas de estanques, en virtud de la restricción de disponibilidad de agua. (Sitio Argentino de Producción Animal)

Cuadro 2: Cálculo estimado de vaciado de agua necesario para abastecimiento del consumo de oxígeno de los peces y de los procesos de descomposición de la materia orgánica en las heces, sobre diferentes biomásas y tasas de alimentación

Biomasa Kg. /ha	¹ Rac. Máx (Kg./ha/día)	consumo de O ₂ gramos/hora			Vaciado (lt/seg./ha)	Vaciado (% día)
		² MO heces	³ Peces	Peces- MO		
4000	48	515	800	1315	52	30%
6000	72	773	1200	1973	78	45%
8000	96	1030	1600	2630	104	60%
10000	120	1288	2000	3288	130	75%
12000	144	1546	2400	3946	157	90%
14000	168	1803	2800	4603	183	105%

Fuente: Sitio Argentino de Producción Animal.

¹Tasa de alimentación de 1,2 % PV día en las fases finales del cultivo.

²Es necesario 1.4 gr. de oxígeno para cada gramo de materia orgánica a ser descompuesta.

³Consumo medio de 200 gr. de oxígeno/tonelada de peces/hora.

⁴Considerando el agua de abastecimiento con oxígeno de 7 mg/lt (próximo a saturación). (Para expresar el vaciado en m³/ha/h multiplíquese el valor lt/seg/ha por 3.6; en este ejemplo fue considerado que una hectárea de estanque tiene un volumen de 15000 m³).

Se puede visualizar en el ejemplo del Cuadro 1: Si el agua de abastecimiento fuera la única fuente de oxígeno, un estanque con 4.000Kg de peces/ha demandaría un vaciado continuo próximo a 50 litros/s/ha (o sea el 30% del volumen total/día) para reponer el oxígeno consumido por los peces y por la descomposición de la materia orgánica excretada con las heces. Si la biomasa fuera 6.000Kg/ha y fueran aplicadas 72 Kg. de ración/ha/día, ese consumo de oxígeno sólo podría ser abastecido con un vaciado de alrededor de 80 litros/s/ha (45% del volumen total/día). Con el aumento de la biomasa para 10.000kg/ha y una tasa de alimentación de 120kg/ha/día sería necesario una renovación diaria de 75%.

En la práctica, cerca de 4.000 a 6.000kg de peces/ha se pueden mantener en estanques sin aireación, en los cuales apenas se repone el agua perdida por evaporación y por filtración. En estanques con baja infiltración (<1 mm/h) esa reposición no excede el 3% del volumen total por día, lo que equivale a un vaciado constante no superior a 4 litros/s/ha, mismo sobre tasa de evaporación de hasta 12 mm/día (ver el Cuadro). Así mismo en suelos con alta infiltración (hasta 5 mm/h) y bajo una alta tasa de evaporación, la reposición del agua ni siquiera pasa el 15% al día. Esto demuestra que el agua de abastecimiento está lejos de ser la principal fuente de oxígeno para la respiración de los peces y de los demás organismos de los viveros.

¿Entonces, de donde proviene el oxígeno necesario para eso?

Proviene de la fotosíntesis que efectúan las microalgas del fitoplancton, que llega a aumentar más del 80% de lo demandado por los peces y otros organismos, inclusive el propio fitoplancton. El balance entre fotosíntesis y respiración es generalmente positivo, o sea, el fitoplancton produce más oxígeno que el consumido en los procesos respiratorios de los estanques. En los días nublados o lluviosos pueden producirse excepciones, ya que, en virtud de la baja luminosidad, la producción de oxígeno vía fotosíntesis puede ser superada por el consumo de oxígeno en la respiración. La respiración también puede exceder a la fotosíntesis en los estanques con una excesiva biomasa (cantidad de kilos de peces) o con una gran producción de fitoplancton. Por lo tanto, es equivocada la argumentación de que el agua de abastecimiento de los estanques es la que supera el oxígeno demandado por los peces. Esto solamente sería posible con altas renovaciones de agua, lo que es impracticable en la mayoría de las emprendimientos. Así mismo, en sitios con recursos hídricos abundantes, la alta renovación de agua en los estanques puede ocasionar una alta inversión y costo de mantenimiento y operación de los sistemas hidráulicos (canales, tuberías, filtros y bombas), particularmente donde no es posible la captación y el abastecimiento de agua por gravedad. Puede producirse un conflicto por la necesidad de captación de grandes volúmenes de agua para abastecer un solo emprendimiento acuícola, así como también respecto de la generación de un gran volumen de efluente, que puede llamar la atención de las instituciones medio ambientalistas y de la comunidad, en general.

1.6 REPRODUCCIÓN Y ALEVINAJE

1.6.1 Selección de reproductores

Los reproductores deben tener entre 10 y 20 meses de edad y provenir de lotes seleccionados previamente, que hayan tenido una alimentación baja en grasa para llegar a su edad reproductiva con una buena capacidad abdominal. Estos animales deben ser levantados en lotes con condiciones superiores a los demás. El porcentaje de proteína debe estar cercano al 32% para que tenga el desarrollo corporal adecuado al momento de alcanzar la etapa reproductiva.

Es importante luego de cada ciclo, separar los reproductores y proporcionarles un descanso de 15 días como mínimo, para mantener picos de producción constantes y para realizar tratamientos preventivos con el fin de evitar cualquier tipo de enfermedad.

Un reproductor debe cumplir con las siguientes características:

- Poseer un cuerpo proporcionalmente ancho comparado con su longitud, es decir, que su cabeza ocupe más de 1.5 veces el ancho del cuerpo.
- Tener cabeza pequeña y redonda.
- Poseer buena conformación corporal (buen filete, cabeza pequeña, pedúnculo caudal corto, etc.)
- Libre de toda malformación.
- Ser cabezas de lote y estar sexualmente maduro.
- Poseer buena coloración y en el caso de la tilapia roja, estas no deben poseer manchas de cualquier otra coloración.

1.6.2 Estanques de reproducción

Deben tener un área entre 500 y 1500 m² para facilitar la recolección de alevines y la cosecha. Para asegurar una producción alta y constante, es importante monitorear con frecuencia parámetros como oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos.

Los estanques pueden ser exteriores e interiores. Generalmente, se emplean estanques exteriores para las fases de maduración de reproductores y desove. Los estanques interiores se utilizan para los procesos de reversión y precría y son cubiertos con algún tipo de plástico para mantener la temperatura constante.

En los estanques de reproducción es necesario tener sistemas antipájaros como mallas, para evitar la predación de camadas y ataques a reproductores adultos.

1.6.3 Siembra de reproductores

Para obtener una buena producción de larvas se recomienda emplear una proporción de 1.5 a 2 machos por 3 hembras, sin exceder 10 Kg. de biomasa por metro cuadrado, ya que el exceso, tanto en biomasa como en el número reproductores, puede provocar disminución de la postura.

Es necesario tener un plantel de reproductores de reemplazo para ponerlos a producir mientras los otros se encuentran en período de descanso. Alcanzar más de 200 a 300 alevines efectivos por hembra/ciclo es difícil y requiere un manejo muy selectivo (trabajo genético eficiente en los parentales).

1.6.4 Recolección de semilla

Una vez eclosionados los huevos, la hembra mantiene las larvas en la boca; hasta que terminan de absorber el saco vitalino.

Se deben recolectar los lotes máximo cada 5 días para entrar en la fase de reversión. Un número mayor de días implica problemas con la eficiencia de la hormona en el proceso de reversión y pérdida de alevines en los estanques de reproducción por efectos de canibalismo.

La recolección de la semilla debe realizarse en la mañana, antes de alimentar, con sistemas de redes muy finas, cucharas de angeo y copos de tela mosquitera, para evitar el maltrato de los alevines y su mortalidad. Luego de sacar los alevines del

estanque de reproducción es necesario separar los reproductores (machos y hembras), en estanques independientes, para darles el descanso necesario.

Se deben realizar medidas profilácticas sobre cada uno de los estanques, artes de pesca y utensilios de recolección, para evitar el contagio de epidemia por reproductores que hubieran estado enfermos.

Luego de la pesca se debe realizar una selección a través de un tamiz de 8-10 milímetros; los animales que no logren atravesarlo, se descartan y los que pasen, entran al proceso de reversión.

1.6.5 Proceso de reversión sexual

Debido a las diferencias de crecimiento entre el macho y la hembra, es necesario que los cultivos de tilapia sean mono sexo (mayor porcentaje posible de machos). En la producción de tilapia es posible realizar el cultivo mono sexo.

El cultivo de solo machos se recomienda debido a la mayor tasa de crecimiento, 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 mayor rendimiento de filete. (Franco, 2001)

El cultivo mono sexo se puede lograr de varias formas:

- Realizando el sexado manual de los peces al alcanzar tamaños de 30 a 50 gramos de peso.
- Realizando reversión sexual utilizando alimento con 60 ppm de 17 alfa metil testosterona durante los primeros 30 días de edad. Esta hormona es incluida a través de un vehículo (alcohol) en el alimento, cuyo nivel de proteína es generalmente alto (45%), y suministrado a razón de un 15% de la biomasa/día, repartido en 8 raciones como mínimo.
- Realizando producción de híbridos que provienen y son garantizados de reproductores genéticamente manipulados.

1.6.6 Calidad físico-química y microbiológica de la fuente de agua para alevines

1.6.6.1 Temperatura del agua

Debido a que los alevines son altamente termófilos (susceptibles a cambios de temperatura), es necesario mantener un valor que sea constante y que esté por encima de los 26°C. Esto se consigue con la construcción de los estanques de reversión en materiales que almacenen un alto calor específico (tierra) o con el uso de recubrimientos como plástico (sistemas de invernadero) para elevar y mantener una temperatura estable

1.6.8 Alimentación

Es necesario utilizar un alimento de alto contenido proteico (45%), energético y que sea tamizado para asegurar un consumo uniforme y fácil por parte del alevín. En general, el tamaño de la partícula que se debe suministrar durante el período de reversión debe estar entre los 0.5 y 0.8 milímetros.

1.6.9 Diseño y manejo

Los estanques se deben llenar y vaciar fácilmente. Además se debe evitar la proliferación de algas y la acumulación de sólidos disueltos porque causan problemas en los procesos respiratorios a nivel de branquias. Los estanques de reversión varían en tamaño de 200 a 600 m². Lo importante es el control de las variables que causan mortalidades masivas en los procesos de reversión (temperatura, oxígeno, sólidos y patógenos).

1.6.10 Preparación del alimento de reversión

Al alimento molido y tamizado, se le adicionan entre 60 y 120 miligramos de la hormona 17-alfa-metil testosterona por kilogramo de alimento, la cual se ha disuelto previamente en 500 a 800 mililitros de etanol por kilogramo, tratando de hacer una mezcla muy homogénea.

Posteriormente, se seca a temperatura ambiente por espacio de 1 a 2 días, tratando de que este proceso se realice a la sombra con el fin de que el alcohol se volatilice lo más lentamente posible; y así asegurar una adherencia completa de la hormona a cada una de las partículas de alimento. Eventualmente, se puede adicionar algún tipo de antibiótico como la oxitetraciclina o terramicina, como medida preventiva. También se agregan aceite de pescado y otras de origen vegetal como fuente adicional de energía. Es común adicionar vitamina C disuelta con el alcohol a razón de 250 ppm, como activador del sistema inmunológico y promotor natural de crecimiento.

1.7 MANEJO DEL CULTIVO

1.7.1 Fertilización y desinfección de los estanques

Según Galo Plaza Mayorca, es de mucha importancia para que se produzca el fitoplancton que servirá de alimento natural para los peces. Antes de fertilizar recomienda desinfectar con cal agrícola ya que, además de constituir un desinfectante, es un fertilizante, dándole un color adecuado al agua. La cantidad adecuada es de 10 kg/100 m² de estanque cada mes. Esta actividad va a mejorar excelentemente la acidez del suelo y del agua.

La fertilización se efectúa con abono orgánico e inorgánico:

- Si utilizamos el abono de la gallinaza, la cantidad será de 5 kg/100m² de estanque.
- Si es de porcino será 10kg/100m².
- Con estiércol de bovino será de 15kg/100 m² de superficie.

Al utilizar fertilizante inorgánico comercial se recomienda el 10-30-10 en una cantidad de 600gr/100m² de superficie/mes, disueltos en el agua y esparcidos en el estanque.

1.7.2 Siembra

Es importante tener en cuenta para la siembra de semilla los siguientes aspectos:

- Conteo preciso de una muestra o del total de la semilla (volumétrico, por peso o manual, es decir conteo individuo por individuo).

- Aclimatación de temperatura: el agua de las bolsas de transporte de alevines se debe mezclar por lo menos durante 30 minutos con el agua del estanque que se va a sembrar.

1.7.2.1 Densidad de siembra

¿Cuántos peces podemos sembrar por metro cuadrado? Depende de muchos factores y cada uno de ellos supremamente importante. El más importante es la cantidad de agua (lt/seg.) que entre al estanque. Lo ideal es aprovechar al máximo el área del estanque, tener más cantidad de peces por metro cuadrado, con esto nos evitamos la construcción y manejo de otros estanques.

En cuanto a la densidad de siembra aconsejada resulta de retar poco a poco a los peces, es decir sembrar por debajo de lo que consideremos se estima de acuerdo al caudal de agua que entra al estanque e ir subiendo la población, cosecha tras cosecha; la experiencia que tenga el mismo piscicultor lo llevará hasta el límite máximo de siembra.

Cuadro 3: Referencia para alevines de mojarra roja en estanques con recambio de agua constante.

Entrada de agua	Densidad de siembra
1-3 lt /seg.	Hasta 4 peces /m ² .
6-10 lt/seg.	Hasta 15 peces /m ² .
40-60 lt/seg.	20-30 peces /m ² .

Fuente: Produciendo Juntos la Piscicultura.

1.7.2.2 Crecimiento en función de la densidad de siembra

El crecimiento está en función de la densidad de peces a la siembra, de la calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto y otras variables correspondientes) y de la tasa máxima de alimentación ofrecida. Las tilapias sembradas a una densidad de 1/m² en estanques, crecerán más rápido que a 100/m², con nutrición apropiada y calidad de agua controlada. El crecimiento se retarda cuando la densidad de siembra es alta y la calidad del agua es pobre. Cuando se alimenta con una ración incompleta, el

crecimiento disminuye a las altas densidades colocadas, debido a que cada pez no recibirá el suficiente alimento natural para abastecer la deficiencia nutricional de las raciones ofrecidas.

Las tilapias cultivadas a bajas densidades, solo con alimento natural producido en los estanques, podrán crecer a tasas óptimas hasta que el alimento comience a ser el limitante del crecimiento. Cuando se aumenta la densidad de siembra, el abastecimiento de alimento comienza a limitarse y el crecimiento, por lo tanto, disminuye. Para mantener un rápido crecimiento a una densidad tan alta como 1-2 peces/m², se deberá complementar con ofrecimiento de alimento externo. La densidad de siembra podrá aumentarse y el crecimiento será más rápido siempre que se mantenga prolongadamente la calidad del agua.

En general, mientras el ofrecimiento diario de alimento no exceda los 80-100 kg/ha, los nutrientes no asimilados (provenientes del alimento ofrecido), aumentarán la producción del alimento natural sin un serio empobrecimiento de la calidad del agua. A mayor tasa de alimentación, a menudo, la degradación de la calidad del agua, reduce el crecimiento en los peces. La respiración de los organismos del fitoplancton, las bacterias y los peces producirán una disminución del oxígeno disuelto por debajo de los límites óptimos para un rápido crecimiento de los individuos. La aireación mecánica puede corregir estos problemas, permitiendo el rápido crecimiento a altas densidades de siembra. Sin embargo, cuando se adiciona alimento externo en respuesta a una alta densidad de peces, el amoníaco (producto del metabolismo de las proteínas y de la descomposición de materia orgánica disponible), comienza a convertirse en un factor limitante del crecimiento. Los niveles de nitrógeno de los desechos pueden reducirse por recambios de agua.

Las altas densidades de siembra, resultan a menudo en altas cosechas de peces, pero el crecimiento individual de estos se sacrifica (es decir, a mayor densidad de siembra, menor talla de los animales). A altas densidades, la tilapia requiere un tiempo adicional para alcanzar las tallas de mercado. Cuanto más tiempo queden los peces en el estanque de cultivo, mayor será el riesgo de enfermedades y la probabilidad de que las hembras no deseadas se reproduzcan, compitiendo entonces con las crías nacidas por

el alimento y disminuyendo además el crecimiento de los peces inicialmente sembrados.

Los productores de tilapia tienen tres alternativas para acortar el ciclo de engorde: reducir la densidad, mejorar la calidad del alimento, modificar las condiciones ambientales con aireación y/o recambio de agua, lo que permitirá una alta tasa de alimentación, favoreciendo el crecimiento. En las regiones con energía no muy costosa, podrá airearse económicamente los estanques. Cuando esto no sucede, la única alternativa es el recambio de agua (si no es de bombeo) o bien, reducir la densidad de siembra. (Kubitza & Kubitza, 2000. Panorama de Acuicultura).

1.7.3 Precría

Esta fase comprende la crianza de alevines con pesos entre 1 gramo a 5 gramos. Generalmente, se realiza en estanques con área entre 350 y 800 m², con densidad de 100 a 150 peces por m², 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 m² y recubrimiento total del estanque con malla antipájaros para controlar la depredación.

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.

1.7.4 Levante

Está comprendido entre los 5 gramos y 80 gramos. Generalmente, se realiza en estanques de 450 a 1500 m², con densidad de 20 a 50 peces por m², buen porcentaje de recambio de agua (5 a 10% día) y recubrimiento total de malla para controlar la depredación.

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.

1.7.5 Engorde

Esta fase comprende la crianza de la tilapia desde los 80 gramos hasta el peso de cosecha. Normalmente, se realiza en estanques de 1000 a 5000 m², con densidades entre 1 a 30 peces por m². En densidades mayores de 12 animales por m², es necesario contar con sistemas de aireación o con alto porcentaje de recambio de agua (40 a 50%). En esta etapa, por el tamaño del animal, ya no es necesario el uso de sistemas de protección antipájaros.

Los peces son alimentados con alimentos balanceados de 30 o 28% de contenido de proteína, dependiendo de la clase de cultivo (extensivo, semi-intensivo o intensivo), temperatura del agua y manejo de la explotación. Se sugiere suministrar entre el 1.2% y el 3% de la biomasa distribuida entre 2 y 4 dosis al día.

1.8 RIESGOS Y ENFERMEDADES

Dentro de la tecnología de cultivo, la sanidad acuícola ocupa un lugar de interés debido a la necesidad que existe de poner en práctica los procedimientos para prevenir y controlar las enfermedades que potencialmente limitan la producción. Es bien sabido que las enfermedades son causa de pérdidas económicas importantes y son responsables de mortalidades masivas en las fases de cría y alevines.

Los peces no mueren, en todos los casos, por causa de agentes patógenos, también pueden verse afectados por factores físicos, químicos, biológicos o de manejo. Con el fin de evitar la mortalidad o el desarrollo de enfermedades que puedan alcanzar la proporción de epidemia, es necesario brindar un medio adecuado, con el objeto de prevenirlas antes de tener que aplicar tratamientos correctivos.

En algunas ocasiones los peces pueden presentar comportamientos que pueden alertarnos sobre algún factor que está causando tensión o sobre el desarrollo de una infección. Entre otros, dentro de estos signos anormales se cuentan los siguientes:

- Letargia y pérdida del apetito.
- Pérdida del equilibrio, nado en espiral o vertical.
- Agrupamiento en la superficie y respiración agitada.

- Producción excesiva de mucus, lo que da al pez una apariencia opaca.
- Coloración anormal.
- Erosión en la piel o en las aletas.
- Branquias inflamadas, erosionadas o pálidas.
- Abdomen inflamado, algunas veces lleno de fluido o sangre, ano hinchado y enrojecido.
- Exoftalmia (ojos brotados).

Los alevines y larvas de tilapia son severamente atacados por parásitos, los que provocan mortalidades de hasta el 50%. Los alevines de tilapia son afectados por parásitos ciliados como Epistilo, Chilodonella, Costia, coccidiosis, tremátodos monogéneos y digéneos, además de larvas de moluscos y bivalvos. Los parásitos en las larvas pueden ser controlados en gran medida con la utilización de baños de formalina a concentración de 12.0 ppm (la formalina utilizada es al 70%).

En peces juveniles y adultos el efecto de los parásitos es menor; sin embargo, las tilapias pueden verse afectadas principalmente por bacterias oportunistas, las cuales se aprovechan de la mala condición del pez y condiciones adversas en el sistema de producción. Específicamente, agua de mala calidad donde están incluidos niveles bajos de oxígeno disuelto, baja tasa de recambio, temperatura baja, etc., y uso de dietas deficientes. Las bacterias oportunistas del género Streptococcus pueden provocar altas mortalidades (10-15%); en estas condiciones no existe tratamiento químico preventivo que demuestre alta eficiencia para contrarrestar este problema; no obstante, la mejor forma de prevención es garantizar un ambiente adecuado y buena alimentación.

1.8.1 Factores que afectan a los peces en el cultivo

1.8.1.1 Factores Físicos

- Temperatura: Las variaciones altas condicionan al animal, haciéndolos más susceptibles a las enfermedades.
- Luz excesiva: En sistemas intensivos con poca profundidad, los rayos solares pueden ocasionar quemaduras en el dorso del animal.

- Gases disueltos: El exceso de nitrógeno puede producir la enfermedad conocida como burbuja de gas.

1.8.1.2 Factores químicos

- Contaminación con pesticidas, residuos de metales pesados, desperdicios agrícolas e industriales.
- Desperdicios metabólicos como el amonio y nitritos son altamente tóxicos.
- Partículas en suspensión causan daños mecánicos sobre las branquias y tapizan las paredes de los huevos, con lo cual impiden el intercambio gaseoso y se convierten en sustrato para el desarrollo de hongos.

1.8.1.3 Factores biológicos

- Nutrición
- Microorganismos: bacterias, virus y parásitos.
- Algas: Algunas producen toxinas.
- Animales acuáticos: Los moluscos como los caracoles, son focos de infección y actúan como huéspedes intermediarios en el ciclo biológico de muchos parásitos.

1.8.1.4 Manejo

- Densidad: A medida que se intensifican los cultivos, se incrementa la susceptibilidad de los peces al ataque de los distintos agentes patógenos.
- Precauciones sanitarias: Se deben realizar tratamientos preventivos previos al despacho y recepción de la semilla, así como medidas de cuarentena en reproductores.
- Sistemas de filtración: Evita que entren organismos ajenos como caracoles, peces o huevos, que son transmisores de enfermedades.

1.8.2 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 16-18 °C, raramente muestran signos de enfermedad en ausencia de estrés. Las

enfermedades han sido registradas luego de un fuerte estrés sufrido por bajas temperaturas, manejo brusco, condiciones de almacenamiento o 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 15°C; mientras que, bajo condiciones de altas temperaturas y exceso de amoníaco, se producen ataques bacterianos (como por ejemplo de columnaris). 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 0-24°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.

1.8.2.1 Consideraciones previas a un tratamiento

Antes de iniciar cualquier tratamiento, es necesario hacer el análisis para determinar las posibles causas que estén originando la enfermedad con el fin de decidir cuál será el tratamiento, o para aplicar los correctivos necesarios. Para ello se requiere conocer varios aspectos:

- La calidad y cantidad de agua que se va a usar en el tratamiento; así, factores como pH, dureza y temperatura pueden incrementar la toxicidad de algunos químicos o disminuir su efectividad terapéutica.
- La especie, el estado y edad del pez de diferentes especies y edades
- La sustancia química a utilizar. Debería ser conocida la concentración, porcentaje de ingrediente activo, tolerancia, dosis, tiempo de permanencia como residuo y forma de empleo.
- Diagnóstico de la enfermedad o la identificación del patógeno que está afectando la población.

1.8.2.2 Métodos de tratamientos

Externos

Cuando se realiza en forma de baño. Puede ser de varias formas:

- Inmersión: Altas concentraciones del producto terapéutico en el agua y tiempos cortos de exposición del pez a este producto.
- Adición del químico a la entrada del agua (es necesario conocer el flujo de entrada para evaluar la concentración).
- Baño corto: Se adiciona una solución patrón al estanque por período cortos y se distribuye de manera homogénea.
- Baño largo: Similar al anterior pero en exposiciones prolongadas.

Sistémicos

- Inyección: Para reproductores de alto valor comercial y genético (intraperitoneal o intramuscular).
- Tratamiento biológico: Está destinado para acabar con organismos hospederos como el caracol, aves o crustáceos. Puede ser manual, con sistemas de filtros en la entrada del agua o con mallas por encima de los estanques.
- Incluido dentro del alimento: Debe adicionarse en el momento de la mezcla del alimento para que se incorpore dentro del pellet de manera homogénea.
- Aspersión del alimento: El medicamento es rociado sobre el alimento por medio de un vehículo como el alcohol o aceite de pescado, pero su eficiencia depende de la solubilidad del producto en el agua.

1.9 ALIMENTACIÓN

El éxito de la actividad piscícola depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente del manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento suministrado.

La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez. Durante la fase juvenil pueden alimentarse tanto de fitoplancton, zooplancton así como de pequeños crustáceos.

1.9.1 Aspectos importantes sobre el alimento

- El alimento representa entre el 50% y el 60% de los costos de producción.
- Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro.
- Un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad del negocio.
- Una producción semi-intensiva e intensiva depende directamente del alimento.
- El manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar deben ser controlados y evaluados periódicamente para evitar los costos excesivos.
- El sabor del animal depende de la alimentación suministrada. La sub – alimentación hace que el animal busque alimento del fondo y su carne adquiera un sabor desagradable.

1.9.2 Forma de alimentar

Las formas de alimentación dependen directamente del manejo, el tipo de explotación, la edad y los hábitos de la especie. Entre las más comunes tenemos:

- Alimentación en un solo sitio: Es una de las formas menos convenientes de alimentar por la acumulación de materia orgánica en un solo lugar y la dificultad para que coma toda la población de peces que constituyen el lote, lo que hace que gran parte del alimento sea consumido solamente por los más grandes y se incremente el porcentaje de peces pequeños. Este tipo de alimentación en un solo sitio, es altamente eficiente en sistemas intensivos (300 a 500 peces m²).
- La alimentación en una sola orilla es un sistema adecuado para animales de 1 a 50 gramos, ya que no les exige una gran actividad de nado y permite realizar una alimentación homogénea y eficiente.
- Alimentación en "L". (Dos orillas del estanque). Este sistema de alimentación es sugerido para animales de 50 a 100 gramos, el cual se realiza en dos orillas

continuas del estanque. Lo más recomendable es alimentar en la orilla de salida (desagüe) y en uno de los dos lados, con el fin de sacar la mayor cantidad de heces en el momento de la alimentación.

- Alimentación periférica: Se realiza por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores a 100 gramos, dado que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de estos animales, en varios sitios del estanque.
- Alimentadores automáticos: Existen muchos tipos de comederos automáticos, como el de péndulo, con timer horario (reloj automático), con bandejas, etc. Sin embargo, por su costo elevado se convierten en sistemas antieconómicos y sirven solamente en explotaciones donde se sobrepase la relación costo beneficio.

1.9.3 Horas de alimentación

Debido a que los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo, los picos máximos de asimilación se obtienen cuando la temperatura ambiental alcanza los valores máximos (30-32 °C).

En cultivos extensivos a semi-intensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo y flotabilidad supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistemas intensivos a super-intensivos el alimento debe permanecer menos de 1 a 1.5 minutos sobre el agua.

La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse en forma gradual o abrupta. La dieta natural de las tilapias adultas es omnívora; sin embargo, varía según la especie.

1.9.4 Aspectos nutricionales de los alimentos

Para la alimentación de los peces en su diferente estadio, se debe tener en cuenta el nivel de proteína con el que se obtiene el máximo crecimiento. Así mismo, a medida

que avanza el cultivo, este nivel de proteínas que produce máximo crecimiento disminuye con el incremento del peso del pez. También, se debe considerar que en la elaboración de alimentos balanceados para el cultivo intensivo de tilapia, el suplemento de proteína puede llegar a representar más del 50% del costo total del alimento. En la siguiente tabla se dan indicaciones del nivel óptimo de proteína según el peso:

Cuadro 4: Nivel óptimo de proteína en el alimento, según el peso de los peces.

Rango de pesos gramos	Nivel óptimo de proteína %
Larva a 0.5	40-45
0.5 -10	40-35
10- 30	30-35
30- 250	30-35
250- a Talla de mercado	25-30

Fuente: Manual de crianza de tilapia

Por otro lado, también se debe tener en cuenta que el nivel de proteína en la dieta, la cual produce máximo crecimiento, se ve influenciada por múltiples factores como son:

1.9.4.1 Lípidos

Los lípidos en el alimento para tilapia tienen dos funciones principales:

- Como recurso de energía metabólica.
- Como recurso de ácidos grasos esenciales.

Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2.25 veces más que la proteína), y está muy ligado al nivel de proteína en la dieta. Así, para niveles de 40% de proteína se recomiendan niveles de grasa de 6 a 8%. Con 35% de proteína el nivel de grasa es de 4.5 a 6 % y con niveles de 25 a 30% de proteína se recomienda de 3 - 3.5% de grasa.

Como fuente de ácidos grasos esenciales se recomienda para tilapia utilizar niveles de 0.5 a 1% de omega 3 y un 1% de omega 6. Las grasas requeridas para los peces son polinsaturadas, livianas y fácilmente asimilables.

La relación proteína-grasa es crucial para cualquier dieta, un exceso de grasas en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento.

Los carbohidratos son la fuente más barata de energía en la dieta; además de contribuir en la conformación física del pelet y su estabilidad en el agua. Los niveles de carbohidratos en la dieta de tilapia deben de estar alrededor del 40%.

La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplidas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento, ya que catalizan todas las reacciones metabólicas. El nivel de vitaminas utilizadas va a variar dependiendo del sistema de cultivo empleado.

1.10 CULTIVO

La tilapia puede ser cultivada en diferentes medios tales como: jaulas, tanques, estanques, lagunas, reservorios o represas, canales de regadío, etc., siendo los estanques el medio más común. Por lo general, se le utiliza a este organismo para monocultivo, aunque también se ha utilizado en policultivo especialmente cuando la tilapia es la especie de importancia secundaria. (FAO, 2003. Copescal).

1.10.1 Cultivo en jaulas

El cultivo de tilapia se puede realizar en jaulas permitiendo una explotación intensiva de un cuerpo de agua. El cultivo intensivo de peces en jaulas de bajo volumen (1 a 4 m³), a altas densidades (200 a 500 peces o 200 kg/m³) en jaulas podría convertirse en el medio reexpansión más importante y simple en la producción de tilapia.

Se caracteriza por:

- Evitar la reproducción, por lo que se pueden utilizar machos y hembras en el cultivo.
- Se pueden realizar varios tipos de cultivo en un mismo cuerpo de agua.
- Intensifica la producción de peces, facilita el control de depredadores y reduce el costo de inversión inicial.

El cultivo de tilapia en jaulas puede desarrollarse en canales, lagunas, esteros, etc. Las características del medio en donde se instalarán las jaulas van a depender de la

intensificación del cultivo y el tipo de jaula a utilizar. En jaulas con un alto recambio (15-25 centímetros/segundo) se pueden lograr producciones de 80 a 100 Kg./m³ y factores de conversión de 1,6 a 1,8 para peces de 700 - 800 gramos y crecimientos de 3 a 4 gramos/día.

Las ventajas del cultivo en jaula son:

- La inversión inicial es baja debido a que la tecnología es relativamente económica y simple, es aplicable a la mayoría de cuerpos de agua con profundidades mayores a 2 metros.
- Es técnica y económicamente aplicable a cualquier escala.
- Incrementa la producción comparada con los cultivos convencionales como estanques de tierra.
- No requiere construcciones permanentes, dado que son fácilmente desmontables.
- Posibilita la combinación de diversas edades dentro de un mismo cuerpo de agua, suministrando a cada grupo de peces el alimento adecuado para su edad.
- Permite la aplicación de tratamientos terapéuticos a un grupo específico de peces.
- Facilita la observación y control de la población, la reproducción, los predadores y los competidores.
- Se reduce la manipulación y la mortalidad.
- Permite cosechar parcialmente de acuerdo con una programación.
- Con una calidad de agua excelente es posible alcanzar rendimientos máximos de 20 toneladas métricas por hectárea/ciclo en este tipo de cultivo.
- Las jaulas permiten una manipulación fácil de los peces, siembras a altas densidades, máxima utilización de los recursos de agua disponibles, retorno rápido del capital invertido y facilitar el inventario.

Dentro de las desventajas del cultivo en jaula se encuentran:

- Difícil manejo cuando se presentan oleajes intensivos.
- Se requiere flujo constante de agua a través de las jaulas para la eliminación de metabolitos y para mantener niveles altos de oxígeno disuelto.
- Existe total dependencia de la alimentación artificial.

- Algunas veces se pueden presentar interferencias con la población natural de peces dentro del cuerpo de agua.
- Aumenta el riesgo de robo dentro de la producción.
- Requiere personal calificado para su manejo.

1.10.1.1 Tipos de jaulas

- Jaulas que descansan en el fondo, ocupando completamente la columna de agua.
- Jaulas flotantes de las cuales sobresale entre un 15% a un 20% de su altura.
- Jaulas sumergidas que pueden estar flotando a ras de la superficie, a media agua o inclusive en el fondo del estanque. (Gómez Barrón 1995)

1.10.2 Cultivo en estanques

1.10.2.1 Estanques pequeños

- Más fáciles y rápidos de cosechar.
- Pueden ser llenados y drenados más fácilmente.
- Se facilitan los tratamientos preventivos y curativos de enfermedades o parásitos.
- Control de depredación mucho más fácil y eficiente.
- Menor susceptibilidad a la erosión por parte del viento.
- Se puede trabajar con densidades de siembra mayores porque su recambio es superior.

1.10.2.2 Estanques grandes

- Menor costo de construcción por unidad de área.
- Se encuentran más sujetos a la acción de los vientos, por lo tanto menos susceptibles a problemas de oxígeno.

1.11 SISTEMAS DE CULTIVO

1.11.1 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; 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/m²; 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, excreta de vacuno, etc. En la actualidad se están utilizando subproductos agrícolas como alimento complementario, como por ejemplo afrecho (arroz). La producción de este sistema suele ser de 4,000 - 10,000 kg/Ha/año, con factores de conversión de 1 - 1,4.

1.11.2 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 (se utilizan desde 2 HP a 12 HP por hectárea). Las densidades utilizadas son muy variables y se encuentran en el rango de 4 a 15 peces/m², obteniendo una producción en el rango de 20 a 50 toneladas/Ha/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 35 a 30%, dependiendo de la fase de producción.

1.11.3 Sistema intensivo

En este sistema se utilizan estanques pequeños de 500 a 1000 m² con alto recambio de agua (recambios de 250 a 600 litros/segundo). 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/m². Para el éxito del cultivo bajo este sistema, es sumamente importante la cantidad y calidad del agua suministrada a los peces; así como el cuidado y atención que se le debe proporcionar al sistema.

Para asegurar el inventario y la producción de peces se debe contar con grandes reservorios de agua, sistemas de bomba que permitan reciclar el agua y la utilización de aireadores en los estanques.

En el cultivo intensivo de tilapia el oxígeno disponible es de gran importancia. Midiendo constantemente este parámetro se pueden 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/litro 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

La producción de sistema intensivo va a depender de la cantidad de agua disponible así como de sus características. En un sistema intensivo se puede producir en un rango de 200 a 400 toneladas de pez por m³/año.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Antecedentes de la zona

El proyecto se realizó en el sector Valle el Castillo perteneciente a la parroquia Yunganza, del cantón General Leonidas Plaza a 19 km del mismo; el lugar está a 1000 msnm, con clima tropical húmedo y con una temperatura promedio de 26 °C.

La temperatura promedio del agua medido en los estanques a lo largo de todo el proyecto fue alrededor de 23 °C

Este trabajo tuvo una duración de aproximadamente 10 meses y se fue desarrollando de la siguiente manera:

2.2 Materiales

El presente ensayo se desarrolló en una explotación semi- comercial que cuenta con 6 estanques dedicados a la crianza y engorde de tilapia roja y otra área dedicada a la reproducción y alevinaje; esta explotación, que en sus principios era solamente para consumo familiar (2 estanques), se fue desarrollando con la construcción de más estanques y a partir de allí se produjo la falta de agua suficiente para abastecer a todos los estanques.

Se necesitó de 1750 alevines con un peso promedio y uniforme de 7 gr., completamente revertidos, para la siembra en los diferentes estanques; estos alevines fueron tomados de la misma explotación. Para mantener el oxígeno necesario y para eliminar desechos orgánicos de los estanques se utilizó 2 lt/seg de agua, aforado a la entrada de la explotación y proveniente de una vertiente natural, libre de desechos tanto orgánicos como inorgánicos.

Para la toma de muestras y para todos los datos de campo se utilizaron redes de pesca para la captura, balanzas para mediciones de pesos, papel tornasol para medir el pH del agua y malla filtro para controlar el paso de peces de un estanque a otro.

El alimento que se utilizó para toda la explotación y para cada ciclo del cultivo se describe más adelante.

2.3 Metodología

2.3.1 Construcción de canales y tanques de distribución.

Estos canales se construyeron con el fin de llegar con el agua necesaria para los estanques con un caudal de aforo de 2 lt/seg. Seguido a este canal se construyó un tanque de cemento para la distribución total del agua a la explotación.

Foto 1: Tanque de cemento para la distribución del agua (largo 6m, ancho 4m y profundidad 0.50m).



Foto: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

2.3.2 Adecuación de los estanques

Debido al mal estado en que se encontraban los estanques se construyeron muros de cemento y de material vegetal (troncos de árboles y madera dura) en las paredes más susceptibles a la erosión ocasionada por el agua; posterior a esto, se realizó la limpieza total de todos los estanques (ramas, exceso de lodo, piedras) culminando con una nivelación del 2 % en el piso para un secado total al momento de la cosecha. (Ver fotos 2 a 6).

Para la oxigenación natural del agua entre los estanques se construyeron estructuras oxigenadoras que permitían el golpeo del agua y su contacto directo con el aire.

Fotos 2 a 6: Adecuación de estanques



Fotos: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

2.3.3 Desinfección y fertilización de los estanques

Para proveer a los peces de abundante alimento natural como el zooplancton y fitoplancton se realizó la desinfección con cal agrícola al 98% a una razón de 1kg/10m² de estanque; este a la vez ayuda a la fertilización de los estanques; luego de este procedimiento se dejó secar a los estanques por tres días para una completa desinfección.

Transcurrida la desinfección se llenaron los estanques con agua (las dimensiones de los estanques se especifica en el anexo 1) y se procedió a fertilizar orgánicamente con estiércol de cuy a razón de 1 kg/10m² de estanque, e inorgánicamente con 10-30-10 a razón de 60gr/10m² de estanque. Las fertilizaciones se hicieron todos los meses hasta la cosecha de los peces. (Ver fotos 7 a 9).

Fotos 7 a 9: Desinfección y fertilización de los estanques.



Fotos: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

2.3.4 Siembra de alevines

Transcurrida una semana, desde la fertilización, se procedió a la siembra de alevines revertidos (95% de machos) con un peso aproximado de 7 gr; al momento de la siembra se desinfectaron los alevines con azul de metileno para evitar proliferación de hongos y bacterias producidos por el manipuleo de los peces; concluido este proceso se procedió a aclimatar a los peces; un proceso que consiste en introducir la mitad del recipiente en el que se encuentran los alevines en el estanque, para que haya un equilibrio térmico entre el agua del recipiente y el estanque, luego se dejaron salir a voluntad a los peces. Observar este proceso en las fotos 10 a 13.

Fotos 10 a 13: Proceso de siembra de alevines.



Fotos: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

Las tilapias fueron sembradas a una densidad de 3 peces/m².

En el anexo 1 se describe la ubicación de los diferentes estanques y la cantidad de peces por cada uno de ellos, en los diferentes niveles de reutilización del agua.

2.3.5 Precría I

Fase comprendida desde los 7gr hasta los 40 gr.; en esta fase se alimentó con “crecimiento alevines 46 %”; balanceado en forma de harina, y con un contenido proteico del 46 % (Ver Anexo 2); en base a estas características se consideró un alimento ideal para el desarrollo y crecimiento de los alevines. El recambio de agua en esta fase y en todas las siguientes fue de un 100%, complementado con fertilizaciones mensuales tanto orgánicas como inorgánicas. (Ver fotos 14 y 15).

Fotos 14y 15: Fase de Precría I.



Fotos: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

2.3.6 Precría II

Fase comprendida desde los 40gr hasta los 100gr.; el alimento que se utilizó fue “crecimiento juveniles 32 %” pelletizado (Ver Anexo 2); con este tipo de alimento se eliminaron pérdidas por desperdicio; recambios de agua del 100% y fertilizaciones mensuales. (Ver Fotos 16 y 17).

Fotos 16 y 17: Fase de Precría II.

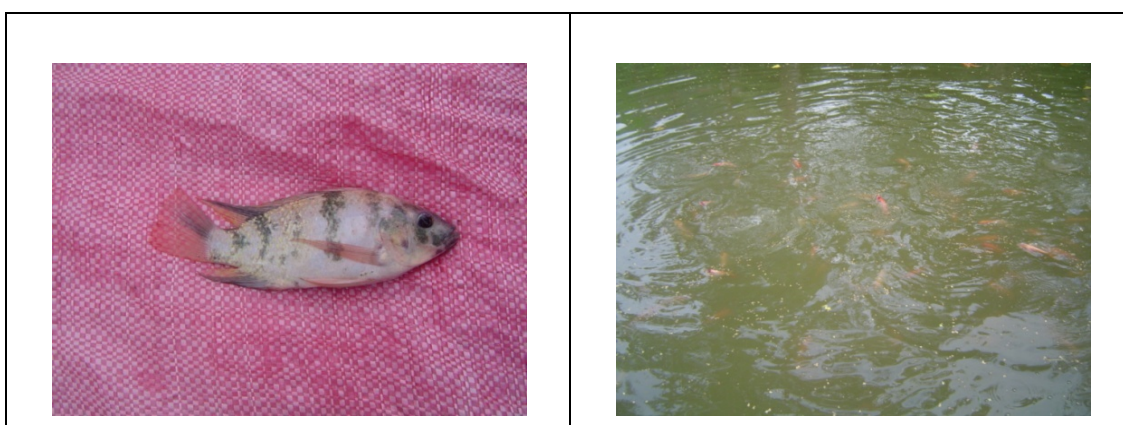


Fotos: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

2.3.7 Levante Juveniles

Fase comprendida desde los 100 gr hasta los 200 gr.; el alimento utilizado fue levante juveniles 28% pellets extrusado (Ver Anexo 2), recambios de agua del 100% y fertilizaciones mensuales orgánicas e inorgánicas. (Ver Fotos 18 y 19).

Fotos 18 y 19: Levante juveniles.



Fotos: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

2.3.8 Engorde

Fase comprendida desde los 200 gr. hasta la cosecha; el alimento utilizado fue “Engorde 24%” pellets extrusado (Ver Anexo 2), recambios de agua del 100% y fertilizaciones orgánicas e inorgánicas. (Ver Fotos 20 y 21)

Fotos 20y 21: Fase de engorde.



Fotos: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

2.3.9 Cosecha

Los peces al momento de la cosecha oscilaban entre los 220gr y 260 gr.; esta actividad se realizó con redes y por medio del secado total de los estanques. (Ver Foto 22)

Foto 22: Ejemplares cosechados.



Foto: Explotación Piscícola sector Valle el Castillo

2.3.10 Alimento utilizado para tilapia en sus diferentes estadios y su información nutricional

El alimento utilizado para tilapia para la fase de alevines, juveniles y engorde fue de la casa productora “El Molino”. En el Anexo 2 se describe el análisis nutricional de cada uno de ellos.

La cantidad de alimento suministrado se realizó de acuerdo a la cantidad de biomasa presente en el estanque y basándonos en la tabla de referencia para alimentación de tilapia roja para un sistema semi- intensivo y asumiendo una sobre vivencia del 100%. En las fases de alevines y juveniles se alimentaron 3 veces por día y para la etapa de engorde 2 veces por día.

Cada quince días, después de la siembra hasta la cosecha, se tomaron pesos en gramos en todos los estanques con la ayuda de una balanza. Estos valores se utilizaron para ajustar la cantidad de alimento, que fue suministrado diariamente en todos los estanques.

Los datos de pesos quincenales de los peces fueron asumidos a análisis de varianza; además se calculó la conversión alimenticia.

Se hizo una relación en cuanto al peso y al alimento diario por porcentaje de peso, lo cual se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro 5: Alimentación y peso promedio de todos los estanques medido cada quince días

SEM	PESO PROMEDIO	ALIMENTO DIARIO POR % DE PESO
4	7	8
6	10	5.7
8	18	5.1
10	23	5
12	28	5
14	35	5
16	47	4.3
18	87	4
20	112	4
22	134	3.4
24	177	2.9
26	195	2.9
28	214	2.6

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 6, se muestra el desarrollo de los peces, tomando su peso en gramos, cada 2 semanas, después del proceso de reversión. Para el efecto, se consideraron periodos de 12 semanas (4 – 16 y 28), con el fin de establecer comparaciones entre los crecimientos en los diferentes estanques.

Cuadro 6: Pesos promedios (grs) cada 2 semanas por estanque.

# estanque Semanas	1	2	3	4	5	6
2	-	-	-	-	-	-
4	7	7	7	7	7	7
6	9	10	9	11	10	12
8	17	19	18	18	19	18
10	22	22	24	24	23	24
12	27	28	27	28	28	28
14	36	35	33	34	35	34
16	50a*	50a	46a	45a	46 ^a	44a
18	92	91	92	85	83	80
20	121	115	115	110	109	103
22	155	146	135	130	123	120
24	200	190	187	180	159	148
26	220	208	207	200	180	160
28	238a	229a	228a	203b	200b	187b

*Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa entre ellos.

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Los promedios de peso durante los doce muestreos se explican mediante las rectas de regresión en el gráfico 2 donde, para todos los casos, de las seis pendientes los tres primeros estanques fueron los mayores.

En la misma figura se observa que la medida de los pesos tomados en las semanas 4, 6, 8, 10, 12 y 14 no fueron diferentes estadísticamente.

Las diferencias de pesos se empiezan a notar a partir de la semana 16, donde en los primeros estanques se ve un mayor peso con respecto a los demás, sin que este sea relativamente grande. Estadísticamente, las diferencias no son significativas al inicio de esta semana.

A partir de la semana 16, los 3 primeros estanques empiezan a destacar en peso de los animales, y es así que a la semana 28 (período de comercialización) se nota una buena diferencia con respecto a los peces de los otros estanques. Esta diferencia es altamente significativa.

Gráficamente se puede mostrar lo anterior, incluyendo el comportamiento de los peces en todos los estanques durante el periodo de investigación. Ver gráficos 1 y 2

Gráfico 1: Crecimiento de los peces en los diferentes niveles de reutilización del agua.

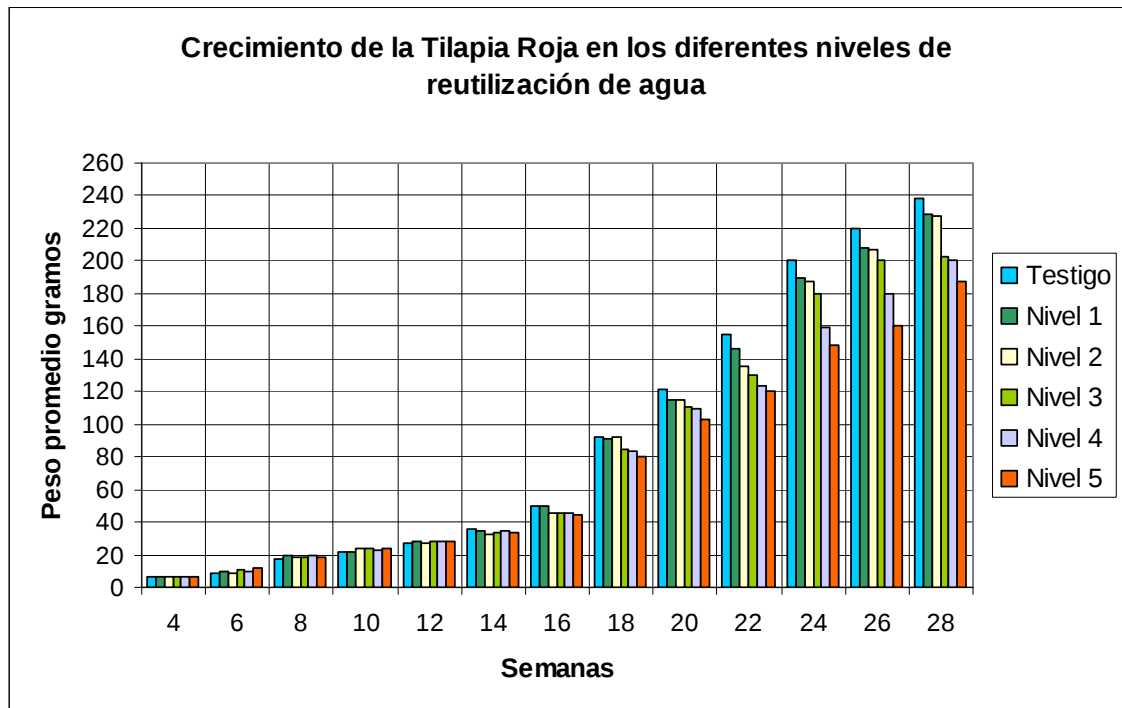
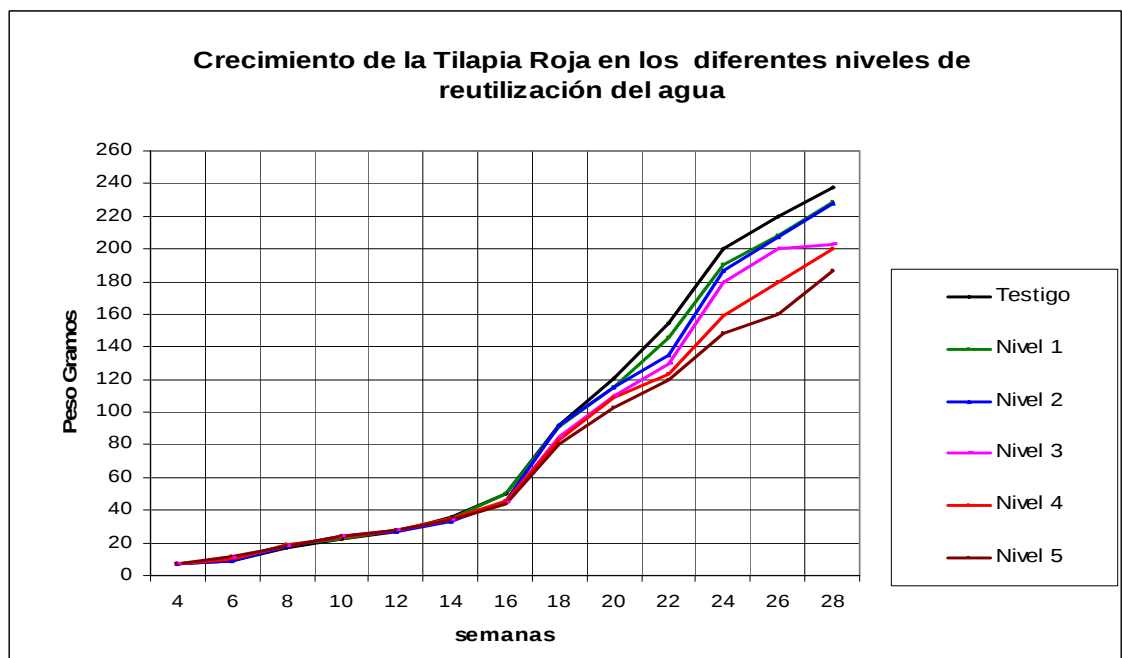


Gráfico 2: Crecimiento de los peces en los diferentes niveles de reutilización del agua.



En el Cuadro 7 se dan los valores correspondientes a la conversión alimenticia (alimento suministrado/peso biomasa) por estanque.

Cuadro 7: Conversión alimenticia por estanque durante el período registrado.

# estanque Semanas	1	2	3	4	5	6
4	-	-	-	-	-	-
6	4.20	2.80	4.20	2.10	2.80	1.68
8	0.90	0.90	0.80	1.30	0.95	1.70
10	2.60	4.80	2.20	2.20	3.63	2.29
12	3.30	2.70	6.00	4.50	3.45	4.50
14	2.20	3.00	3.30	3.50	3.00	3.50
16	1.90	1.75	1.90	2.30	2.38	2.55
18	0.70	0.70	0.60	0.70	0.80	0.78
20	1.90	2.20	2.40	2.04	1.90	2.08
22	2.10	2.20	3.45	3.30	4.67	3.60
24	1.70	1.60	1.30	1.30	1.70	2.18
26	4.30	4.50	4.00	3.90	3.29	5.36
28	5.30	4.30	4.20	2.90	3.90	2.57
Promedio Final	2.16a*	2.17a	2.13a	2.33b	2.25b	2.30b

*Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa entre ellos.

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Observando los resultados que se encuentran en los Anexos 3 y 5, y con los cuales se preparó el anterior cuadro para el análisis, se puede notar una similitud con lo discutido sobre el desarrollo de los peces. Es decir, en los estanques 1, 2 y 3 se observó una mejor conversión alimenticia, siendo estadísticamente diferente a la de los demás estanques. Esto hace suponer que la reutilización del agua es posible, pero después de un segundo uso, la producción comienza a disminuir.

3.1 Costos de producción e ingresos

Para tener una idea más clara sobre los beneficios que podrían tenerse en un sistema de producción como el propuesto en esta investigación, se procedió a realizar un análisis de los costos y los ingresos, los cuales se detallan a continuación:

3.1.1 Costos por adecuación y personal:

ACTIVIDAD	Unidad	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Adecuación general de estanques y acequias.	Jornales	10	7	70
Servicio de alimentación	Meses	7	30	210
Varios 5%				14

SUB-TOTAL 294

3.1.2 Costos por siembra y fertilización:

RUBRO	Unidad	cantidad	V. unitario	Total \$
Abono orgánico	kg.	613	0.03	18.39
10-30-10	kg.	36.8	1.10	40.80
Cal	kg.	55	0.11	6.11
Alevines	unidad	1750	0.05	10.30
Varios 5%				3.78

SUB-TOTAL 79.38

3.1.3 Costo por alimentación y nutrición de peces:

ITEM	Unidad	cantidad	v. unitario	total
Alimento tilapia 46	kg.	121.08	0.90	108.97
Alimento tilapia 32	kg.	97.90	0.80	78.32

Alimento tilapia 28	kg.	464.30	0.64	297.15
Alimento tilapia 24	kg.	148.90	0.60	89.34
Medicamentos 5%				28.68
Varios 5%				30.12

SUB-TOTAL 632.58

3.3.4 COSTO TOTAL

Costo por adecuación	\$ 294.00
Costo por siembra y fertilización	\$ 79.38
Costo por alimentación	\$ 632.58
TOTAL	\$ 1005.96

Costo por kg. de tilapia producida \$1005.96 / 373.89 kg. = \$ 2.69

Costo del Kg de tilapia en el mercado = \$ 3.85

Ingreso total: \$3.85 X 373.89 kg. = \$1439.00

Gasto total: = \$1005.96

Diferencia (Ganancia Bruta) = \$ 433.04

Estas utilidades se obtuvieron con la comercialización luego de 28 semanas a partir de la siembra y en un espacio total de 700 m² de terreno; entre estanques, caminos y tanques de distribución; de los cuales 559 m² son de espejos de agua.

Como puede verse, esta utilidad puede ser un aliciente para otros pequeños piscicultores, los cuales podrían dar un mejor uso a su tierra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Esta investigación fue orientada para establecer los efectos de la reutilización del agua en la crianza y producción de tilapia roja; luego de analizar los resultados llegamos a las siguientes conclusiones:

- Bajo este sistema de reutilización del agua se puede producir peces hasta la semana 16 (48 gr), mostrando un crecimiento uniforme en todos los estanques; esto se debe a que a esta edad (alevines), necesitan consumir cantidades bajas de oxígeno, y los productos de desechos por el metabolismo de los peces es bajo, creando condiciones optimas para el normal crecimiento.
- El crecimiento de los peces se mostró variado en el periodo de levante y engorde siendo mayores en los primeros 3 estanques; a partir del cuarto estanque el crecimiento se ve afectado, aumentando en la quinta y sexta reutilización.
- En los 3 primeros estanques la conversión alimenticia fue de 2.16 - 2.17 - 2.13 consecutivamente siendo favorable en la producción; en los siguientes estanques la conversión alimenticia fue de 2.33 - 2.25 - 2.30 aumentando los costos por alimentación.
- El crecimiento de la tilapia está directamente relacionado con las características físico-químicos del agua; al momento de la cosecha los pesos fueron de 238gr - 229gr – 228 gr– 203 gr– 200gr – 187gr, respectivamente en los 6 estanques; esto nos hace suponer que el oxígeno a partir del tercer estanques es un factor limitado, afectando directamente al crecimiento de los peces.
- El costo en todo el sistema de producción fue de \$ 1005.96 dólares notándose que el rubro mas importante fue el de alimentación con el 60 %; las utilidades

netas al final del ciclo de producción fue de \$ 433.04 dólares, esta cantidad es importante para los pequeños productores de la zona.

- La reutilización del agua puede ser posible, productivamente hablando, hasta en 3 estanques en forma consecutiva. A mayor número de estanques, bajo este proceso, la producción se ve afectada con cada nuevo estanque.
- En este sistema no se contó con un equipo para el control de sólidos en suspensión afectando a los alevines y a la producción de fitoplancton en los estanques.

Recomendaciones

Al final del ciclo de producción podemos recomendar lo siguiente:

- Se puede aprovechar mejor este sistema si se utiliza estanques y densidades propios para cada etapa de cultivo (alevines- levante – engorde) teniendo en cuenta las densidades de siembra, y las cantidades necesarias de agua para cada ciclo.
- Se recomienda colocar en el sistema a partir del cuarto estanque una nueva fuente de agua para asegurar las cantidades óptimas de oxígeno y desechar las aguas residuales procedentes de los estanques anteriores.
- Para disminuir costos de producción por el rubro alimentación se recomienda buscar alimentos propios de la zona como: yuca, plátano, camote, etc. Ya que estos peces se alimentan fácilmente de productos ajenos al balanceado.
- Económicamente, este sistema de producción genera ingresos importantes aumentando este rubro mediante: un mejor control del agua, alimentos de mejor calidad, control de riesgos y enfermedades y buscar un valor agregado para la comercialización.

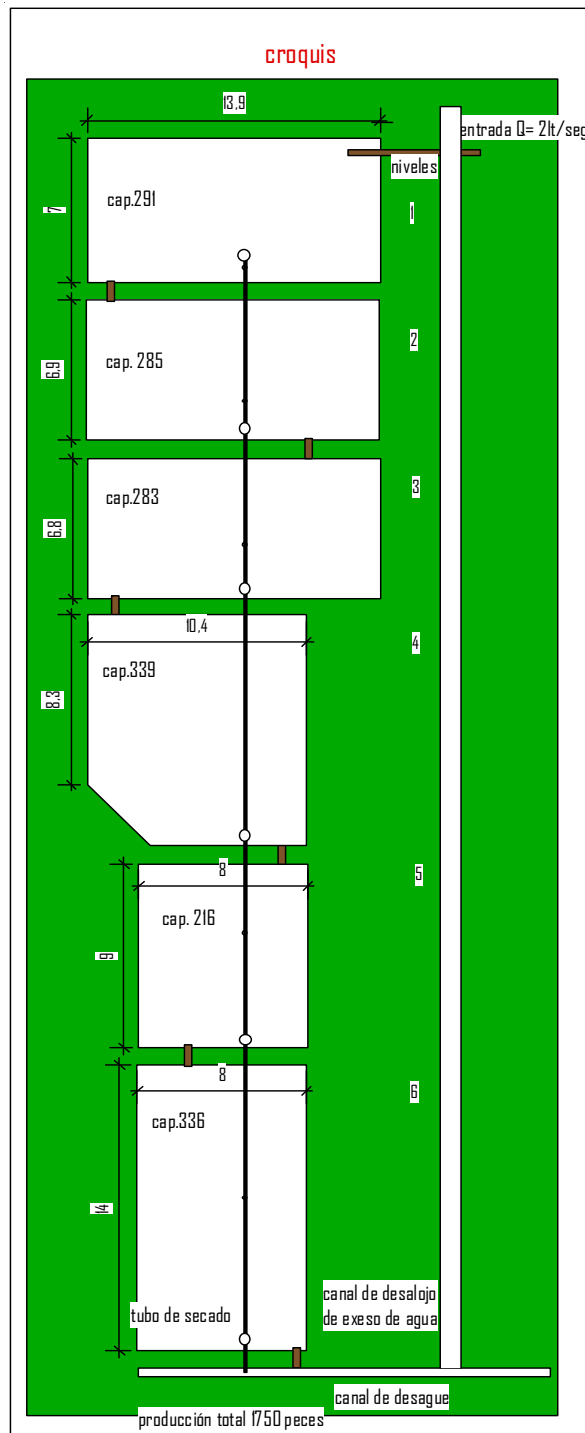
- Se recomienda la instalación de un equipo de desarenadores y sedimentadores para épocas de lluvias.

BIBLIOGRAFÍA

- ALAMILLA, H. Cultivo de tilapias, México. Editorial Limusa 2002
- CAMPOS, L. Fundamentos Técnicos de Piscicultura Tropical en la Amazonía Peruana. Perú. Editorial Lima S. A. 1996
- CASTILLO, L. Hibridación de tilapia roja y cachama, Colombia. Editor Grupo Latino Ltda. 1994. 235pp.
- CASTILLO, F. Tilapia Roja Una Evolución de 21 Años de la Incertidumbre al Éxito. Colombia. Editor Grupo Latino Ltda. 2003
- ESPOL. Proyecto de investigación en cultivos experimentales, especies nativas y exóticas, Cuenca del Río Guayas, Ecuador
- ORTEGA, N. Investigaciones en reversión de sexo de tilapia roja. Ecuador, Lago Agrio. Editorial A&C. 2003
- FERNÁNDEZ, A. Cultivo intensivo de peces. Seminario taller: manejo acuícola de estanques y diversos cuerpos de agua. Lima – Perú, Editorial Corefo S.A.C. 2002.
- GÓMEZ, BARRÓN Cultivo de tilapia, manual para la construcción de jaulas y estanques SEDAP, Jalapa.
- KUBITZA & KUBITZA. Panorama da Aquicultura, Editorial Cultural S.A 2000
- PLAZA MAYORCA Produciendo juntos la piscicultura. Macas – Ecuador. Editorial A&C. Primera edición. 2004
- ORDOÑES, L. Manual de crianza Tilapia. Perú www.alicorp.com.pe 2002

Anexo1:

Ubicación de los diferentes estanques y cantidad de peces por cada uno



Anexo 2:
Alimento suministrado a los peces en sus diferentes etapas.

CASA PRODUCTORA: EL MOLINO	
Crecimiento alevines 46% (harina)	Crecimiento juveniles 32% (Pellets extrusado)
Peces desde 10 gr. – 40 gr.	Peces desde 40gr. - 100 gr.
ANALISIS DE GARANTIA	ANALISIS DE GARANTÍA
- Proteína mínima: 46%	- Proteína mínima: 32%
- Grasa máxima: 8%	- Grasa máxima: 8%
- Fibra cruda máxima: 3%	- Fibra cruda máxima: 5%
- Cenizas máxima: 12%	- Cenizas máxima: 10%
- Humedad máxima:12%	- Humedad máxima:12%
Levante juveniles 28% (Pellets extrusado)	Engorde 24 % (Pellets extrusado)
Peces desde 100 gr. – 200gr	Peces desde 200 gr. Hasta la cosecha.
ANALISIS DE GARANTÍA	ANALISIS DE GARANTÍA
- Proteína mínima: 28%	- Proteína mínima: 24%
- Grasa máxima: 7%	- Grasa máxima: 7%
- Fibra cruda máxima: 7%	- Fibra cruda máxima: 8%
- Cenizas máxima: 9%	- Cenizas máxima: 9%
- Humedad máxima:12%	- Humedad máxima:12%

Anexo 3:
Consumo diario de alimento para cada estanque (grs).

# Estanque Sem.	1	2	3	4	5	6	
							TOTAL
4	149.00	162.40	145.10	212.00	123.10	229.00	980
6	149.00	162.40	145.10	212.00	123.12	229.00	1022
8	252.00	276.16	259.00	311.00	209.30	308.00	1617
10	320.10	313.50	339.60	406.80	248.40	403.20	2031
12	392.85	399.00	382.00	474.60	302.40	470.40	2421
14	523.80	498.70	466.00	576.30	378.00	571.20	3015
16	625.65	612.70	559.70	655.90	427.20	635.70	3517
18	1070.80	1037.40	1041.40	1152.60	717.12	1075.20	6094
20	1408.40	1311.00	1301.80	1491.60	941.76	1384.30	7838
22	1533.50	1414.70	1298.90	1498.30	903.30	1370.80	8019
24	1687.80	1570.30	1534.70	1769.50	995.90	1442.10	9000
26	1856.58	1719.10	1698.80	1966.20	1127.50	1559.00	9227
28	2008.40	1892.60	1871.10	1995.60	1252.80	1822.10	10842

ANEXO 4:
Consumo de alimento por etapas en el cultivo de la tilapia (gr)

# Estanque Sem.	1	2	3	4	5	6	total	
4	--	--	--	--	--	--	--	TOTAL
6	2444.4	2394.0	2377.2	2847.6	1814.4	2822.4	14700	
8	2239.2	2436.7	2177.6	3188.2	1846.8	3447.3	15336	
10	3784.4	4142.4	3896.9	4668.0	3139.5	4626.7	24258	
12	4801.5	4702.5	5094.0	6102.0	3726.0	6048.0	30474	
14	5892.0	5985.0	5730.7	7119.0	4536.0	7056.0	36319	
Alimento tilapia 46%								121087
16	7857.0	7481.2	7004.2	8644.5	5670.0	8568.0	45225	
18	9384.0	9191.2	8396.6	9839.0	6408.7	9535.6	52756	
Alimento tilapia 32%								97981
20	16063.2	15561.0	15621.6	17289.0	10756.8	16128.0	91419	
22	21126.6	19665.0	19527.0	22374.0	14126.4	20764.8	117583	
24	23003.0	21221.1	19484.5	22475.7	13549.6	20563.2	120297	
26	25317.0	23555.0	23020.6	26543.7	14939.6	21631.0	135007	
Alimento tilapia 28%								464306
28	27848.7	25786.8	25482.7	29493.0	16912.8	23385.6	148909	
Alimento tilapia 24%								148909

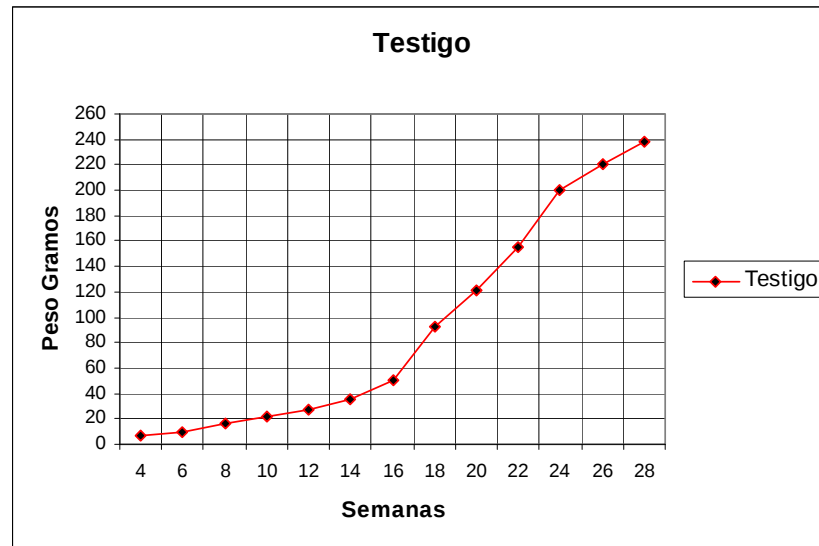
Total de alimento suministrado en el proyecto 832283 gr.

ANEXO 5:
Biomasa presente en los estanques (gr.)

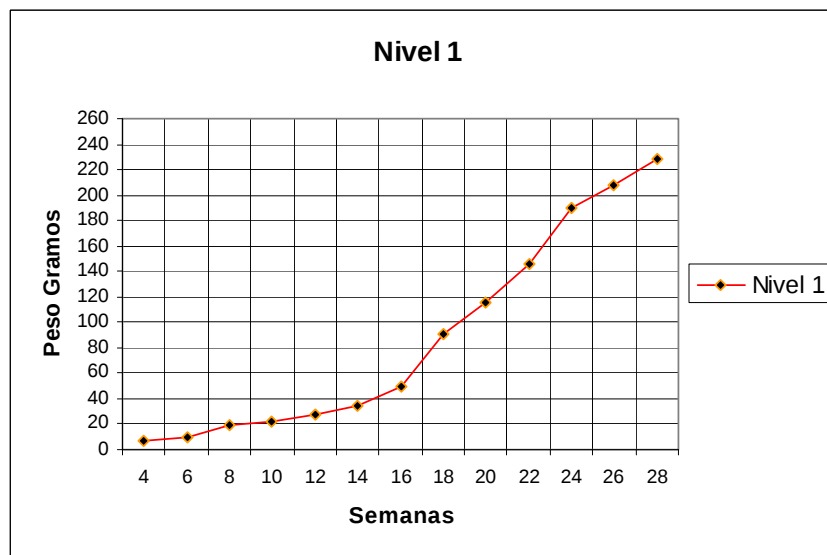
# estanque Sem.	1	2	3	4	5	6	TOTAL
4	2037	1995	1981	2373	1512	2352	12250
6	2619	2850	2547	3729	2160	4032	17937
8	4947	5415	5094	6102	4104	6048	31710
10	6402	6270	6792	8136	4968	8064	40632
12	7857	7980	7641	9492	6048	9408	48426
14	10476	9975	9339	11526	7560	11424	60300
16	14550	14250	13018	15255	9936	14784	81793
18	26772	25935	26036	28815	17928	26880	152366
20	35211	32775	32545	37290	23544	34608	195973
22	45105	41610	38205	44070	26568	40320	235878
24	58200	54150	52921	61020	34344	49728	310363
26	64020	59280	58581	67800	38880	53760	342321
28	69258	65265	64524	68817	43200	62832	373896

ANEXO 6:
Gráfico sobre el crecimiento de la tilapia en los diferentes niveles de
reutilización de agua

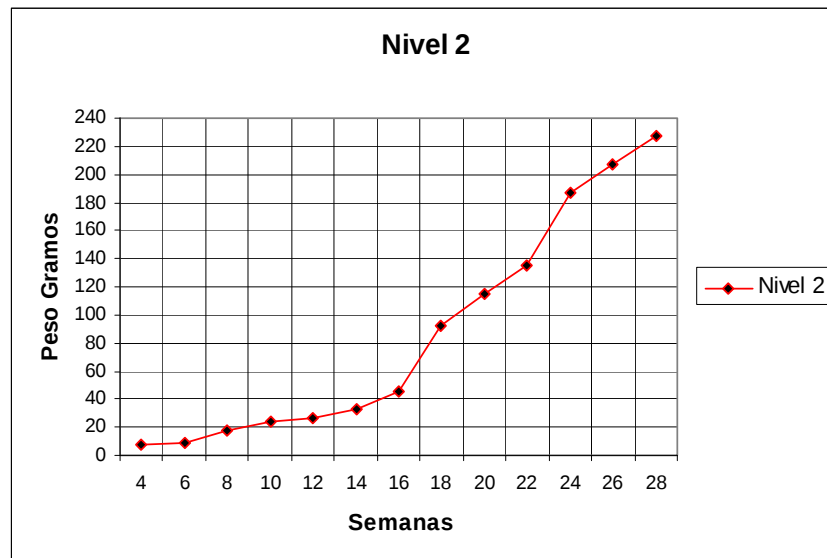
Crecimiento Testigo



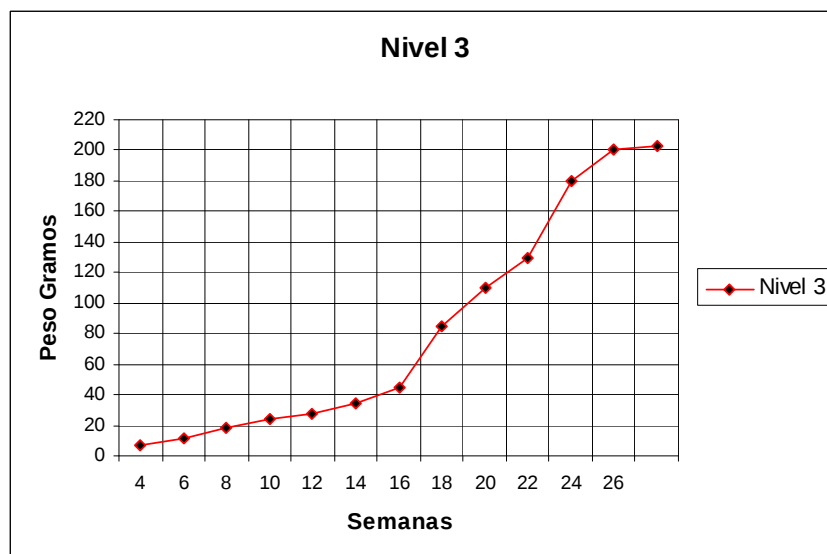
Crecimiento nivel 1



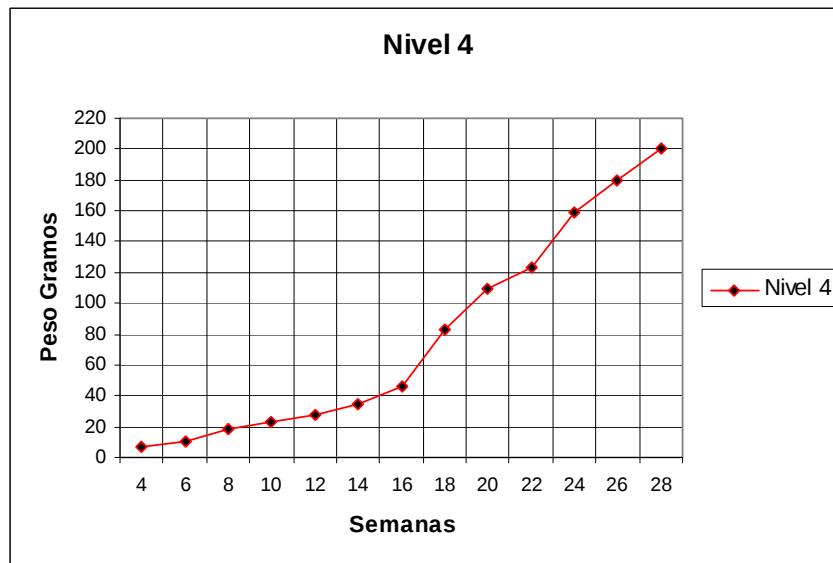
Crecimiento Nivel 2



Crecimiento Nivel 3



Crecimiento nivel 4



Crecimiento nivel 5

